

ذرات زیراتمی ، عدداتمی و عددجرمی

ذره های زیراتمی : به ذره هایی که در ساختار یک اتم وجود دارد ، گفته می شود. معروف ترین ذره های زیراتمی ، الکترون ، پروتون و نوترون نام دارند. (تعریف کتاب: الکترون ، پروتون و نوترون ذره های زیراتمی یا بنیادی می نامند).

عدداتمی: برابر با تعداد پروتون های هسته ی اتم است و با نماد Z نشان داده می شود.

عدد جرمی : برابر با مجموع تعداد پروتون ها و نوترون های هسته ی اتم است و با نماد A نشان داده می شود. ($A=N+Z$)

نماد همگانی عنصرها به صورت A_ZE است که با استفاده از آن می توان تعداد ذره های زیراتمی را مشخص کرد.

نماد E حرف نخست واژه ی Element به معنای عنصر است.

نکته اتم ها خنثی هستند در نتیجه در اتم ، تعداد پروتون ها با تعداد الکترون ها برابر است. ($Z=e$)

برای مثال آلومینیوم ${}^{27}_{13}Al$ عدداتمی آن ۱۳ و عدد جرمی آن ۲۷ می باشد همچنین دارای ۱۳ پروتون ، ۱۳ الکترون و ۱۴ نوترون است.

نکته در هسته ی یک اتم ، تعداد نوترون ها یا با پروتون ها برابر است یا از تعداد پروتون ها بیشتر است. $N \geq Z$ (به غیر

از هیدروژن معمولی که نوترون ندارد یعنی برای آن خواهیم داشت : $Z > N$)

کاتیون و آنیون

اگر اتمی یک یا چند الکترون از دست بدهد به کاتیون (یون مثبت) و اگر یک یا چند الکترون بگیرد به انیون (یون منفی) تبدیل می شود.

برای مثال ${}^{27}_{13}Al^{3+}$ دارای ۱۳ پروتون ، ۱۰ الکترون و ۱۴ نوترون است.

مثال ها آموزش

مثال: در هریک از گونه های زیر، تعداد پروتون ها و الکترون ها را تعیین کنید.

گونه	${}^{23}_{11}Na^{+}$	${}^{24}_{13}Mg^{2+}$	${}^{31}_{15}P^{3-}$	${}^{19}_{9}F^{-}$	${}^{16}_{8}O^{2-}$	${}^{32}_{16}S^{2-}$	${}^{112}_{48}A$
پروتون							
الکترون							
نوترون							

مثال ۲: در هریک از گونه های زیر، تعداد پروتون ها و الکترون ها را تعیین کنید. (${}^1\text{H}$, ${}^{12}\text{C}$, ${}^{14}\text{N}$, ${}^{16}\text{O}$, ${}^{32}\text{S}$)

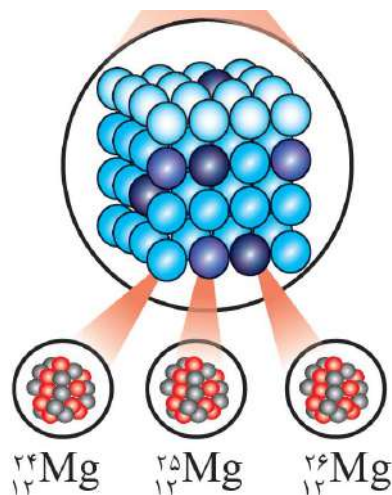
گونه	H_3O^+	CH_3^+	NH_4^+	NH_2^-	SO_4^{2-}	CH_3^-	NO_3^-
پروتون							
الکترون							

مثال ۳: اگر عدد جرمی عنصری، برابر ۱۰۶ و تفاوت شمار نوترون های آن با شمار پروتون های آن برابر ۱۴ باشد، عدد اتمی این عنصر کدام است؟

مثال ۴: اگر تفاوت شمار الکترون ها و نوترون های اتم عنصر ${}^{75}\text{A}$ برابر ۹ باشد، عدد اتمی عنصر A کدام است؟

مثال ۵: اگر تفاوت شمار نوترون ها و الکترون ها در یون تک اتمی ${}^{119}\text{E}^{4+}$ برابر ۲۳ باشد، عدد اتمی آن عنصر کدام است؟

ایزوتوپ (هم مکان)



✓ شیمی دان ها ماده ای را عنصر می نامند که از یک نوع اتم تشکیل شده باشد. برای نمونه منیزیم و هلیوم عنصر به شمار می روند زیرا یک نمونه منیزیم حاوی اتم های منیزیم و یک نمونه هلیوم حاوی اتم های هلیوم است. بررسی ها نشان می دهد که اغلب در یک نمونه ی طبیعی از عنصری معین ، اتم های سازنده ، جرم یکسانی ندارند. برای مثال یک نمونه از منیزیم نشان می دهد که همه ی اتم های منیزیم در این نمونه یکسان نیست ، بلکه مخلوطی از سه هم مکان (ایزوتوپ) هستند.

✓ به اتم های یک عنصر که Z یکسان ولی A متفاوتی دارند ایزوتوپ می گوئیم. به عبارت دیگر، ایزوتوپ ها دارای تعداد پروتون های برابر و تعداد نوترون های نابرابر هستند.

✓ خواص شیمیایی اتم های هر عنصر به عدد اتمی (Z) آن وابسته است ؛ از این رو اتم های منیزیم همگی خواص شیمیایی یکسانی دارند و در جدول دوره ای تنها یک مکان را اشغال می کنند. این در حالی است که همین ایزوتوپ ها در خواص فیزیکی وابسته به جرم ، مانند چگالی با یکدیگر تفاوت دارند.

تفاوت ها و شباهت های ایزوتوپ های یک عنصر معین

تفاوت	شباهت
عدد جرمی	عدداً اتمی (تعداد پروتون)
تعداد نوترون	تعداد الکترون
خواص فیزیکی وابسته به جرم (مانند نقطه ذوب ، چگالی یا جرم حجمی و.....)	خواص شیمیایی (مانند واکنش پذیری)
جرم اتمی	موقعیت در جدول دوره ای
درصد فراوانی ، پایداری و نیم عمر	آرایش الکترونی

✓ فراوانی ایزوتوپ ها در طبیعت یکسان نیست، برخی فراوان ترند و برخی کمیاب تر. ⇐ درصد فراوانی هر ایزوتوپ در طبیعت نشان دهنده ی پایداری آن ایزوتوپ است. هر چه ایزوتوپ فراوان تر باشد پایدارتر است.

توجه: فراوانی نسبی هر یک از ایزوتوپ های یک عنصر ، عدد ثابتی نیست و بر حسب کشف فراوانی های نسبی جدید قابل تغییر است.

تعداد ایزوتوپ های طبیعی عنصرهای کتاب درسی (دریک نگاه):

هیدروژن : دارای سه ایزوتوپ طبیعی (^1_1H ، ^2_1H و ^3_1H)منیزیم : دارای سه ایزوتوپ طبیعی ($^{24}_{12}\text{Mg}$ ، $^{25}_{12}\text{Mg}$ و $^{26}_{12}\text{Mg}$) ← هر سه پایدارلیتیم : دارای دو ایزوتوپ طبیعی (^6_3Li و ^7_3Li) ← هر دو پایدارکلر : دارای دو ایزوتوپ طبیعی ($^{35}_{17}\text{Cl}$ و $^{37}_{17}\text{Cl}$) ← هر دو پایدار

ایزوتوپ های طبیعی و ساختگی هیدروژن ← ۷ (ایزوتوپ (سه ایزوتوپ طبیعی و چهار ایزوتوپ ساختگی)

نماد ایزوتوپ	^1_1H	^2_1H	^3_1H	^4_1H	^5_1H	^6_1H	^7_1H
ویژگی ایزوتوپ							
نیم عمر	پایدار	پایدار	۱۲/۳۲ سال	1.4×10^{-22} ثانیه	9.1×10^{-22} ثانیه	2.9×10^{-22} ثانیه	2.3×10^{-23} ثانیه
درصد فراوانی در طبیعت	۹۹/۹۸۸۵	۰/۰۱۱۴	ناچیز	(ساختگی)	(ساختگی)	(ساختگی)	(ساختگی)

✓ همه ی ایزوتوپ های هیدروژن دارای یک پروتون هستند ولی تعداد نوترون متفاوتی دارند.

✓ یک نمونه ی طبیعی از عنصر هیدروژن شامل سه ایزوتوپ ^1_1H ، ^2_1H و ^3_1H است. (توجه کنید که ایزوتوپ های ساختگی در نمونه ی طبیعی وجود ندارد یعنی در طبیعت وجود ندارند.)

✓ نیم عمر هر ایزوتوپ نشان می دهد که آن ایزوتوپ تا چه اندازه پایدار است به طوری که هر چه ایزوتوپ پایدارتر باشد، نیم عمر آن بلندتر است. (نیم عمر : ↑ ⇔ پایداری : ↑)

← در میان ایزوتوپ های هیدروژن، ^2_1H ناپایدارترین است زیرا کمترین نیم عمر و کم ترین زمان ماندگاری را دارد. (کمترین پایداری را دارد.)

تعریف نیم عمر: به مدت زمانی می گویند که ماده ی پرتوزا به نصف مقدار اولیه ی خود (بر اثر واکنش های پرتوزایی) کاهش یابد.

 $^1_1\text{H} > ^2_1\text{H} > ^3_1\text{H} > ^4_1\text{H} > ^5_1\text{H} > ^6_1\text{H} > ^7_1\text{H}$: ترتیب پایداری (ترتیب نیم عمر)

✓ پایداری ایزوتوپ ها به تعداد پروتون ها و نوترون های درون هسته بستگی دارد.

نکته اغلب هسته هایی که نسبت شمار نوترون ها به پروتون های آنها برابر یا بیش از ۱/۵ باشد، ناپایدارند و با گذشت زمان متلاشی می شوند.

طبق يك قاعدة کلی: اگر $\frac{N}{Z} \geq 1/5$ باشد، آن هسته ناپایدار است.

هسته ایزوتوپ های ناپایدار، ماندگار نیست و با گذشت زمان متلاشی می شود. این ایزوتوپ ها پرتوزا هستند و اغلب بر اثر تلاشی افزون بر ذره های پرنرژی، مقدار زیادی انرژی نیز آزاد می کنند. (هسته ی ایزوتوپ ناپایدار=پرتوزا)

← از ایزوتوپ های هیدروژن، پنج ایزوتوپ ${}^1_1\text{H}$ ، ${}^2_1\text{H}$ ، ${}^3_1\text{H}$ ، ${}^4_1\text{H}$ ، ${}^5_1\text{H}$ ، ${}^6_1\text{H}$ ، ${}^7_1\text{H}$ ناپایدار بوده و پرتوزا هستند. (یک ایزوتوپ طبیعی و ۴ ایزوتوپ ساختگی هیدروژن، ناپایدار هستند)

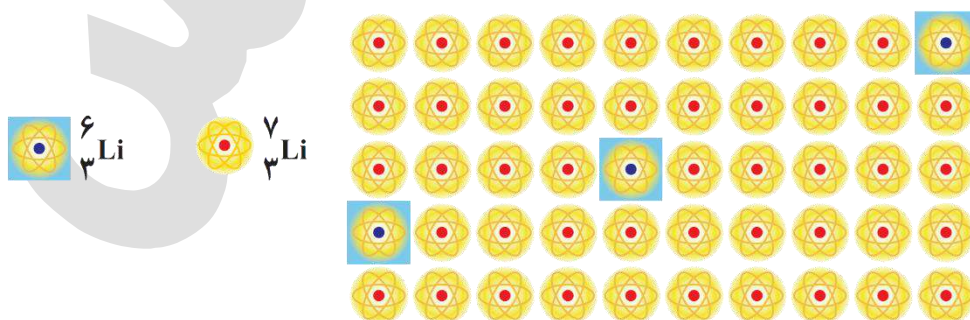
✓ به عنوان جمع بندی باید بدانیم هیدروژن دارای ۳ ایزوتوپ طبیعی و ۴ ایزوتوپ ساختگی است و از بین این ۷ ایزوتوپ، فقط دو ایزوتوپ پایدارند.

رادیوایزوتوپ: ایزوتوپ های پرتوزا و ناپایدار را رادیوایزوتوپ می گوئیم.

⇐ برخی از رادیو ایزوتوپ های مطرح شده در کتاب درسی:

رادیوایزوتوپی از فسفر (مربوط به شکل کتاب درسی!) و رادیوایزوتوپ تکنسیم (${}^{99}_{43}\text{Tc}$)، ${}^{59}_{26}\text{Fe}$ ، ${}^{14}_6\text{C}$ ، پنج ایزوتوپ هیدروژن (${}^3_1\text{H}$)، ${}^4_1\text{H}$ ، ${}^5_1\text{H}$ ، ${}^6_1\text{H}$ ، ${}^7_1\text{H}$) و ${}^{235}_{92}\text{U}$ و ...

سؤال باهم بیاندیشیم کتاب درسی: شکل زیر شمار تقریبی اتم های لیتیم را در یک نمونه طبیعی از آن نشان می دهد. با توجه به شکل، درصد فراوانی هر یک از ایزوتوپ های لیتیم را حساب کنید.



۷ دوره (تناوب)(ردیف)

تناوب اول : شامل ۲ عنصر	تناوب ششم : شامل ۳۲ عنصر (۱۸ عنصر + ۱۴ لانتانید)
تناوب دوم و سوم : هر کدام شامل ۸ عنصر	تناوب هفتم : شامل ۳۲ عنصر (۱۸ عنصر + ۱۴ اکتینید)
تناوب چهارم و پنجم : هر کدام شامل ۱۸ عنصر	

- در گروه های اصلی : عنصرهای سرگروه ، تناوب دومی اند. (به جز گروه ۱۸)
- واسطه ها از تناوب چهارم وارد می شوند. (با عنصر اسکاندیم) (عدد اتمی ۲۱)
- لانتانیدها (۱۴ عنصر) ← تناوب ۶ ، گروه ۳
- اکتینیدها (۱۴ عنصر) ← تناوب ۷ ، گروه ۳
- تناوب ۶ ، گروه ۳ شامل ۱۵ عنصر است. (از عدد اتمی ۵۷ تا ۷۱)
- تناوب ۷ ، گروه ۳ شامل ۱۵ عنصر است. (از عدد اتمی ۸۹ تا ۱۰۳)
- طولانی ترین گروه ← گروه ۳
- طولانی ترین تناوب ها ← تناوب ۶ و تناوب ۷

فلز ، نافلز و شبه فلز

از ۱۱۸ عنصر شناخته شده ، تنها ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می شود؛ این بدان معنا است که ۲۶ عنصر دیگر ساختگی (مصنوعی) است.

عنصرها را براساس رفتار آن ها به ۳ دسته فلز ، نافلز و شبه فلز تقسیم بندی می کنند.

فراوانی عنصرها در جدول تناوبی: **فلز < نافلز < شبه فلز**

- ویژگی های مشترک همه فلزها: رسانایی خوب گرما و برق ، داشتن جلا (سطح براق و صیقلی) ، قابلیت چکش خواری و شکل پذیری (مانند قابلیت ورقه و مفتول شدن) / به طور کلی تمایل به از دست دادن الکترون دارند.
- ویژگی های مشترک همه نافلزها: به طور معمول رساناهای خوبی برای گرما و برق نیستند (گرافیت نافلز و رسانا است). برخلاف فلزها ، به حالت جامد شکننده اند. عموماً سطح براقی ندارند. / تمایل به گرفتن یا اشتراک گذاشتن الکترون دارند.
- اگر یک عنصر را نتوان جزء فلزها یا نافلزها طبقه بندی کرد آن را جزء شبه فلزها قرار می دهند. خواص فیزیکی شبه فلزها بیشتر به فلزها شبیه بوده در حالی که رفتار شیمیایی آنها همانند نافلزها است. / شبه فلزها تمایل به اشتراک گذاشتن الکترون دارند.

تغییر شکل دادن عنصر در اثر ضربه ، یا ممکن است با خرد شدن شدن همراه باشد (رققار فلزی) و یا ممکن است با خرد شدن همراه نباشد (رققار فلزی)!

دقت کنید که شکل پذیری با تغییر شکل دادن تفاوت دارد. شکل پذیری شکل پذیر بودن یعنی فرم پذیر بودن! یعنی به همان حالتی که دلمان می فواید می توانیم آنرا شکل دهیم. اما تغییر شکل دادن لزوماً به معنای شکل پذیر بودن نیست. حتی اگر یک جسمی در اثر ضربه فرد هم شود می گوییم تغییر شکل داده.

پس شکل پذیری از ویژگی های فلزات است. تغییر شکل دادن اگر با فرد شدن همراه باشد از ویژگی نافلزات و اگر با فرد شدن همراه نباشد از ویژگی فلزات است.

فلزها

پیش از ۸۰ درصد عنصرها فلزند:

حالت فیزیکی فلزها در فشار ۱ atm و دمای اتاق :

- همه فلزها جامد به جز جیوه (Hg)
- جیوه Hg : تنها فلز مایع

فلزهای قلیایی (گروه ۱)

فلزهای قلیایی خاکی (گروه ۲)

فلزهای واسطه (گروه ۳ تا ۱۲)

آلومینیوم Al ، گالیم Ga ، ایندیم In و تالیم Tl (از گروه ۱۳)

قلع Sn ، سرب Pb (از گروه ۱۴)

بیسموت Bi (از گروه ۱۵)

نافلزها

۱۷ نافلز داریم:

هیدروژن H

کربن C (از گروه ۱۴)

نیتروژن N و فسفر P (از گروه ۱۵)

اکسیژن O ، گوگرد S و سلنیم Se (از گروه ۱۶)

هالوژن ها به جز استاتین (F ، Cl ، Br ، I)

گازهای نجیب (He ، Ne ، Ar ، Kr ، Xe ، Rn)

حالت فیزیکی نافلزها در فشار ۱ atm و دمای اتاق :

- برم Br_2 ← مایع
- کربن C ، گوگرد S ، سلنیم Se ، ید I_2 ← جامد
- سایر نافلزها در این شرایط به صورت گاز هستند.

تنها نافلز مایع = برم Br_2

پیشتر نافلزها در فشار ۱ atm و دمای اتاق = گازی

شبه فلزها

۸ شبه فلز داریم :

	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
۲	B				
۳		Si			
۴		Ge	As		
۵			Sb	Te	
۶				Po	At

در گروه های ۱۳ و ۱۷ ، یک شبه فلز در تناوب ۲ و ۳ : هر کدام یک شبه فلز

در گروه های ۱۴ ، ۱۵ و ۱۶ دو شبه فلز در تناوب های ۴ ، ۵ و ۶ : هر کدام دو شبه فلز

نکته ی مهم :

بالای شبه فلزها ← نافلزند

پایین شبه فلزها ← فلزند

✓ حالت فیزیکی همه شبه فلزها در فشار 1 atm و دمای اتاق به صورت جامد است.

✓ در گروه های ۱۴ و ۱۵ هر سه نوع فلز ، نافلز و شبه فلز وجود دارند.

✓ گروه ۱۷، تنها گروه جدول است که شامل هر سه حالت گاز (فلوئور و کلر)، مایع (برم) و جامد (ید و استاتین) می باشد.

🧪 فراوانی عناصرها در جدول تناوبی :

شبه فلزها > نافلزها > فلزهای گروه های اصلی > فلزهای واسطه داخلی (دسته f) > فلزهای واسطه خارجی (دسته d)

🧪 تعداد عناصرها بین دو عنصر:

۱- اختلاف عدداتمی = تعداد عناصر بین دو عنصر در جدول

نکته مهم:

عدداتمی زوج ← گروه زوج

عدداتمی فرد ← گروه فرد

تست ۱ (تیپ ۱) : ${}_{22}X$ متعلق به کدام گروه است؟

(۱) ۳ (۲) ۱۵ (۳) ۱۴ (۴) ۷

تست ۲ (تیپ ۲) : کدام عنصر در جدول تناوبی با نیکل (${}_{28}Ni$) هم گروه است؟

(۱) ${}_{42}Mo$ (۲) ${}_{46}Pa$ (۳) ${}_{48}Cd$ (۴) ${}_{56}Ba$

تست ۳ (تیپ ۳) : در میان عنصر ${}_{13}Al$ ، ${}_{19}X$ ، ${}_{31}Y$ و ${}_{36}D$ ، کدام دو عنصر به ترتیب در یک دوره و کدام دو عنصر در یک گروه

جدول تناوبی جای دارند؟

(۱) A و Y - D و A (۲) A و Y - X و D (۳) X و A - Y و D (۴) X و A - D و Y

تست ۴ (تیپ ۴) : با توجه به اینکه عدداتمی کلسیم برابر ۲۰ است ، عدداتمی عنصر اصلی هم دوره ی بعد از آن کدام است؟

(۱) ۲۸ (۲) ۳۰ (۳) ۳۱ (۴) ۳۲

جرم اتمی میانگین

جرم اتمی میانگین هر عنصر همان جرم نشان داده شده در جدول دوره ای عنصر هاست.

(بیش تر عنصرهایی که در طبیعت یافت می شوند بیش از یک ایزوتوپ دارند و جرم ایزوتوپ های یک عنصر نیز باهم تفاوت دارد ولی عددی که از جرم اتمی یک عنصر در جدول دوره ای قرار می گیرد ، میانگینی از جرم ایزوتوپ های آن عنصر است که به آن جرم اتمی میانگین گفته می شود).

برای مثال لیتیم دارای دو ایزوتوپ ${}^6\text{Li}$ (۷ amu) و ${}^7\text{Li}$ (۶ amu) است ، ولی جرم اتمی لیتیم در جدول دوره ای ، ۶/۹۴ amu است.

جرم اتمی میانگین از رابطه ی روبه رو به دست می آید:

$$\bar{M} = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2 + \dots}{F_1 + F_2 + \dots}$$

M_1 و M_2 و $M_3 \dots$: جرم اتمی یا عددجرمی ایزوتوپ ها

F_1 و F_2 و $F_3 \dots$: فراوانی ایزوتوپ ها

نکته ۱: جرم اتم به تعداد پروتون ها و نوترون های درون هسته بستگی دارد. بنابراین : جرم اتم \approx عددجرمی

نکته ۲: اگر فراوانی ایزوتوپ ها بر حسب درصد باشد، مجموع $F_1 + F_2 + F_3 + \dots$ برابر ۱۰۰ است.

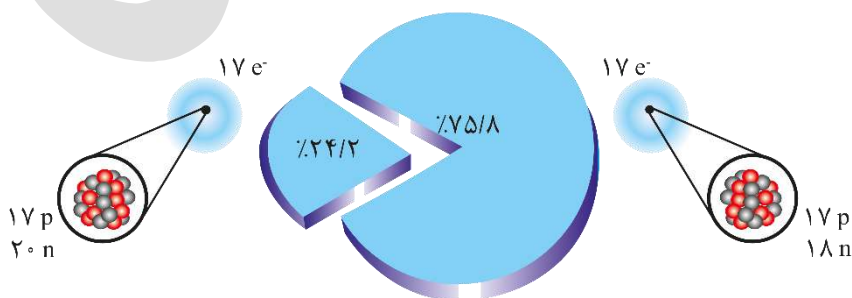
نکته ۳: هرچه فراوانی یک ایزوتوپ بیشتر باشد ، پایداری بیشتری دارد.

نکته ۴: جرم اتمی میانگین به ایزوتوپی نزدیکتر است که فراوانی بیشتری دارد.

بله! بیادیشیم کتاب درسی: شکل زیر ایزوتوپ های کلر را نشان می دهد.

(آ) جرم اتمی میانگین کلر را حساب کنید.

(ب) جرم اتمی میانگین به دست آمده را با جرم اتمی کلر در جدول دوره ای مقایسه کنید.



تپتستهای جرم اتمی میانگین

تپت۱: نقره دارای دو ایزوتوپ با جرم های اتمی $106/9$ و $108/9$ است. اگر فراوانی ایزوتوپ سبک تر آن برابر 52 درصد باشد، جرم اتمی میانگین نقره کدام است؟

- (۱) $107/84$ (۲) $107/86$ (۳) $107/88$ (۴) $107/89$

تپت۲: با توجه به شکل رو به رو، که توزیع اتم های بور را در بور طبیعی نشان می دهد، می توان دریافت که فراوانی ایزوتوپ بیشتر و پایدارتر است و جرم اتمی میانگین بور با amu است.



(۱) $10/8$, ${}^{10}_5\text{B}$, ${}^{11}_5\text{B}$

(۲) $10/8$, ${}^{11}_5\text{B}$, ${}^{10}_5\text{B}$

(۳) $10/9$, ${}^{11}_5\text{B}$, ${}^{10}_5\text{B}$

(۴) $10/9$, ${}^{10}_5\text{B}$, ${}^{11}_5\text{B}$

تپت۳: عنصر ${}^{18}\text{X}$ با جرم اتمی میانگین $36/8 \text{ g.mol}^{-1}$ ، دارای سه ایزوتوپ طبیعی است که یکی از آن ها دارای 20 نوترون و فراوانی 20% و دیگری 18 نوترون با فراوانی 70% است. شمار نوترون های ایزوتوپ دیگر کدام است؟ (جرم پروتون و نوترون را یکسان و برابر 1 amu در نظر بگیرید)

- (۱) 21 (۲) 22 (۳) 23 (۴) 24

تپت۴: کلر در طبیعت دارای دو ایزوتوپ با جرم اتمی 35 amu و 37 amu و کربن دارای دو ایزوتوپ با جرم اتمی 12 amu و 13 amu است. تفاوت جرم مولکولی سبک ترین و سنگین ترین مولکول کربن تتراکلرید، چند amu است؟

- (۱) 6 (۲) 7 (۳) 8 (۴) 9

تیپ ۵: عنصر A دارای سه ایزوتوپ ^{84}A ، ^{86}A و ^{88}A است. اگر درصد فراوانی سبک ترین ایزوتوپ آن ۲۰٪ و جرم اتمی میانگین A برابر ۸۶/۴ باشد، درصد فراوانی دو ایزوتوپ دیگر به ترتیب از راست به چپ کدام اند؟ (عددجرمی را به تقریب معادل جرم یک مول از هر ایزوتوپ در نظر بگیرید.)

(۱) ۶۰، ۲۰ (۲) ۴۰، ۴۰ (۳) ۳۰، ۵۰ (۴) ۲۰، ۶۰

تیپ ۶: با توجه به داده های جدول زیر، جرم مولکولی ترکیب A_2X_3 ، چند amu است؟ (عددجرمی را برابر جرم اتمی با یکای amu در نظر بگیرید.)

^{27}X	^{25}X	^{47}A	^{45}A	ایزوتوپ
۸۰	۲۰	۹۰	۱۰	درصد فراوانی

(۱) ۲۱۳/۶ (۲) ۲۰۳/۴

(۳) ۱۹۸/۵ (۴) ۱۸۸/۷

تیپ ۷: یون X^- دارای ۳۶ الکترون است. در صورتی که در یکی از ایزوتوپ های عنصر X با فراوانی ۹۰٪، رابطه $\text{A} = \frac{16}{7}\text{Z}$ برقرار باشد، و در ایزوتوپ دیگر اختلاف پروتون و نوترون ۹ باشد، جرم اتمی میانگین عنصر X کدام است؟

(۱) ۷۹/۱

(۲) ۷۹/۲

(۳) ۷۹/۹

(۴) ۷۹/۵

مفاهیم مقدماتی اصل آفبا و آرایش الکترونی :

(۱) اطراف هسته ی اتم ، ۷ لایه داریم.

(۲) هر لایه از تعدادی زیرلایه تشکیل شده است.

(۳) در هر لایه به تعداد شماره ی لایه ، زیرلایه داریم.

زیرلایه ها	s → حداکثر ۲ الکترون
	p → حداکثر ۶ الکترون
	d → حداکثر ۱۰ الکترون
	f → حداکثر ۱۴ الکترون
	g
	h
	i

$n=7 \rightarrow 7s \quad 7p \quad 7d \quad 7f \quad 7g \quad 7h \quad 7i$

$n=6 \rightarrow 6s \quad 6p \quad 6d \quad 6f \quad 6g \quad 6h$

$n=5 \rightarrow 5s \quad 5p \quad 5d \quad 5f \quad 5g$

$n=4 \rightarrow 4s \quad 4p \quad 4d \quad 4f$

$n=3 \rightarrow 3s \quad 3p \quad 3d$

$n=2 \rightarrow 2s \quad 2p$

$n=1 \rightarrow 1s$

زیرلایه ها

s

p

d

f

g

h

i

حداکثر گنجایش زیرلایه ها برای الکترون ها: s^2, p^6, d^{10}, f^{14}

اعداد کوانتومی:

۱- عدد کوانتومی اصلی (n)

- * مقادیر مجاز $n = 1, 2, 3, \dots, 7$
- * مشخص کننده ی شماره ی لایه ی الکترونی
- * مشخص کننده ی تعداد زیرلایه ها در هر لایه ی الکترونی
- * مشخص کننده ی سطح انرژی لایه
- * هر چه n بزرگتر باشد \leftarrow سطح انرژی لایه : بیشتر
- * توجه: انرژی با پایداری رابطه ی عکس دارد \leftarrow انرژی : بیشتر \leftarrow پایداری : کمتر

مثال: $n=3 \rightarrow$ سوم ی لایه \rightarrow ۳ زیرلایه شامل $\begin{cases} 3s \\ 3p \\ 3d \end{cases}$

۲- عدد کوانتومی فرعی (l)

* مشخص کننده ی نوع زیرلایه

- $l=0 \rightarrow s$
- $l=1 \rightarrow p$
- $l=2 \rightarrow d$
- $l=3 \rightarrow f$

* مقادیر مجاز در هر لایه $\leftarrow n-1$ تا ۰

مثال: $n=3$
 $l=1 \rightarrow 3p$

مثال: $n=3$
 $l=3 \rightarrow 3f$

ترتیب پر شدن زیرلایه ها از الکترون (اصل آفبا):

زیرلایه ای زودتر اشغال می شود که:

سطح انرژی پایین تر \Leftarrow پایداری بیشتر

$$\downarrow (n+l)$$

مثال: کدام زیرلایه زودتر از الکترون اشغال می شود؟

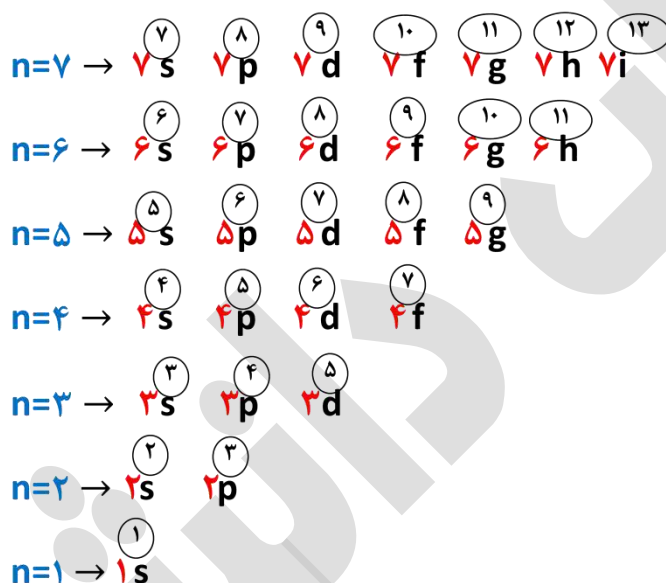
مثال ۱: $1s$ و $2s$

مثال ۲: $3d$ و $4s$

مثال ۳: $3s$ و $2p$

توجه: اگر مجموع اعداد کوانتومی اصلی و فرعی $(n+l)$

دو یا چند زیرلایه یکسان باشد، زیرلایه ای زودتر از الکترون اشغال می شود که عدد کوانتومی اصلی آن (n) کمتر باشد. (به عبارت دیگر به هسته نزدیکتر باشد).



ترتیب پر شدن زیرلایه ها (اصل آفبا)



توان $f^{14}, d^{10}, p^6, s^2 \Leftarrow$

ضریب s : از ۱ شروع می شود

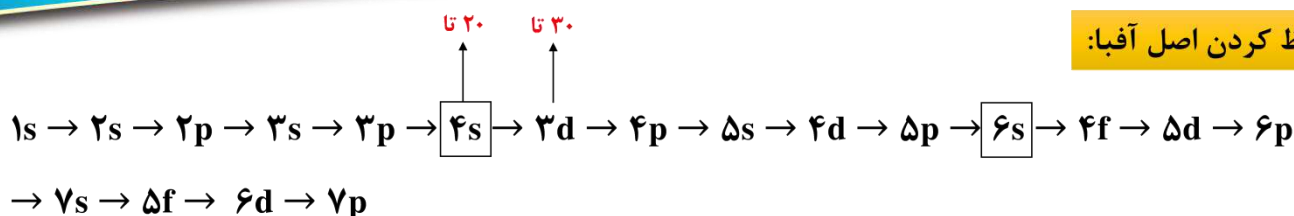
ضریب p : از ۲ شروع می شود

ضریب d : از ۳ شروع می شود

ضریب f : از ۴ شروع می شود

ضریب

حفظ کردن اصل آفبا:



p مثل s
d یکی کمتر از s
f دو تا کمتر از s

d ← بعد از 4s می آید.

f ← بعد از 6s می آید.

الگوی اصل آفبا $ns (n-2)f (n-1)d np$

رسم آرایش الکترونی اتم ها:

ابتدا الکترون ها را به کمک اصل آفبا وارد زیرلایه ها می کنیم (توان گذاری زیرلایه ها). پس از آن ، زیرلایه ها را به ترتیب ضرایبشان مرتب می نماییم.

توان گذاری با اصل آفبا → ${}^{26}\text{Fe}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$

آرایش الکترونی → ${}^{26}\text{Fe}: 1s^2 / 2s^2 2p^6 / 3s^2 3p^6 3d^6 / 4s^2$

سؤال ۱: آخرین زیرلایه ای که از الکترون اشغال شده، کدام است؟ (آخرین الکترون وارد کدام زیرلایه می شود؟)

پاسخ: زیرلایه ی 3d (در پاسخ به اینگونه سؤالات به ترتیب اصل آفبا توجه می کنیم؛ زیرا اصل آفبا همان ترتیب اشغال زیرلایه ها توسط الکترون هاست.)

سؤال ۲: بیرونی ترین زیرلایه ای که از الکترون اشغال شده ، کدام است؟ (آرایش الکترونی به کدام زیرلایه ختم می شود؟)

پاسخ: زیرلایه ی 4s (در پاسخ به اینگونه سؤالات به آرایش الکترونی توجه می کنیم؛ زیرا آرایش الکترونی ، فاصله ی الکترون ها را از هسته نشان می دهد.)

تمرین:

آرایش الکترونی اتم های زیر را رسم کنید:

${}_{28}\text{Ni}$

${}_{11}\text{Na}$

${}_{35}\text{Br}$

${}_{31}\text{Ga}$

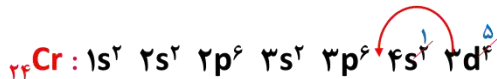
${}_{15}\text{P}$

${}_{19}\text{K}$

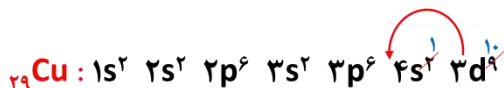
استثناء در رسم آرایش الکترونی

در آرایش الکترونی اتم خنثی، هرگز زیرلایه ی d^9 یا d^4 نداریم!

در این حالت باید از زیرلایه s کناری، یک الکترون کم کرده و به زیرلایه d مورد نظر اضافه کنیم.



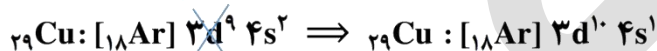
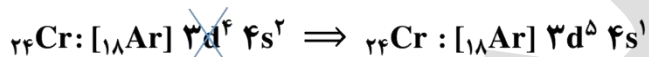
آرایش الکترونی $\rightarrow 1s^2 / 2s^2 2p^6 / 3s^2 3p^6 3d^5 / 4s^1$



آرایش الکترونی $\rightarrow 1s^2 / 2s^2 2p^6 / 3s^2 3p^6 3d^{10} / 4s^1$

توجه: اگر در سؤالی آرایش الکترونی اتم مجهولی به $3d^x 4s^1$ ختم شده باشد، اتم مورد نظر یا کروم (Cr) است یا مس (Cu)!!

در محدوده کنکور، عنصرهای ${}_{24}\text{Cr}$ ، ${}_{29}\text{Cu}$ ، ${}_{42}\text{Mo}$ و ${}_{47}\text{Ag}$ دارای چنین استثنائی هستند.

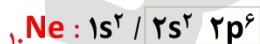


رسم آرایش الکترونی اتم ها به روش گازهای نجیب (آرایش الکترونی فشرده)

در رسم آرایش الکترونی فشرده حتماً باید گازهای نجیب را به همراه عدداتی آنها به خاطر بسپارید.



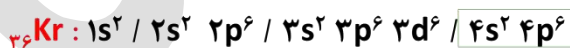
${}^2\text{He}$: متعلق به دوره اول



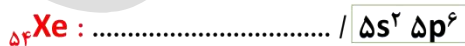
${}^{10}\text{Ne}$: متعلق به دوره دوم \leftarrow ختم به $2p^6$



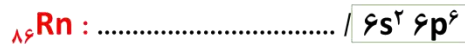
${}^{18}\text{Ar}$: متعلق به دوره سوم \leftarrow ختم به $3p^6$



${}^{36}\text{Kr}$: متعلق به دوره چهارم \leftarrow ختم به $4p^6$



${}^{54}\text{Xe}$: متعلق به دوره پنجم \leftarrow ختم به $5p^6$



${}^{86}\text{Rn}$: متعلق به دوره ششم \leftarrow ختم به $6p^6$

توجه: آرایش الکترونی گازهای نجیب به np^6 ختم می شود (به استثنای هلیوم که آرایش آن $1s^2$ است).

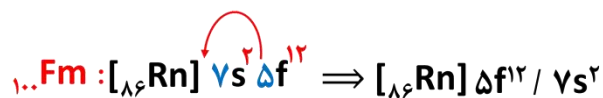
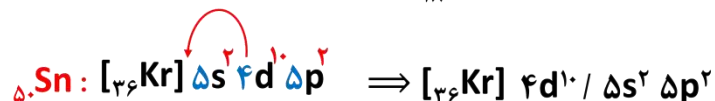
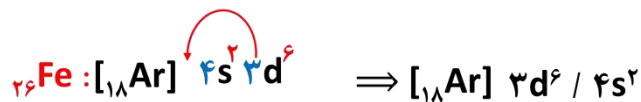
رسم آرایش الکترونی اتم ها به روش گازهای نجیب (آرایش الکترونی فشرده)

برای رسم آرایش الکترونی فشرده، از گاز نجیب کمک می گیریم به این صورت که :

۱. نزدیک ترین گاز نجیب قبل از اتم مورد نظر را پیدا می کنیم و آن را داخل کروشه قرار می دهیم.

۲. طبق آفبا شروع به پر کردن زیرلایه های بعدی می کنیم.

۳. در پایان، زیرلایه ها را مرتب می کنیم.

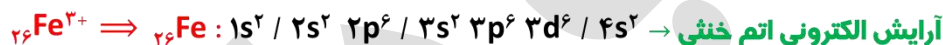


رسم آرایش الکترونی یون ها

برای رسم آرایش الکترونی یک یون ، ابتدا آرایش الکترونی اتم خنثی آن را رسم می کنیم.

اگر یون مثبت بود : به تعداد بار یون ، از آخرین زیرلایه شروع به جدا کردن (برداشتن) الکترون می کنیم.

اگر یون منفی بود : به تعداد بار یون ، به آخرین زیرلایه شروع به اضافه کردن الکترون می کنیم.



تمرین: آرایش الکترونی یون های زیر را بنویسید و تعیین کنید که کدام یک به آرایش پایدار گاز نجیب می رسند.



لایه ظرفیت و الکترون های ظرفیتی

در آرایش الکترونی به بیرونی ترین لایه ، **لایه ظرفیت** می گوئیم. (البته نه همواره!)

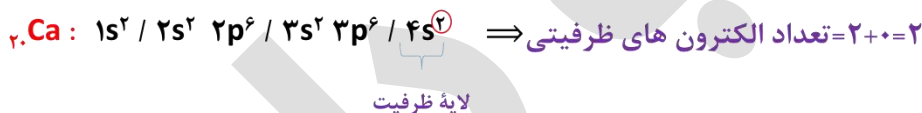
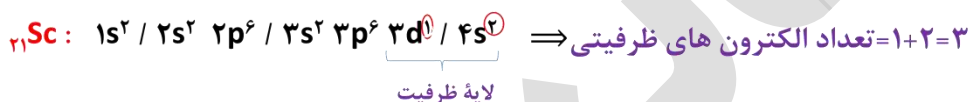
لایه ظرفیت یک اتم ، لایه ای است که الکترون های آن ، رفتار شیمیایی اتم را تعیین می کند.

به الکترون های موجود در لایه ظرفیت ، **الکترون های ظرفیتی** اتم می گویند.

تعیین تعداد الکترون های ظرفیتی \Rightarrow اگر آرایش الکترونی اتم \rightarrow به **s** ختم شود \Leftarrow مجموع توان های **s** و **d** آخر
به **p** ختم شود \Leftarrow مجموع توان های **s** و **p** آخر

روش تستی:

تعداد الکترون های ظرفیتی = عدد یکان شماره گروه



تعیین شماره دوره و گروه از روی آرایش الکترونی

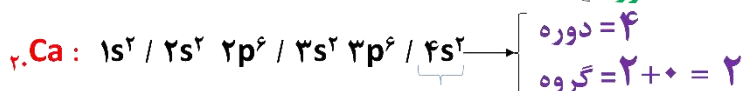
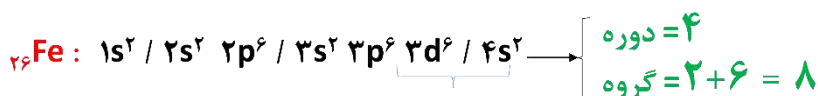
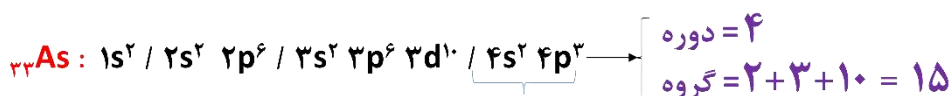
\leftarrow برای تعیین شماره دوره و گروه یک گونه شیمیایی، به آرایش الکترونی اتم **خشی** آن توجه می کنیم.

بزرگترین ضریب

اگر آرایش الکترونی به **s** ختم شود \Leftarrow مجموع توان های **s** و **d** آخر

اگر آرایش الکترونی به **p** ختم شود \Leftarrow مجموع توان های **s** و **p** آخر + ۱۰

(توان $p + 12$)



تشخیص سریع دوره از روی عدد اتمی

دوره اول	۱	۲He
دوره دوم	۳	۱۰Ne
دوره سوم	۱۱	۱۸Ar
دوره چهارم	۱۹	۳۶Kr
دوره پنجم	۳۷	۵۴Xe
دوره ششم	۵۵	۸۶Rn
دوره هفتم	۸۷	۱۱۸Og

تشخیص سریع گروه : استفاده از عددهای خاص

دسته بندی عناصرها برحسب پرشدن زیرلایه ها

عناصرها بر مبنای زیرلایه ای که آخرین الکترون در آن وارد می شود به چهار دسته تقسیم می شوند:

عناصرهای دسته ی s (اصلی): عنصرهایی که زیرلایه ی s آن ها در حال پر شدن است. (عناصر اصلی گروه ۱ و ۲ و هلیوم)

عناصرهای دسته ی p (اصلی): عنصرهایی که زیر لایه ی p آن ها در حال پر شدن است. (عناصر اصلی گروه ۱۳ تا ۱۸ به جز هلیوم)

عناصرهای دسته ی d (فرعی=واسطه): عنصرهایی که زیر لایه ی d آن ها در حال پر شدن است. (عناصر گروه ۳ تا ۱۰)

عناصرهای دسته ی f (فرعی=واسطه): عنصرهایی که زیر لایه ی f آن ها در حال پر شدن است. (شامل ۲۸ عنصر دو ردیف پایین)

جدول که در گروه ۳ و دوره های ۶ و ۷ قرار دارند)

تشخیص سریع:

اگر آرایش الکترونی به **p** ختم شد \Leftarrow دسته **p**

اگر آرایش الکترونی به **s** **d** ختم شد \Leftarrow دسته **d**

اگر آرایش الکترونی فقط به **s** ختم شد \Leftarrow دسته **s**

دسته **p** $\Rightarrow 1s^2 / 2s^2 2p^6 / 3s^2 3p^6 3d^6 / 4s^2 4p^3 \Rightarrow {}_{33}\text{As}$

${}_{12}\text{Mg}$

دسته **d** $\Rightarrow 1s^2 / 2s^2 2p^6 / 3s^2 3p^6 3d^1 / 4s^2 \Rightarrow {}_{21}\text{Sc}$

${}_{30}\text{Zn}$

دسته **s** $\Rightarrow 1s^2 / 2s^2 2p^6 / 3s^2 3p^6 / 4s^2 \Rightarrow {}_{20}\text{Ca}$

Diagram illustrating the articulation of the consonants **s**, **d**, and **p** on a grid. The grid shows the progression of the articulation process across columns and rows.

Consonant s: The articulation process is shown in the first column, with the letter **s** appearing in the first row.

Consonant d: The articulation process is shown in the fourth column, with the letter **d** appearing in the first row.

Consonant p: The articulation process is shown in the seventh column, with the letter **p** appearing in the first row.

تشخیص سریع لایه ظرفیت (به کمک عدد های خاص)

ns (n-٢)f (n-١)d np : *تشخيص لايه ظرفيت :

*منظور از n همان شماره دوره (تناوب) است.

[illegible]

چند نوع سؤال:

۱- آرایش الکترونی عنصر دارای عدد اتمی ۴۱ را رسم کنید.

۲- شماره گروه عنصر دارای عدد اتمی ۴۱ را مشخص کنید.

۳- آرایش الکترونی X^{2+}_{46} را رسم کنید.

تمرین: در مورد اتم ${}^{35}\text{Br}$ به سؤالات زیر پاسخ دهید.

(آ) چند لایه توسط الکترون ها اشغال شده اند؟

(ب) چند لایه توسط الکترون ها پر شده اند؟

(پ) چند زیر لایه توسط الکترون ها اشغال شده اند؟

(ت) چند زیر لایه توسط الکترون ها پر شده اند؟

(ث) چند الکترون دارای $l=0$ است؟

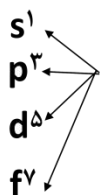
(ج) چند الکترون دارای $n=3$ و $l=1$ است؟

(ح) این عنصر دارای چند زیر لایه پر است؟

(خ) این عنصر دارای چند زیر لایه نیم پر است؟ ← حالت نیم پر زیر لایه ها

(د) این عنصر به کدام گروه و دوره تعلق دارد؟

(ذ) این عنصر به کدام دسته تعلق دارد؟



تبدیل آرایش الکترونی یون به اتم خنثی

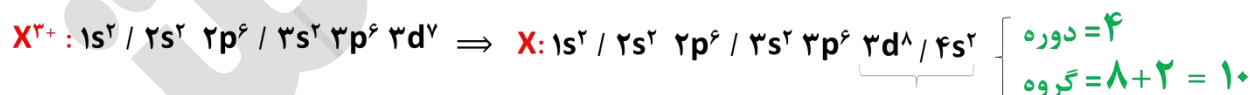
نکته: برای تعیین دسته بندی عنصر، شماره ی گروه و دوره، تعیین لایه ظرفیت و الکترون های ظرفیتی، حتماً باید به آرایش الکترونی اتم خنثی توجه کنیم.

بنابراین اگر در سؤالی آرایش الکترونی یک یون داده شد و یکی از موارد بالا مورد سؤال قرار گرفت، باید با توجه به آرایش الکترونی اتم خنثی آن، سؤال را پاسخ دهیم. برای تبدیل آرایش الکترونی یون به آرایش اتم خنثی، طبق اصل آفبا عمل می کنیم.



توجه: اگر آرایش الکترونی یون مثبت، به $3d$ ختم شده باشد برای رسیدن به آرایش اتم خنثی، ابتدا الکترون های از دست رفته را به $4s$ اضافه می کنیم و سپس الکترون های باقیمانده را به $3d$ اضافه می نماییم.

مثال: با توجه به اینکه آرایش الکترونی یون X^{3+} به $3d^7$ ختم شده است، تعیین کنید X در کدام گروه و دوره قرار دارد؟



تمرین ۱: با توجه به اینکه آرایش الکترونی یون X^{2+} به $3d^6$ ختم شده است، تعیین کنید X در کدام گروه و دوره قرار دارد و عدد اتمی آن کدام است؟

تمرین ۲: با توجه به اینکه آرایش الکترونی یون X^{2+} به $3d^9$ ختم شده است، تعیین کنید X در کدام گروه و دوره قرار دارد و عدد اتمی آن کدام است؟

تمرین ۳: با توجه به اینکه آرایش الکترونی یون X^{3+} به $3d^3$ ختم شده است، تعیین کنید X در کدام گروه و دوره قرار دارد و عدد اتمی آن کدام است؟

تمرین ۴: با توجه به اینکه یون X^{3+} دارای ۲۴ الکترون است، تعیین کنید X در کدام گروه و دوره قرار دارد؟

تمرین ۵: با توجه به اینکه آرایش الکترونی یون X^{3+} به $3p^6$ ختم شده است، تعیین کنید X در کدام گروه و دوره قرار دارد و عدد اتمی آن کدام است؟

تمرین ۶: با توجه به اینکه آرایش الکترونی یون X^{3-} به $3p^6$ ختم شده است، تعیین کنید X در کدام گروه و دوره قرار دارد و عدد اتمی آن کدام است؟

تیب تست های مبتدیان آرایش الکترونی

۱- اتم ژرمانیم (${}_{32}\text{Ge}$) لایه و زیرلایه از الکترون اشغال شده است که از میان آن ها ، زیرلایه ، هر یک دارای دو الکترون و زیرلایه هریک دارای شش الکترون است.

(۱) پنج - ده - شش - دو (۲) چهار - هشت - پنج - سه

(۳) چهار - هشت - پنج - دو (۴) پنج - ده - شش - سه

۲- در اتم ${}_{22}\text{Ti}$ ، زیرلایه از الکترون اشغال شده است و الکترون های جای گرفته در بیرونی ترین زیرلایه اشغال شده ی آن ، دارای عددهای کوانتومی $n=...$ و $l=...$ اند.

(۱) ۷ - ۴ و ۰ (۲) ۷ - ۳ و ۱ (۳) ۶ - ۴ و ۰ (۴) ۶ - ۳ و ۱

۳- چند الکترون در اتم آرسنیک (${}_{33}\text{As}$) دارای عددهای کوانتومی $n=4$ هستند؟

(۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵

۴- آرایش الکترونی کاتیون در CoCl_2 کدام است؟ (کبالت در دوره چهارم و گروه ۹ جای دارد)

(۱) $[\text{Ar}] 3d^7$ (۲) $[\text{Ar}] 3d^6$ (۳) $[\text{Ar}] 4s^2 4p^4$ (۴) $[\text{Ar}] 4s^2 4p^5$

۵- اگر عنصر E از گروه ۱۵ با عنصر G عدداتی آن برابر ۳۴ است ، هم دوره باشد ، عدداتی عنصر E کدام است و در بیرونی ترین زیرلایه الکترونی آن ، چند الکترون وجود دارد؟

(۱) ۳ - ۳۵ (۲) ۳ - ۳۳ (۳) ۳ - ۳۲ (۴) ۳ - ۳۵

۶- اتم عنصر گروه ۱۱ از دوره ی پنجم جدول تناوبی دارای زیرلایه نیم پر و در آن الکترون دارای عددکوانتومی $l=1$ است.

(۱) یک - ۱۶ (۲) یک - ۱۸ (۳) دو - ۱۶ (۴) دو - ۱۸

۷- الکترونی با عددهای کوانتومی $l=3$ و $n=4$ در اتم کدام عنصر وجود دارد؟

(۱) هالوژن دوره پنجم (۲) فلز واسطه دوره ی چهارم (۳) گاز نجیب دوره ی ششم (۴) فلزقلیایی خاکی دوره ششم

۸- اگر شمار الکترون های زیرلایه $4s$ اتم عنصر A دو برابر شمار الکترون های این زیرلایه در اتم عنصر B و شمار الکترون های زیرلایه $3d$ اتم آن برابر نصف شمار الکترون های این زیرلایه در اتم عنصر b باشد، A و B به ترتیب از راست به چپ ، کدام دو عنصر در دوره چهارم جدول تناوبی اند؟

(۱) ${}_{29}\text{Cu} - {}_{24}\text{Cr}$ (۲) ${}_{29}\text{Cu} - {}_{25}\text{Mn}$ (۳) ${}_{30}\text{Zn} - {}_{24}\text{Cr}$ (۴) ${}_{30}\text{Zn} - {}_{25}\text{Mn}$

۹- در چند اتم عنصرهای واسطه ی تناوب چهارم ، زیرلایهٔ ۳d به ترتیب ، نیم پر و پر شده است؟

- (۱) ۲-۲ (۲) ۳-۲ (۳) ۳-۲ (۴) ۱-۱

۱۰- در دوره ی چهارم جدول تناوبی ، نسبت شمار عنصرهایی که زیرلایه ی ۳d پر دارند ، به شمار عنصرهایی که آخرین زیرلایه ی

آن ها پر است، کدام است؟

- (۱) $\frac{4}{5}$ (۲) $\frac{5}{4}$ (۳) $\frac{3}{5}$ (۴) $\frac{5}{3}$

شهاب دانش

ساختار اتم و رفتار آن

• پایداری با واکنش پذیری رابطه عکس دارد.

واکنش پذیری : کمتر \Leftarrow پایداری : بیشتر

• گازهای نجیب در طبیعت به شکل تک اتمی یافت می شوند.

\Leftarrow این واقعیت بیانگر این است که این گازها واکنش ناپذیر بوده یا واکنش پذیری بسیار کمی دارند \Leftarrow از این رو گازهای نجیب پایداری دارند.

• علت پایداری گازهای نجیب را باید در آرایش الکترونی آن ها جست!

آرایش پایدار گازهای نجیب

آرایش دوتایی \rightarrow ${}^1\text{He} : 1s^2$

${}^{10}\text{Ne} : 1s^2 / 2s^2 2p^6$

${}^{18}\text{Ar} : 1s^2 / 2s^2 2p^6 / 3s^2 3p^6$

${}^{36}\text{Kr} : 1s^2 / 2s^2 2p^6 / 3s^2 3p^6 3d^6 / 4s^2 4p^6$

${}^{54}\text{Xe} : \dots\dots\dots / 5s^2 5p^6$

${}^{86}\text{Rn} : \dots\dots\dots / 6s^2 6p^6$

${}^{118}\text{Og} : \dots\dots\dots / 7s^2 7p^6$

$ns^2 np^6 \rightarrow$ آرایش هشتایی (اوکت)

نتیجه: هر گاه آرایش الکترونی یک گونه شیمیایی به صورت $1s^2$ باشد یا به $ns^2 np^6$ ختم شود، یعنی گونه مورد نظر به پایداری رسیده است.

• سایر اتم ها تمایل دارند با شرکت در واکنش های شیمیایی پایدار شوند و آرایش خود را به $1s^2$ یا $ns^2 np^6$ برسانند.
اتم ها برای پایدار شدن:

۱- یا الکترون از دست می دهند (تشکیل یون مثبت یا کاتیون)

۲- یا الکترون می گیرند (تشکیل یون منفی یا آنیون)

۳- یا الکترون به اشتراک می گذارند (تشکیل پیوند کووالانسی)

نکته: فلزها تمایل دارند الکترون از دست بدهند و نافلزها تمایل دارند الکترون بگیرند.

نکته: فلزها با از دست دادن الکترون به آرایش گاز نجیب قبل از خود (دوره قبلی) می رسند و نافلزها با گرفتن الکترون به آرایش گاز نجیب بعد از خود (همدوره خود) می رسند.

یون های تک اتمی

یون سدیم	۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	یون فلوئورید
	Li ⁺				N ^{۳-}	O ^{۲-}	F ⁻	
	Na ⁺	Mg ^{۲+}	Al ^{۳+}		P ^{۳-}	S ^{۲-}	Cl ⁻	
	K ⁺	Ca ^{۲+}	Ga ^{۳+}				Br ⁻	
	Rb ⁺	Sr ^{۲+}		Sn			I ⁻	
	Cs ⁺	Ba ^{۲+}		Pb				

Sn^{۲+}

یون قلع (II)

Sn^{۴+}

یون قلع (IV)

Mg^{۲+}

~~یون منیزیم (II)~~

Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
اسکاندیم	تیتانیوم	وانادیم	کروم	منگنز	آهن	کبالت	نیکل	مس	روی
Sc ^{۳+}	Ti ^{۲+}	V ^{۲+}	Cr ^{۲+}	Mn ^{۲+}	Fe ^{۲+}	Co ^{۲+}	Ni ^{۲+}	Cu ⁺	Zn ^{۲+}
	Ti ^{۴+}	V ^{۳+}	Cr ^{۳+}	Mn ^{۳+}	Fe ^{۳+}	Co ^{۳+}	Ni ^{۳+}	Cu ^{۲+}	
		V ^{۵+}							

								Ag	Cd
								نقره	کادمیم

Ag⁺ Cd^{۲+}

									Hg
									جیوه

Hg^{۲+}

یون های چند اتمی

NO _۳ ⁻	نیترات
SO _۴ ^{۲-}	سولفات
CO _۳ ^{۲-}	کربنات
PO _۴ ^{۳-}	فسفات
OH ⁻	هیدروکسید
NH _۴ ⁺	آمونیم



آلومینیم اکسید	$\text{Al}^{3+} \text{ O}^{2-}$	Al_2O_3
سدیم سولفید	$\text{Na}^+ \text{ S}^{2-}$	Na_2S
کروم (II) کلرید	$\text{Cr}^{2+} \text{ Cl}^-$	CrCl_2
کلسیم سولفات	$\text{Ca}^{2+} \text{ SO}_4^{2-}$	CaSO_4
کلسیم فسفات	$\text{Ca}^{2+} \text{ PO}_4^{3-}$	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
مس (I) نیترات	$\text{Cu}^+ \text{ NO}_3^-$	CuNO_3
آمونیم کربنات	$\text{NH}_4^+ \text{ CO}_3^{2-}$	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$
آهن (III) هیدروکسید	$\text{Fe}^{3+} \text{ OH}^-$	Fe(OH)_3

نکته

آمونیم کربنات $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$

۱	چند عنصر	۴
۲	تعداد اتم؟	۱۴
۳	نسبت شمار آنیون به کاتیون	$\frac{۱}{۲}$
۴	ترکیب یونی چند تایی	چهار تایی

ترکیب یونی چند تایی؟ NH_4NO_3 آمونیم نیترات

نامگذاری ترکیبات مولکولی:

برای نامگذاری ترکیبات مولکولی (کووالانسی) از پیشوند یونانی استفاده می کنیم.

۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
دکا	نونا	اوکتا	هپتا	هگزا	پنتا	تترا	تری	دی	مونو

نکات مهم:

✓ ترکیب حاصل از **نافلز** و **نافلز** ، همواره ترکیب مولکولی است.
(بدون استثنا!)

✓ ترکیب حاصل از **فلز** و **نافلز** ، معمولاً ترکیب یونی است.
(استثنا: AlCl_3 و ترکیب Be با نافلزها، ترکیب مولکولی هستند!)

۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
دکا	نونا	اوکتا	هپتا	هگزا	پنتا	تترا	تری	دی	مونو

تمرین: برای نامگذاری کدام یک از ترکیبات زیر، از پیشوند یونانی استفاده می کنیم؟



دی نیتروژن تترا اکسید N_2O_4

دی نیتروژن تری اکسید N_2O_3

دی نیتروژن پنتا اکسید N_2O_5

دی نیتروژن مونو اکسید N_2O

~~مونو نیتروژن دی اکسید NO_2~~

نیتروژن مونو اکسید NO

دی کلر پنتا اکسید Cl_2O_5

دی کلر هپتا اکسید Cl_2O_7

دی گوگرد دی کلرید S_2Cl_2

گوگرد تترا فلوئورید SF_4

گوگرد هگزا فلوئورید SF_6

کربن دی اکسید CO_2

کربن مونو اکسید CO

گوگرد دی اکسید SO_2

کربن دی سولفید CS_2

تترا فسفر هگزا اکسید P_4O_6

تترا فسفر دکا اکسید P_4O_{10}

هیدروژن کلرید HCl

هیدروژن فلوئورید HF

آلومینوم کلرید $AlCl_3$

نکته مهم:

$AlCl_3$ و هیدروژن هالیدها ، با اینکه ترکیب مولکولی هستند ولی چون فقط یک نوع ترکیب تشکیل می دهند از پیشوند یونانی استفاده نمی کنیم!

تمرین بیشتر:

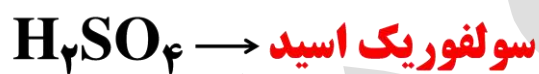
فرمول شیمیایی	نام ترکیب
P_4S_3	تترا فسفر تری سولفید
Mg_3N_2	منیزیم نیتريد
BrF_7	برم هپتا فلوئورید
Cu_2O	مس (I) اکسید
HI	هیدروژن یدید

فرمول شیمیایی	نام ترکیب
SiCl_4	سیلیسیم تترا کلرید
Fe_2O_3	آهن (III) اکسید
SO_3	گوگرد تری اکسید
CCl_4	کربن تترا کلرید

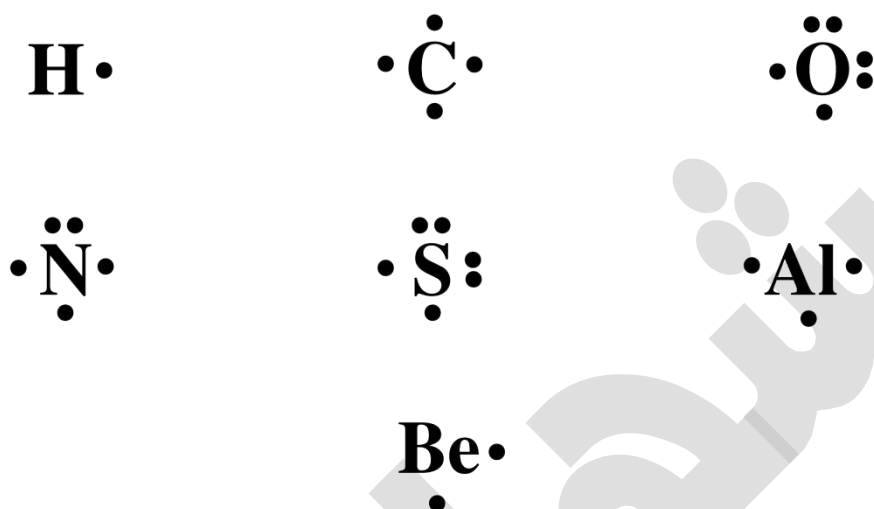
فرمول شیمیایی	نام ترکیب
P_4O_{10}	تترا فسفر دکا اکسید
NF_3	نیتروژن تری فلوئورید
Cl_2O	دی کلر مونو اکسید
$\text{Mg}^{2+} \text{H}^{-}$	منیزیم هیدرید

$\text{H} + \text{فلز}$

 هیدرید فلز
 (ترکیب یونی)

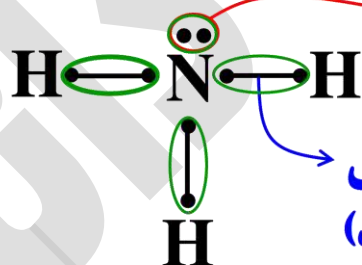


ساختار لوویس (مدل الکترون - نقطه ای):



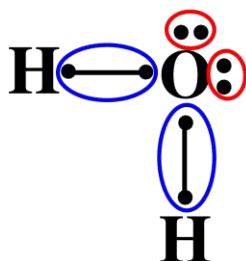
مرحله اول: تعیین اتم مرکزی } اولین اتم از سمت چپ که کمترین تعداد را دارد.
 H نمی تواند اتم مرکزی باشد!

مرحله دوم: اتم های کناری را یکی یکی به اتم مرکزی وصل می کنیم!



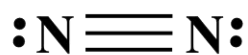
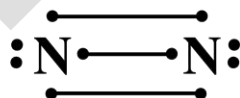
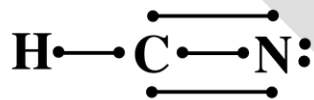
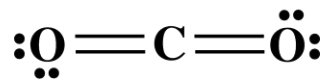
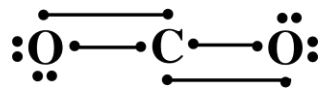
جفت الکترون ناپیوندی

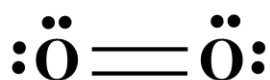
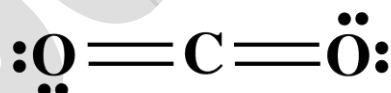
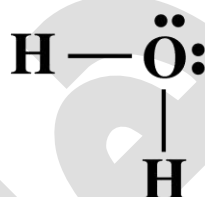
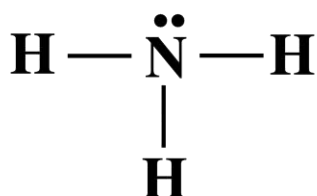
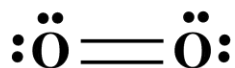
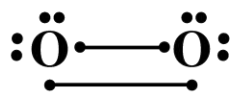
پیوند اشتراکی یا جفت الکترون پیوندی
 (کووالانسی)



۲ جفت الکترون پیوندی

۲ جفت الکترون ناپیوندی

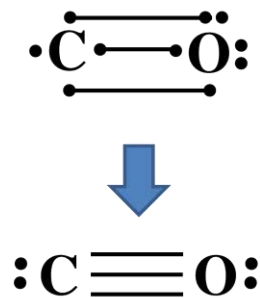
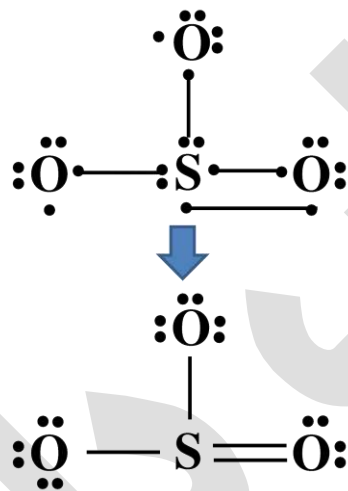
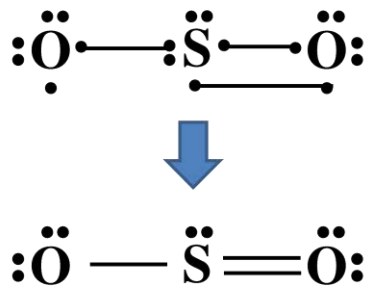




پیوند داتیو:

شرط تشکیل: یکی از اتم ها دارای دو الکترون منفرد باشد ولی اتم دیگر الکترون منفرد نداشته باشد!



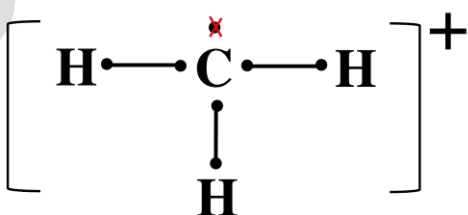
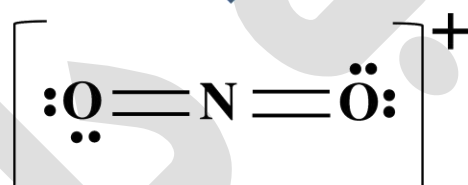
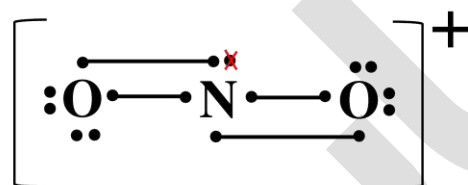


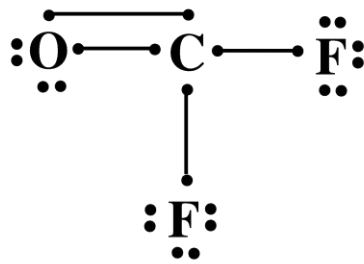
لوویس یون ها

یون منفی: به تعداد بار یون ، به اتم مرکزی الکترون اضافه می کنیم

یون مثبت: به تعداد بار یون ، از اتم مرکزی الکترون کم می کنیم







جمع بندی:

حالت اول: در حالت برانگیختگی، اتم مرکزی دارای بیش از ۸ الکترون می شود!

حالت دوم: هر گاه اتم مرکزی کمتر از ۴ نقطه داشته باشد، بعد از رسم ساختار لوویس، کمتر از ۸ الکترون خواهد داشت!

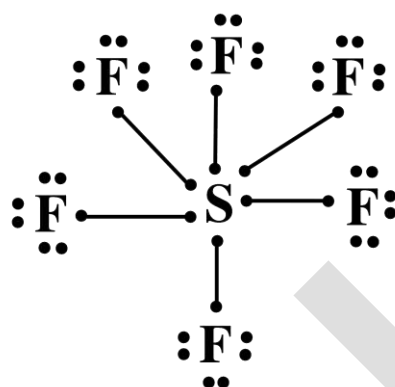


حالت سوم: NO_2 و NO

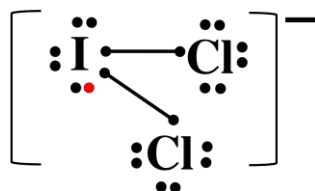
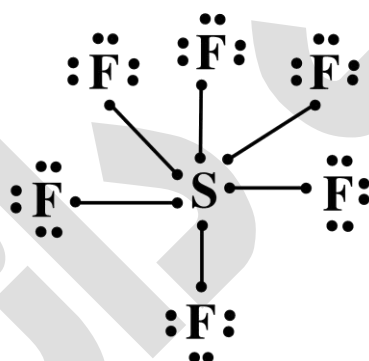


برانگیختگی:

هر گاه در رسم ساختار لوویس به بن بست رسیدیم و اتم های کناری هالوژن باشند، از مفهوم برانگیختگی استفاده می کنیم.



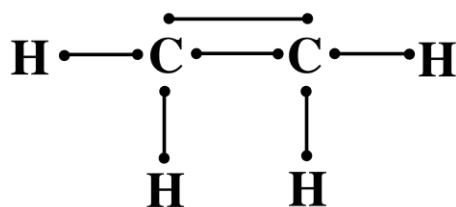
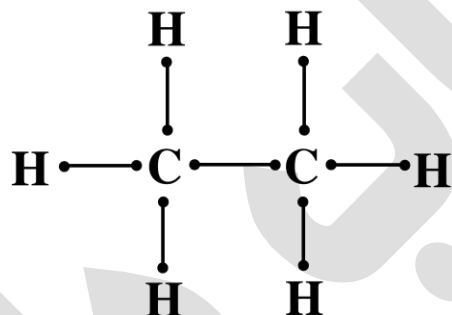
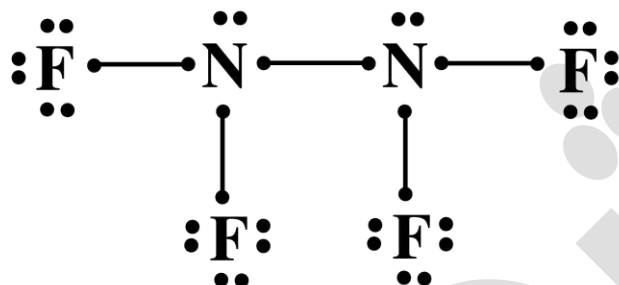
برانگیختگی:

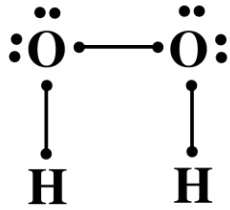


ساختار لوویس با بیش از یک اتم مرکزی:

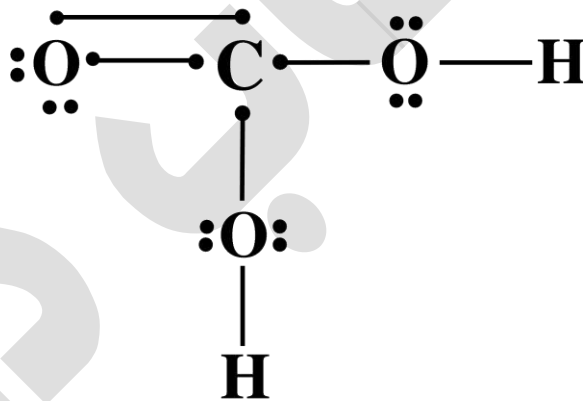
در این حالت اتم های کناری را به طور یکسان بین اتم های مرکزی تقسیم

می کنیم!





لوویس اسیدها :

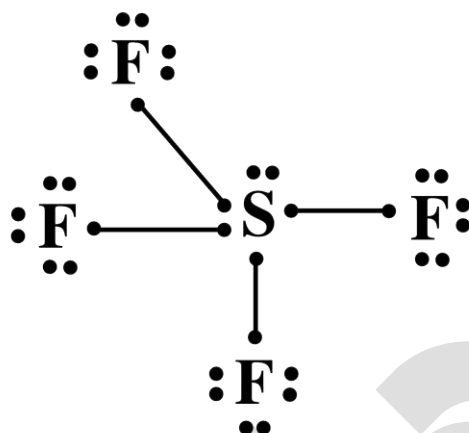


لوویس اسیدها :



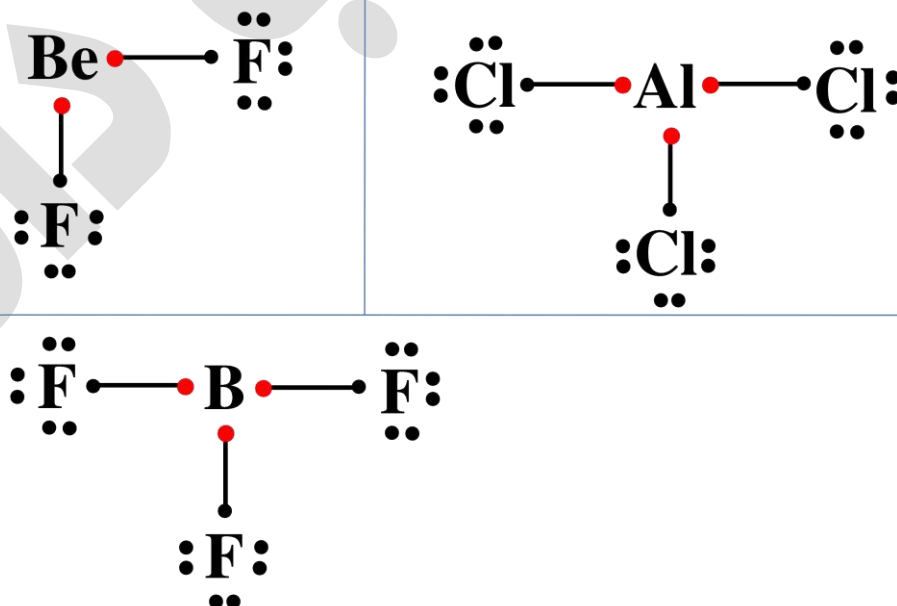
حالت هایی که اتم مرکزی به آرایش هشتایی نمی رسد:

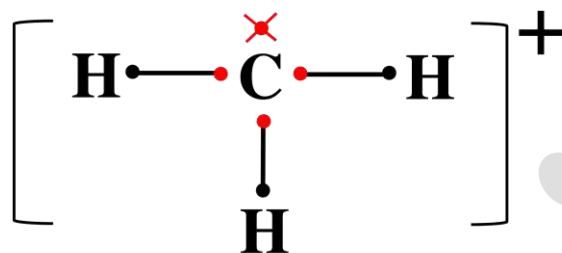
حالت اول - برانگیختگی:



نتیجه: در حالت برانگیختگی، اتم مرکزی دارای بیش از ۸ الکترون می شود!

حالت دوم - اتم مرکزی دارای ۲ نقطه یا ۳ نقطه:





نتیجه: هر گاه اتم مرکزی فقط ۲ نقطه یا ۳ نقطه داشته باشد، بعد از رسم ساختار لوویس، کمتر از ۸ الکترون خواهد داشت!

جمع بندی:

حالت اول: در حالت برانگیختگی، اتم مرکزی دارای بیش از ۸ الکترون می شود!

حالت دوم: هر گاه اتم مرکزی ۲ نقطه یا ۳ نقطه داشته باشد، بعد از رسم ساختار لوویس، کمتر از ۸ الکترون خواهد داشت!

حالت سوم: NO و NO_۲

ساختار لوویس توجیهی :

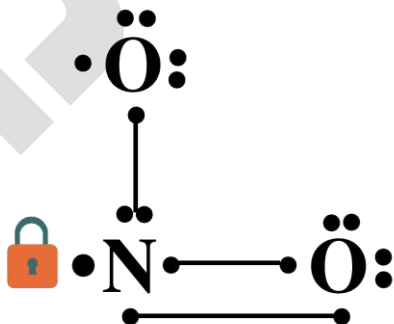
تعریف رادیکال : گونه هایی هستند که اتم مرکزی در آن ها دارای

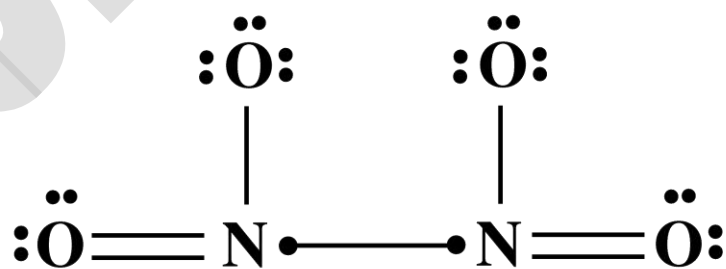
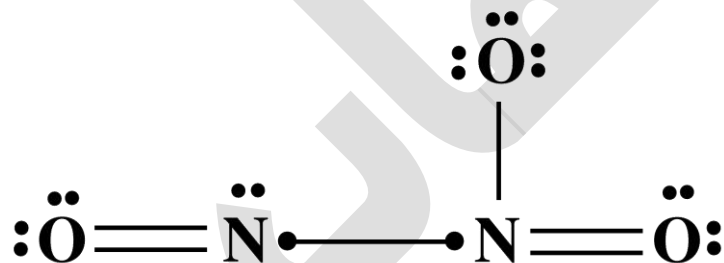
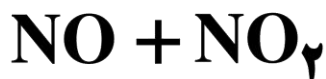
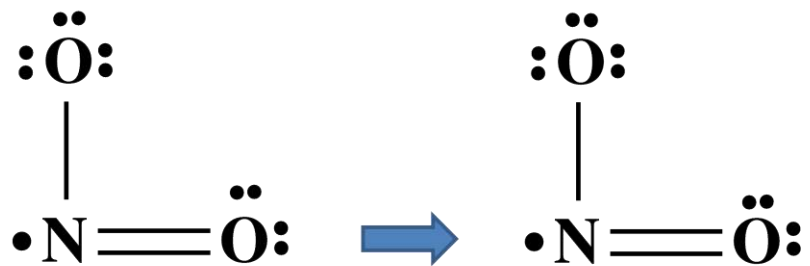
الکترون منفرد است! ← NO و NO_۲

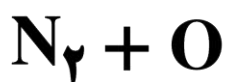
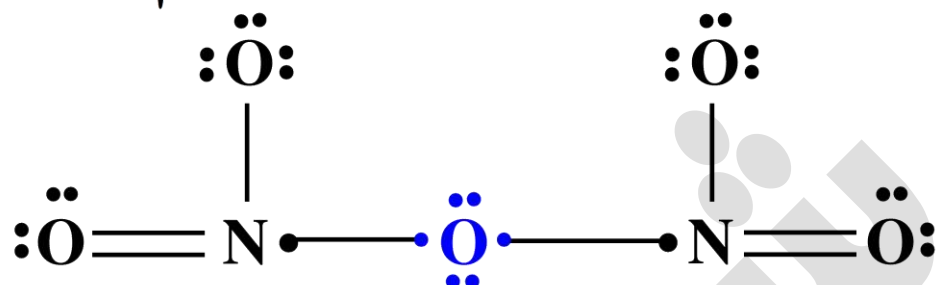
NO



NO_۲







شعاع اتمی

در مدل کوانتومی، اتم را مانند کره در نظر می گیریم.

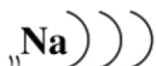
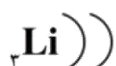
شعاع اتم های مختلف یکسان نیست.

هر چه اندازه اتم بزرگتر باشد، شعاع اتمی بیشتره.

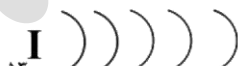
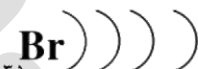
روند تغییر شعاع اتمی در **گروه ها**:

در هر گروه از بالا به پایین (افزایش عدد اتمی) ← شعاع اتمی ↑

گروه ۱



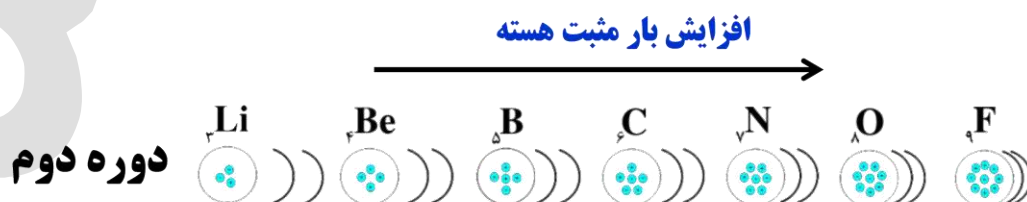
گروه ۱۷



روند تغییر شعاع اتمی در **دوره ها**:

در هر دوره از چپ به راست (افزایش عدد اتمی) ← شعاع اتمی ↓

یادآوری: عنصرهایی که در دوره n جدول قرار دارند، دارای n لایه الکترونی هستند.



افزایش جاذبه هسته بر لایه های الکترونی →

بیشترین شعاع اتمی ← لیتیم (فلز قلیایی)

کمترین شعاع اتمی ← فلوئور (هالوژن)

سه نوع سوال از مبحث شعاع اتمی:

۱- از بالا به پایین، از پایین به بالا، از چپ راست، از راست به چپ، افزایش عدد اتمی، کاهش عدد اتمی

۲- چند عنصر متعلق به یک گروه یا یک دوره داده می شود:

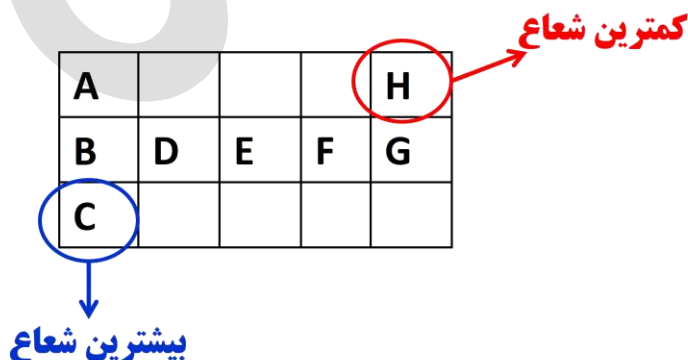
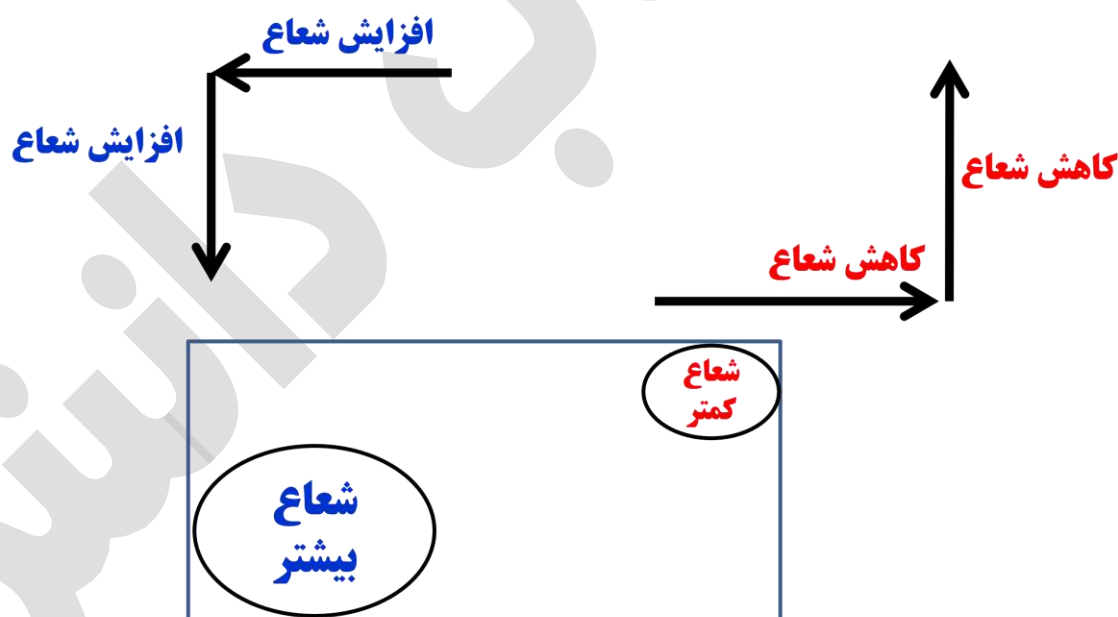
در یک دوره: ${}_{19}\text{K} > {}_{20}\text{Ca} > {}_{21}\text{Sc}$

در یک گروه: ${}_{8}\text{O} < {}_{16}\text{S} < {}_{34}\text{Se}$

۳- بخشی از جدول تناوبی:

A				H
B	D	E	F	G
C				

جمع بندی شعاع اتمی:



بیشترین شعاع اتمی ← Cs

کمترین شعاع اتمی ← H

رابطه شعاع اتمی و خصلت فلزی:

خصلت فلزی یعنی تمایل برای از دست دادن الکترون.

هرچه فلز راحت تر الکترون از دست دهد، خصلت فلزی آن بیشتر است.

در گروه های فلزی، هرچه فلز شعاع اتمی:  جاذبه هسته بر لایه الکترونی بیرونی 
 فلز راحت تر الکترون از دست می دهد  خصلت فلزی 







خصلت فلزی با شعاع اتمی  رابطه مستقیم

رابطه شعاع اتمی و خصلت نافلزی:

خصلت نافلزی یعنی تمایل برای گرفتن الکترون.

هرچه نافلز راحت تر الکترون بگیرد، خصلت نافلزی آن بیشتر است.

در گروه های نافلزی، هرچه نافلز شعاع اتمی:  جاذبه هسته بر لایه الکترونی بیرونی 
 نافلز راحت تر الکترون می گیرد  خصلت نافلزی 



خصلت نافلزی با شعاع اتمی  رابطه عکس

رابطه شعاع اتمی و خصلت نافلزی:

خصلت نافلزی یعنی تمایل برای گرفتن الکترون.

هرچه نافلز راحت تر الکترون بگیرد، خصلت نافلزی آن بیشتر است.

در گروه های نافلزی، هرچه نافلز شعاع اتمی: \downarrow جاذبه هسته بر لایه الکترونی بیرونی \uparrow

\leftarrow نافلز راحت تر الکترون می گیرد \leftarrow خصلت نافلزی \uparrow



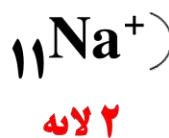
خصلت نافلزی با شعاع اتمی \leftarrow رابطه عکس

شعاع یونی

$\text{Cl} < \text{Cl}^-$ \rightarrow $\text{آنیون} < \text{نافلز}$: شعاع

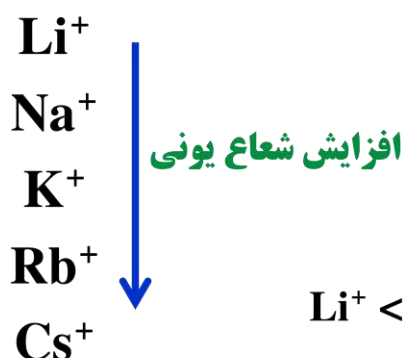


$\text{Na} > \text{Na}^+$ \rightarrow $\text{کاتیون} > \text{فلز}$: شعاع



شعاع یونی در گروه:

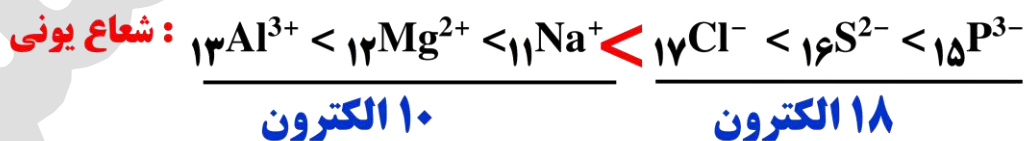
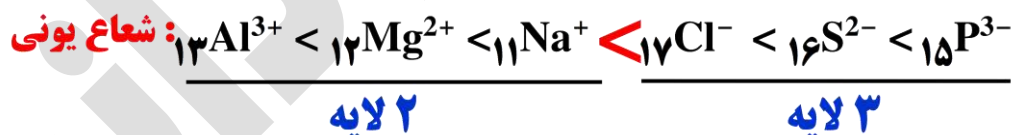
در یک گروه از بالا به پایین (افزایش عدد اتمی)، شعاع یونی مثل شعاع اتمی افزایش می یابد.



شعاع یونی در دوره:

قاعده:

شعاع بیشتر $\left\{ \begin{array}{l} \text{هر چه بار منفی بیشتر} \\ \text{در یک تناوب} \end{array} \right.$
 $\left\{ \begin{array}{l} \text{هر چه بار مثبت کمتر} \end{array} \right.$



نکته طلایی:

در بین ذرات هم الکترون، هر چه عدد اتمی بیشتر باشد، شعاع کمتر است.



جمع بندی:

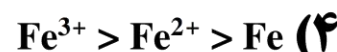
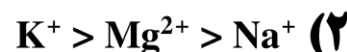
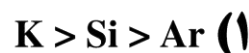
در تست های مربوط به مقایسه شعاع :

ابتدا تعداد لایه ها را مقایسه می کنیم

سپس از نکات دیگر استفاده می کنیم

تست ۱

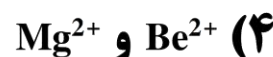
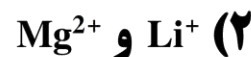
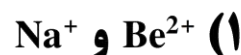
کدام مقایسه درباره شعاع اتمی و یونی عنصرها درست است؟



تست ۲

با توجه به موقعیت عنصرها در جدول رو به رو که بخشی از جدول تناوبی است،

اندازه کدام یون به ترتیب از همه کوچک تر و کدام یک از همه بزرگتر است؟



1	2
Li	Be
Na	Mg

تست ۳

با توجه به جدول زیر که بخشی از جدول دوره ای عناصر است، کدام مطلب نادرست است؟

	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
۲			A	B	C
۳	O	E	F		
۴	G	H			

(۱) ترتیب واکنش پذیری به صورت: $A < B < C$ است.

(۲) خصلت نافلزی عنصر A از عنصر E بیشتر است.

(۳) شعاع اتمی H در مقایسه با شعاع اتمی G کوچک تر است.

(۴) آخرین زیر لایه اشغال شده اتم های A، B و C به ترتیب دارای ۵، ۶ و ۷ الکترون هستند.

تست ۴

با توجه به جدول زیر که بخشی از جدول دوره ای عناصر است، کدام گزینه درست نیست؟

	۲	۱۳	۱۴	۱۵
۲	B	C	D	E
۳			F	
۴	G			

(۱) بیشترین خاصیت نافلزی را دارد.

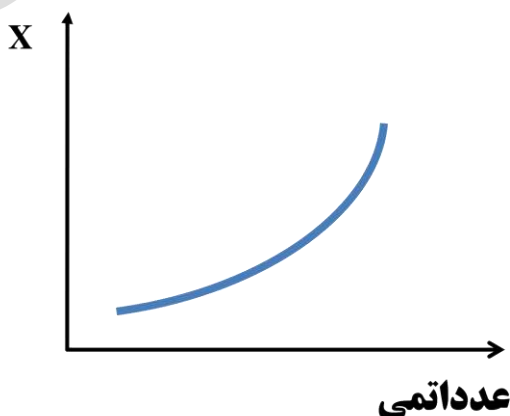
(۲) شعاع اتمی F از شعاع اتمی D بزرگتر است.

(۳) واکنش پذیری G در مقایسه با B بیشتر است.

(۴) شمار الکترون های آخرین زیر لایه ی اتم های C و E برابر است.

تست ۵

با توجه به شکل رو به رو، X کدام خاصیت عنصرهای اصلی جدول دوره ای نمی تواند باشد؟



(۱) شعاع اتمی در گروه ها

(۲) خصلت نافلزی در دوره ها

(۳) واکنش پذیری در گروه هالوژن ها

(۴) واکنش پذیری در گروه فلزهای قلیایی

تست ۶

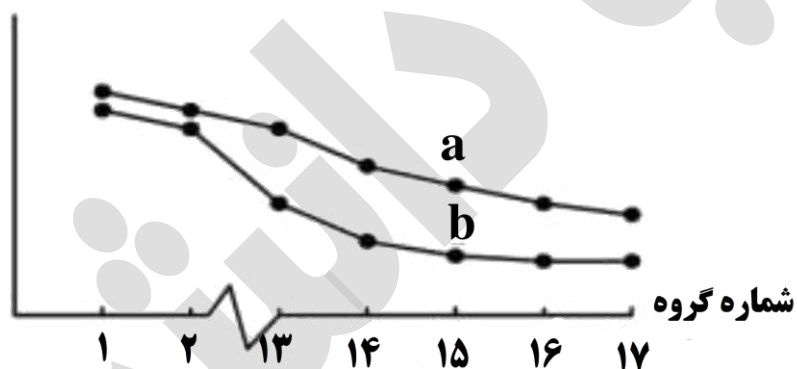
با توجه به جدول زیر، که بخشی از جدول دوره ای عناصر است، کدام عبارت نادرست است؟

	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
۲				A	B	C
۳	D	E	F	G		
۴				H		

- (۱) شعاع اتمی G در مقایسه با شعاع اتمی F کوچکتر است.
 (۲) پیوند بین اتم های C و D، یونی و پیوند H-B کووالانسی قطبی است.
 (۳) واکنش پذیری عنصر F نسبت به عناصر G، E و C کمتر است.
 (۴) اتم های D، E و F در زیرلایه ی ۲P خود به ترتیب ۱، ۲ و ۳ الکترون دارند.

تست ۷

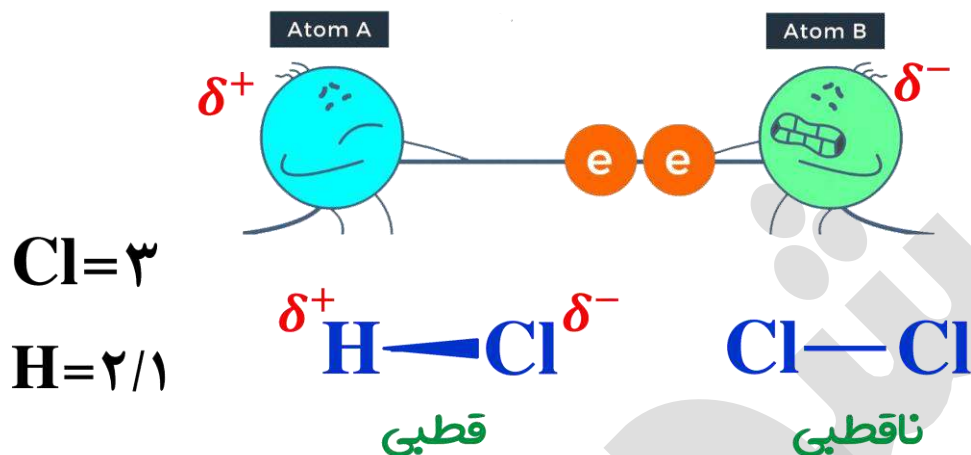
نمودار زیر به روند تغییر کدام ویژگی عناصری دوره دوم و سوم جدول دوره ای نسبت به شماره گروه آن ها، مربوط است و a و b در آن به ترتیب از راست به چپ کدام دو عنصر هستند؟



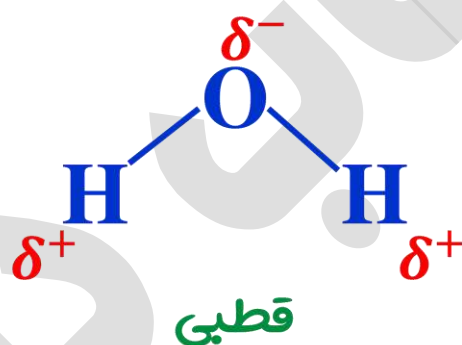
- (۱) شعاع اتمی، N، P
 (۲) شعاع اتمی، P و N
 (۳) واکنش پذیری، P و Si
 (۴) واکنش پذیری، Si و P

الکترونگاتیوی (الکترون خواهی):

← تمایل اتم برای جذب الکترون های پیوندی به سمت هسته خود!



الکترونگاتیو ترین ها: $\text{F} > \text{O} > \text{N}$

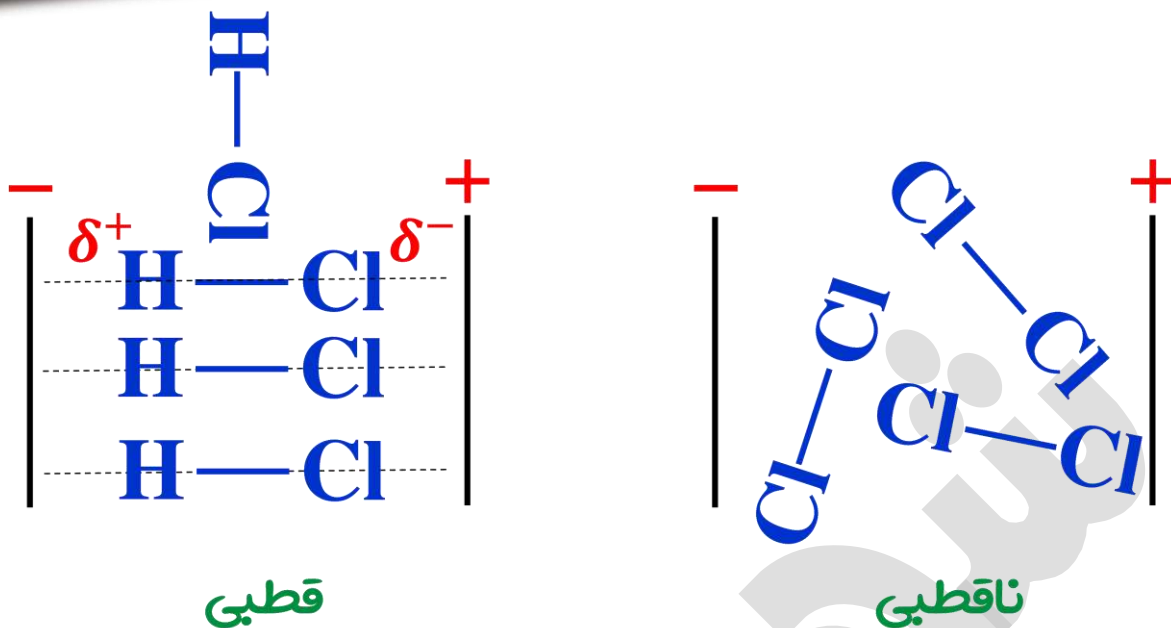


سرمنفی آب: O

سرمثبت آب: H

جهتگیری در میدان الکتریکی:





گستاور دو قطبی:

نماد: μ یکا: دبای (D)← نشان دهنده شدت جهتگیری مولکول ها در میدان است!

قطبیت مولکول: بیشتر ← شدت جهتگیری: بیشتر ← گستاور دو قطبی: بیشتر

توجه: گستاور مولکول های ناقطبی، صفر یا تقریباً صفر است!

تشخیص سریع

مولکول قطبی و ناقطبی

۱- مولکول دو اتمی $\left. \begin{array}{l} \text{AB} \leftarrow \text{قطبی} \\ \text{A}_2 \leftarrow \text{ناقطبی} \end{array} \right\}$

۲- در ساختار لوویس $\left. \begin{array}{l} \text{اتم مرکزی} \leftarrow \text{قطبی} \\ \text{اتم های کناری} \leftarrow \text{غیر یکسان} \end{array} \right\}$

۳- همه هیدروکربن ها \leftarrow ناقطبی

قاعده اول:

برای مولکول های دو اتمی

مولکول دو اتمی $\left. \begin{array}{l} \text{AB} \leftarrow \text{قطبی} \\ \text{A}_2 \leftarrow \text{ناقطبی} \end{array} \right\}$

CO NO \rightarrow قطبی

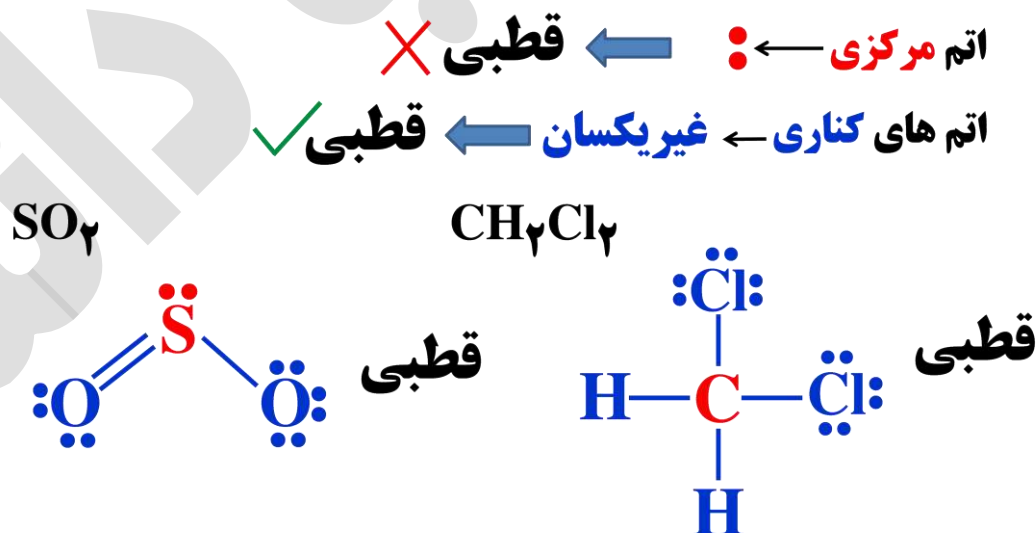
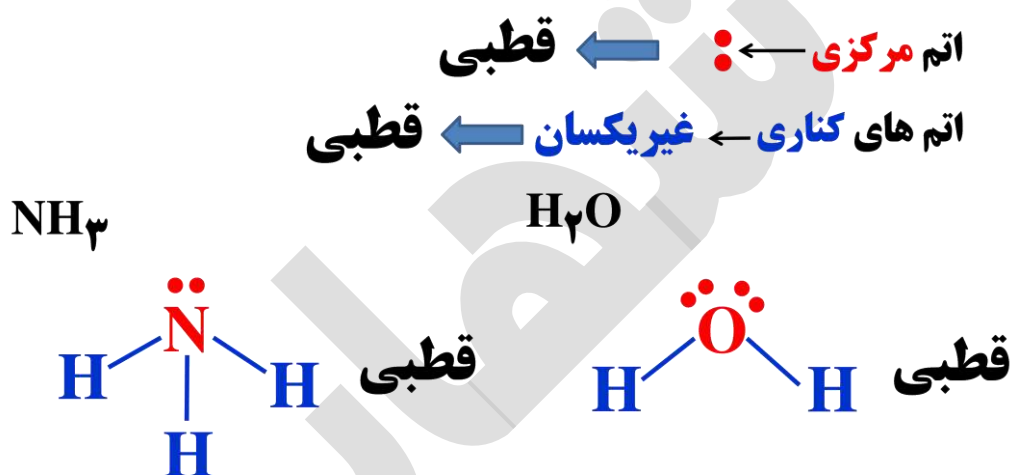
Cl₂ Br₂ F₂ I₂ \rightarrow ناقطبی

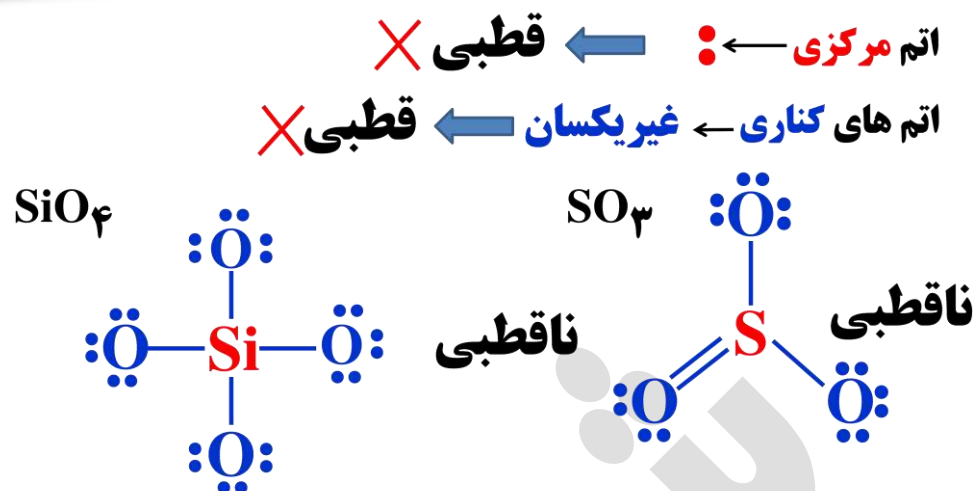
O₃ \rightarrow قطبی

قاعده دوم:

برای مولکول های بیش از دو اتم

باید ساختار لوویس رسم کنیم!

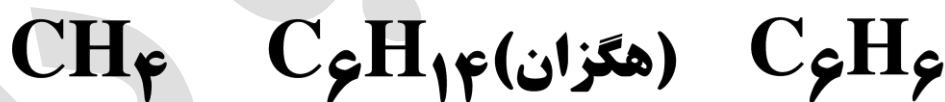




قاعده سوم:

برای هیدروکربن ها!

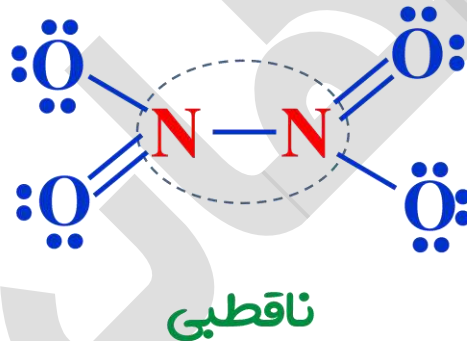
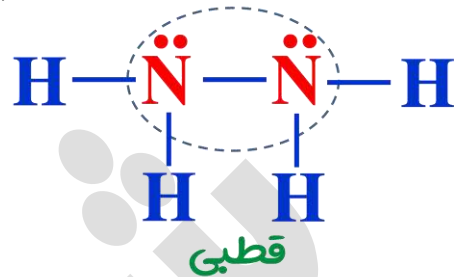
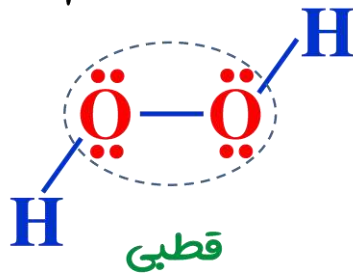
همه هیدروکربن ها ← ناقطبی



نکته مهم:

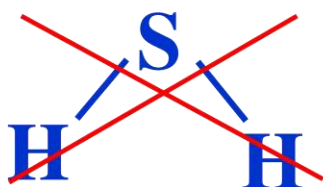
متانول (CH_3OH) ، اتانول ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) و استون ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$) هم دارای بخش قطبی و هم بخش ناقطبی هستند ولی بخش قطبی آن ها به بخش ناقطبی غلبه می کند در نتیجه هر سه مولکول قطبی هستند!

مولکول های بیش از یک اتم مرکزی:

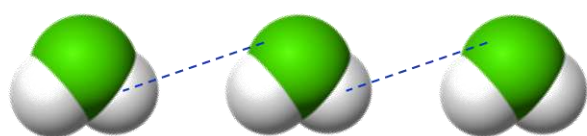


نیروهای جاذبه بین مولکولی

انواع نیروهای جاذبه بین مولکولی:



۱- پیوند هیدروژنی

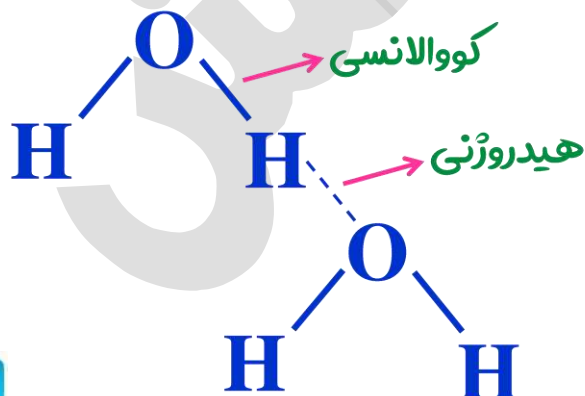


۲- نیروی وان دروالسی

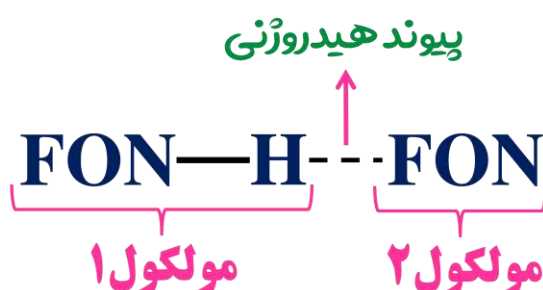
توجه مهم: برای تعیین نیروی بین مولکولی، ابتدا وجود پیوند هیدروژنی را بررسی می‌کنیم! یعنی اگر نیروی جاذبه بین دو مولکول از نوع هیدروژنی نبود، پس قطعاً از نوع وان دروالسی خواهد بود!

شرط پیوند هیدروژنی:

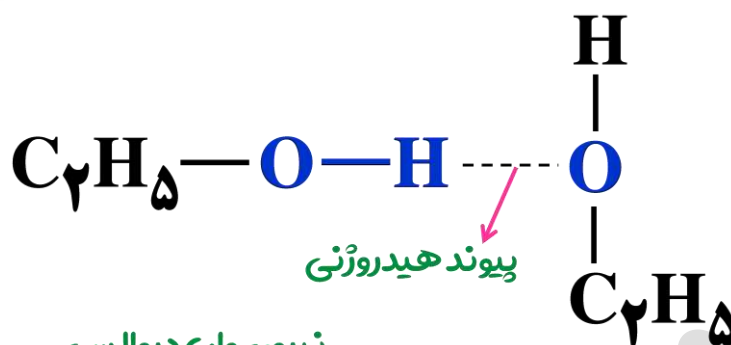
مولکول مورد نظر در ساختار خود **H—FON** داشته باشد!



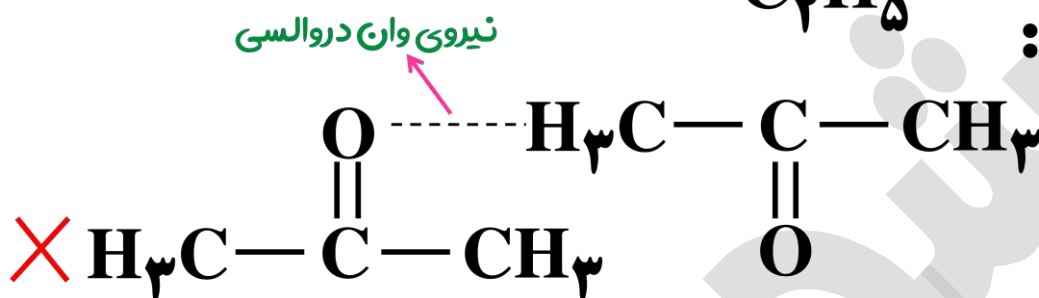
مشخصات دقیق:



اتانول:



استون:



تعداد پیوند هیدروژنی در ۴ مولکول مهم:

آب (H_2O) ← حداکثر ۴ پیوند هیدروژنیهیدروژن فلوئورید (HF) ← حداکثر ۲ پیوند هیدروژنیآمونیاک (NH_3) ← حداکثر ۲ پیوند هیدروژنیاتانول ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) ← حداکثر ۲ پیوند هیدروژنی

یک نکته مهم:

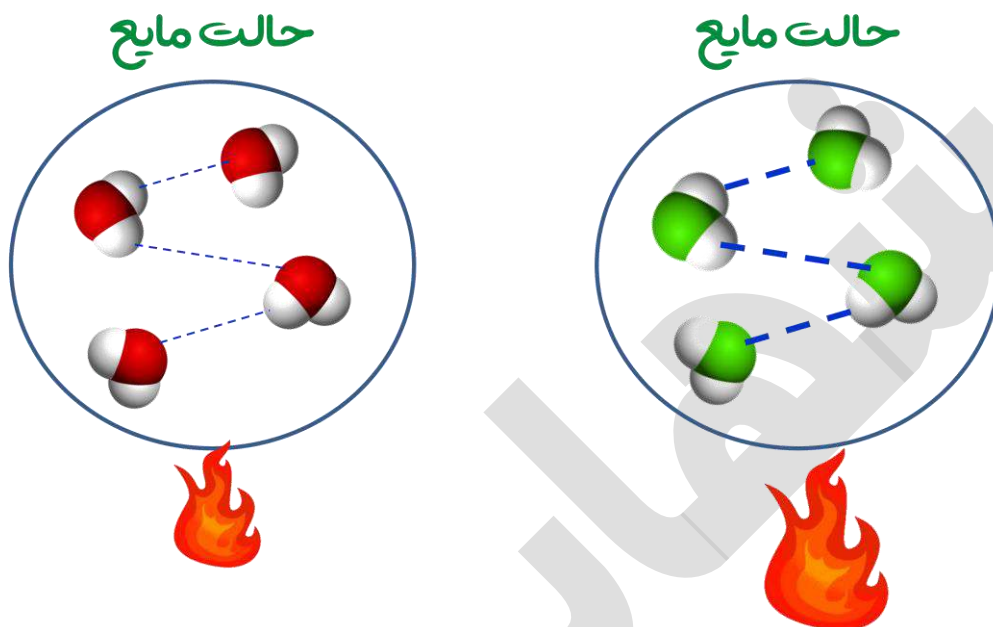
قدرت جاذبه نیروهای بین مولکولی بسیار کمتر از قدرت جاذبه در پیوند کووالانسی و پیوند یونی است:

نیروی وان دروالسی > پیوند هیدروژنی > پیوند یونی و کووالانسی

نیروی بین مولکولی

مقایسه نقطه جوش مولکول ها

مقایسه نقطه جوش در ترکیب های مولکولی:



مقایسه نقطه جوش در ترکیب های مولکولی:

نیروی بین مولکولی: **بیشتر** ← گرمای لازم برای تبخیر: **بیشتر** ← نقطه جوش: **بیشتر**

در مقایسه نقطه جوش (نیروی بین مولکولی) به ۳ اولویت توجه می کنیم:

پیوند هیدروژنی ← جرم مولی ← قطبیت

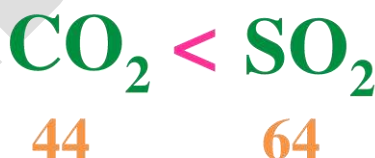
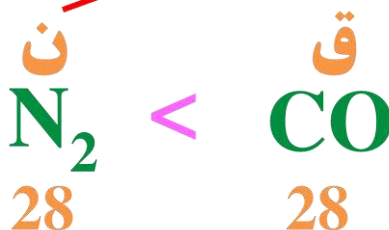
پیوند هیدروژنی:

شرط تشکیل ← H-FON



مقایسه نقطه جوش (نیروی بین مولکولی) در ترکیب های مولکولی:

پیوند هیدروژنی ← جرم مولی ← قطبیت

~~پیوند هیدروژنی ← جرم مولی ← قطبیت~~~~پیوند هیدروژنی ← جرم مولی ← قطبیت~~

مقایسه نقطه جوش (نیروی بین مولکولی) در ترکیب های مولکولی:

تمرین: نقطه جوش (نیروی بین مولکولی) ترکیب های زیر را مقایسه کنید.

(Br=۸۰، As=۷۵، Cl=۳۵/۵، P=۳۱، F=۱۹، N=۱۴، C=۱۲، H=۱ : g.mol⁻¹)



حد اکثر ۲ پیوند هیدروژنی

حد اکثر ۴ پیوند هیدروژنی

ا قانول

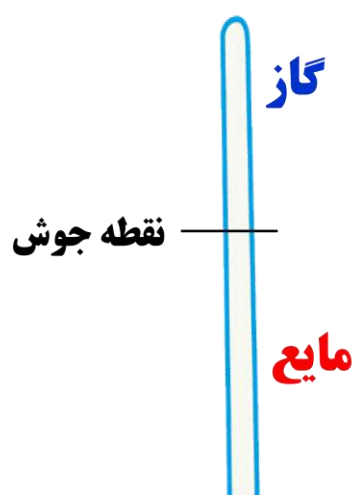
(ج) آب



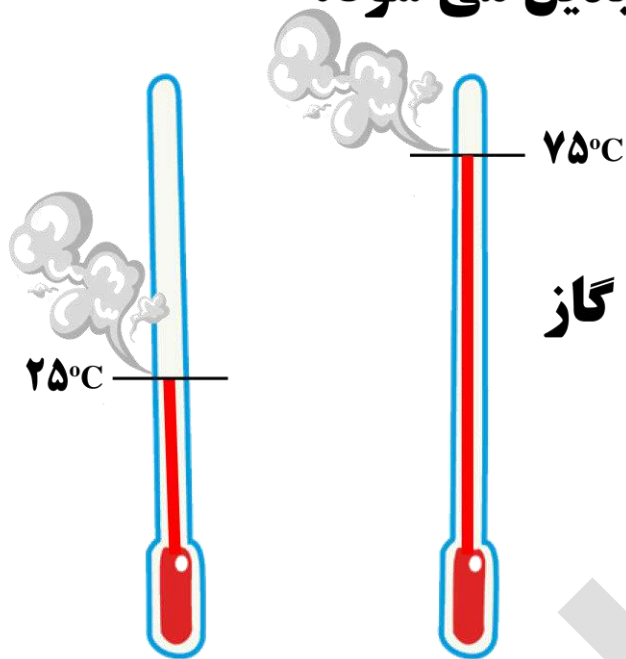
نکته آخر:

کدام مایع آسان تر به گاز تبدیل میشود؟

کدام گاز آسان تر به مایع تبدیل میشود؟



کدام **مایع** ، آسان تر به گاز تبدیل می شود؟



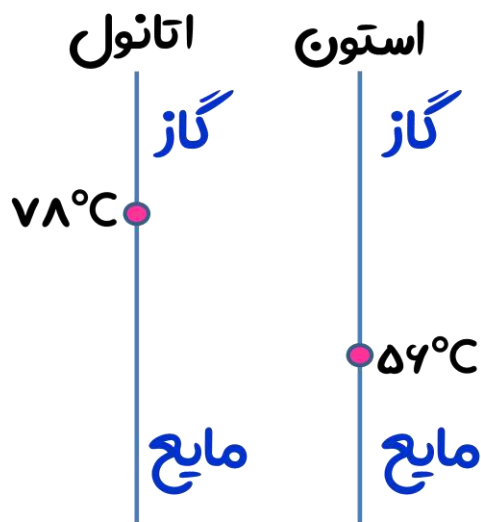
نقطه جوش: **آسان تر به گاز**

کدام **گاز** ، آسان تر به مایع تبدیل می شود؟



نقطه جوش: **آسان تر به مایع**

جمع بندی:



کدام گاز آسان تر به مایع تبدیل می شود؟

نقطه جوش بالا تر

کدام مایع آسان تر به گاز تبدیل می شود؟

نقطه جوش پایین تر

در ترکیب های مولکولی گازی تقریباً هیچ نیروی بین مولکولی وجود ندارد!

برای تبخیر یک ترکیب مولکولی (مولکول مایع)، باید نیروهای بین مولکولی آن را به طور

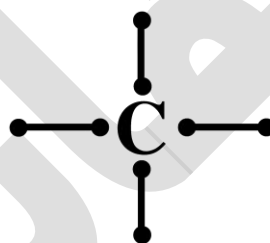
کامل از بین ببریم تا مولکول های سازنده آن به شکل گاز وارد فضا شوند (یعنی تبخیر!)

الفبای شیمی آلی

و معرفی انواع هیدروکربن

نکات:

- * کربن (C)، عنصر اصلی سازنده ترکیبات آلی است!
- * کربن (C) باید در اطراف خود ۴ پیوند (۴ خط) داشته باشد!

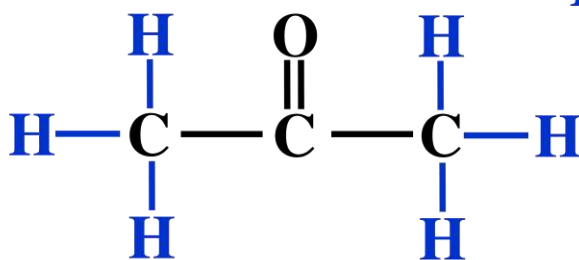
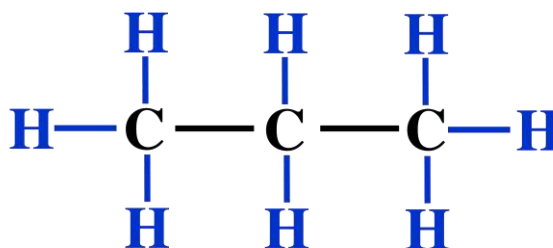


ترکیبات آلی:

ترکیباتی هستند که در ساختار خود حتما کربن و هیدروژن دارند!
(البته عنصرهای دیگر هم می توانند داشته باشند ولی الزامی نیست)

مانند C_6H_{14} ، CH_3OH ، $C_{14}H_{18}N_2O_5$ و ...

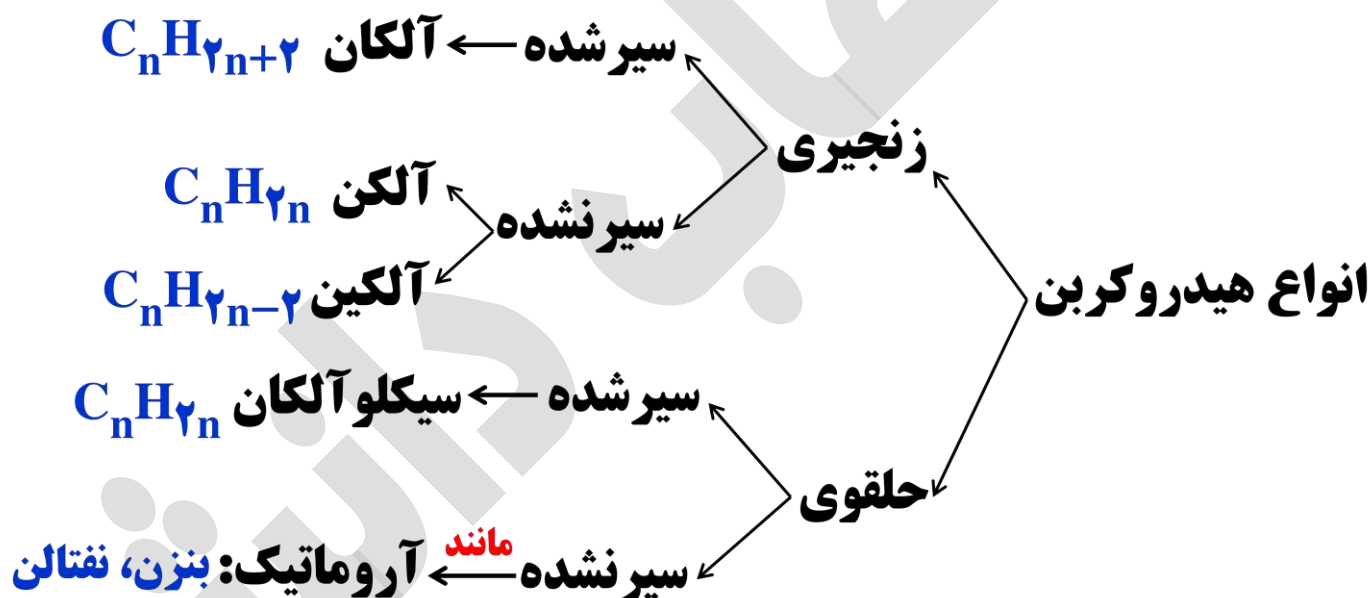
مدل اسکلت کربنی در ترکیبات آلی:



هیدروکربن ها:

ترکیباتی آلی هستند که در ساختار خود فقط کربن و هیدروژن دارند!
(هیچ عنصری به جز کربن و هیدروژن ندارند!)

مانند CH_4 ، C_2H_6 ، C_6H_6 ، C_6H_{14} ، ~~$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$~~



آلکان ها: $\leftarrow C_n H_{2n+2}$

هیدروکربن های زنجیری هستند که همه پیوندهای میان کربن ها یگانه است!

(اصطلاحاً سیر شده هستند!)

متان : CH_4

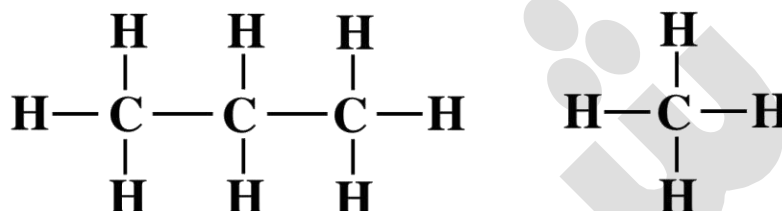
اتان : C_2H_6

پروپان : C_3H_8

بوتان : C_4H_{10}

پنتان : C_5H_{12}

هگزان : C_6H_{14}



پروپان

متان

آلکن ها: $\leftarrow C_n H_{2n}$

هیدروکربن های زنجیری هستند که دارای یک پیوند دوگانه $C=C$ هستند!

(اصطلاحاً سیر نشده هستند!)

اتن (اتیلن) : C_2H_4

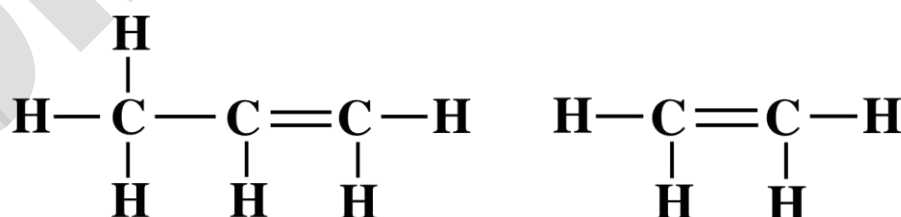
پروپن : C_3H_6

بوتن : C_4H_8

پنتن : C_5H_{10}

هگزن : C_6H_{12}

هپتن : C_7H_{14}



پروپن

اتن (اتیلن)

آلکین ها: $\leftarrow C_n H_{2n-2}$

هیدروکربن های زنجیری هستند که دارای یک پیوند سه گانه $C \equiv C$ هستند!

(اصطلاحاً سیر نشده هستند!)

C_2H_2 : اتین (استیلن)

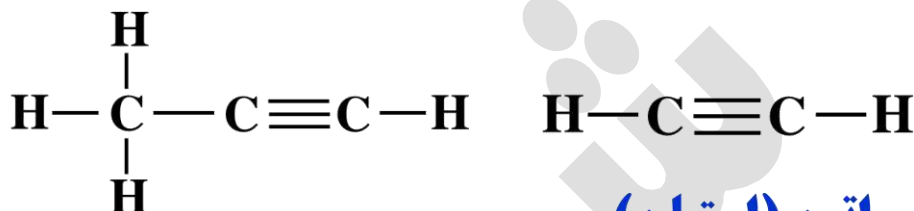
C_3H_4 : پروپین

C_4H_6 : بوتین

C_5H_8 : پنتین

C_6H_{10} : هگزین

C_7H_{12} : هپتین



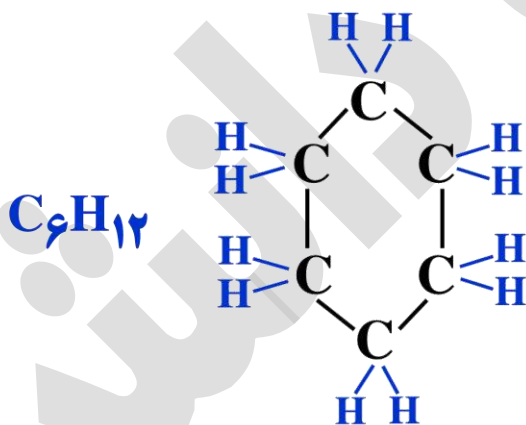
پروپین

اتین (استیلن)

سیکلو آلکان ها: $\leftarrow C_n H_{2n}$

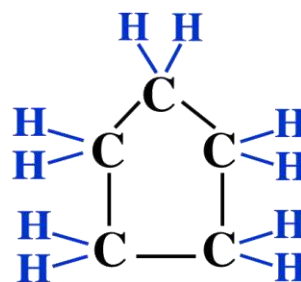
هیدروکربن های حلقوی هستند که همه پیوندهای میان کربن ها یگانه است!

(اصطلاحاً سیر شده هستند!)



C_6H_{12}

سیکلو هگزان



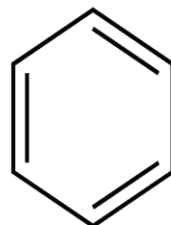
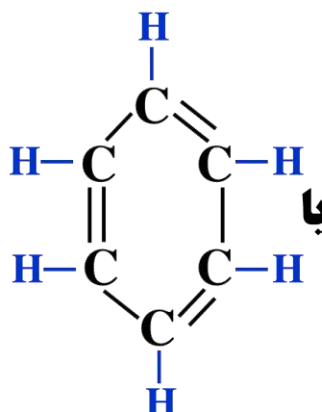
C_5H_{10}

سیکلو پنتان

هیدروکربن های آروماتیک:

هیدروکربن های حلقوی هستند که دارای حلقه ۶ ضلعی بنزنی هستند!

(اصطلاحاً سیر نشده هستند!)



بنزن

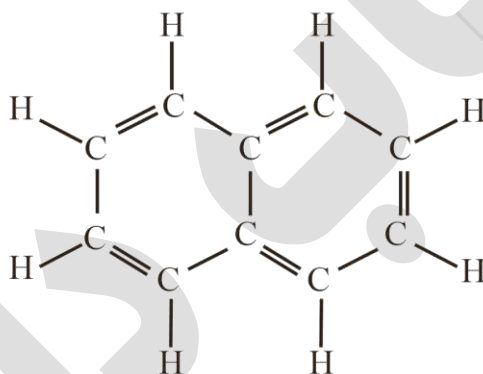
 C_6H_6

مدل پیوند-خط

هیدروکربن های آروماتیک:

هیدروکربن های حلقوی هستند که دارای حلقه ۶ ضلعی بنزنی هستند!

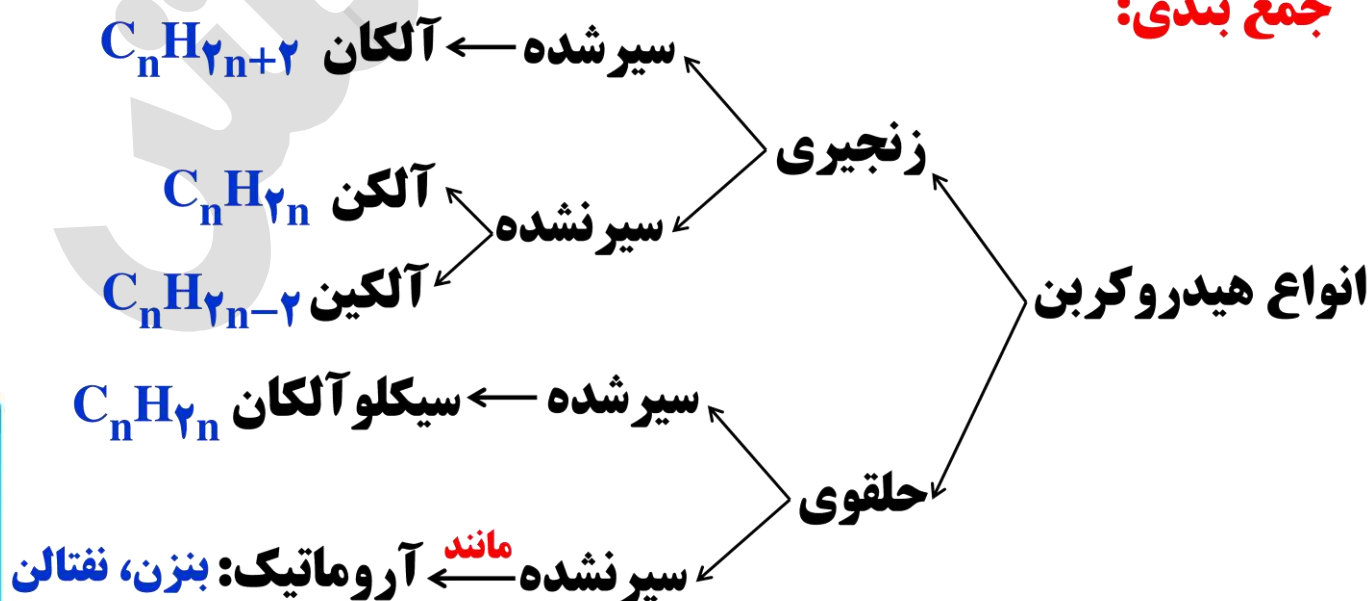
(اصطلاحاً سیر نشده هستند!)



نفتالن

 $C_{10}H_8$

جمع بندی:



نامگذاری آلکان های شاخه دار

- ① انتخاب زنجیر اصلی: زنجیری که بیشترین تعداد اتم های کربن را دارد.
 - چنانچه دو زنجیر کربنی با بیشترین تعداد کربن مشاهده شد، زنجیری را به عنوان زنجیر اصلی در نظر می گیریم که بر روی آن تعداد شاخه های فرعی، بیشتر باشد.
- ② شماره گذاری اتم های کربن زنجیر اصلی:
 - اولویت اول: شروع از طرفی که زودتر به اولین شاخه فرعی برسیم.
 - اولویت دوم: شروع از طرفی که زودتر به شاخه دوم برسیم.
 - اولویت سوم: شروع از طرفی که حرف اول لاتین آن مقدم تر است.
- ③ ذکر شماره و نام شاخه های فرعی: به ترتیب حروف الفبای لاتین
 - اگر تعداد شاخه های فرعی مشابه بیشتر از یک باشد، ابتدا شماره کربن هایی را که شاخه فرعی دارند، ذکر می کنیم، سپس تعداد شاخه های فرعی را با قرار دادن دی، تری، تترا و... پیش از نام شاخه های فرعی، مشخص می کنیم.
 - اگر روی یک کربن دو شاخه فرعی مشابه باشد، دوبار شماره آن کربن ذکر می شود.
 - اگر شاخه های فرعی با نام های مختلف داشته باشیم، نام آن ها را با توجه به حرف اول هر کدام، به ترتیب الفبای لاتین ذکر می کنیم.
- ④ نوشتن نام آلکان هم کربن با زنجیر اصلی

شهاب دانش

شهاب دانش

تیپ ۱: کدام نامگذاری درباره آلکان ها درست است؟

(۱) ۲-اتیل - ۴،۳-دی متیل پنتان

(۲) ۲-اتیل - ۵-متیل هگزان

(۳) ۴-اتیل - ۲-متیل پنتان

(۴) ۴-اتیل - ۳،۲-دی متیل هگزان

تیپ ۲: فرمول مولکولی هپتان کدام است و با کدام ترکیب ایزومر است و در مولکول آن چند جفت الکترون پیوندی

شرکت دارد؟

(۱) C_7H_{16} - ۲،۲،۳-تری متیل بوتان - ۲۱

(۱) C_7H_{14} - ۲،۳،۳-تری متیل بوتان - ۲۲

(۱) C_7H_{14} - ۳-اتیل پنتان - ۲۱

تیپ ۳: اگر جرم مولی یک آلکان ۲/۳۸٪ از جرم مولی آلکن نظیر خود (با شمار اتم های کربن یکسان) بیشتر باشد، فرمول

مولکولی این آلکان، کدام است؟ ($C=12$, $H=1$: $g.mol^{-1}$)

(۱) C_6H_{14} (۲) C_7H_{16} (۳) C_5H_{12} (۴) C_4H_{10}

نام گذاری آلکن های شاخه دار

① انتخاب زنجیر اصلی: زنجیری که بیشترین تعداد اتم های کربن را دارد. (کربن های پیوند دوگانه حتماً باید در زنجیر اصلی قرار داشته باشند)

- چنانچه دو یا تعداد بیشتری زنجیر کربنی با بیشترین تعداد کربن مشاهده شد، زنجیری را به عنوان زنجیر اصلی در نظر می گیریم که بر روی آن تعداد شاخه های فرعی، بیشتر باشد.

② شماره گذاری اتم های کربن زنجیر اصلی:

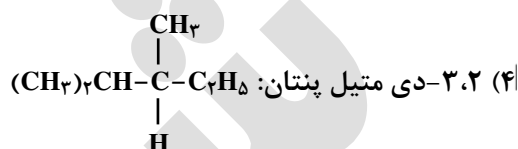
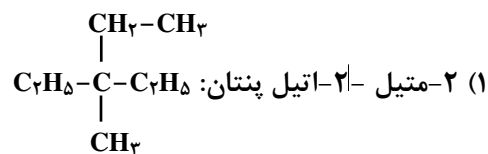
- اولویت اول: شروع از طرفی که زودتر به پیوند دوگانه برسیم.
- اولویت دوم: شروع از طرفی که زودتر به اولین شاخه فرعی برسیم.
- اولویت سوم: شروع از طرفی که زودتر به شاخه دوم برسیم.
- اولویت چهارم: شروع از طرفی که حرف اول لاتین آن مقدم تر است.

③ ذکر شماره و نام شاخه های فرعی: به ترتیب حروف الفبای لاتین

④ ذکر شماره کوچکتر کربن دارای پیوند دوگانه

⑤ نوشتن نام آلکن هم کربن با زنجیر اصلی

تیب ۱: در کدام گزینه نامی که برای ترکیب پیشنهاد شده است درست است؟



تیب ۲: در نام گذاری کدام آلکن، اتم های کربن زنجیر اصلی را می توان از هر دو سوی مولکول شماره گذاری کرد؟



واکنش هیدروژن دار کردن

✓ واکنش افزایش مولکول H_2 به پیوند دوگانه در ترکیب های آلی سیر نشده (مانند آلکن ها) و تبدیل آن ها به یک ترکیب سیر شده (مانند آلکان ها).

← ساده ترین مثال واکنش های هیدروژن دار کردن، تبدیل اتن به اتان است:

نکته ۱: هر ۱ مول آلکن با یک مول مولکول هیدروژن (H_2) یا با ۲ مول اتم هیدروژن (H) سیر شده می شود و به آلکان هم کربن خود تبدیل می شود.

نکته ۲: هر ۱ مول آلکین با ۲ مول مولکول هیدروژن (H_2) یا با ۴ مول اتم هیدروژن (H) سیر شده می شود و به آلکان هم کربن خود تبدیل می شود.

بیرستر (آزمین های دوره ای): هگزان (C_6H_{14}) و ۱-هگزن (C_6H_{12}) دو مایع بی رنگ هستند.

آ روشی برای تشخیص این دو مایع پیشنهاد کنید.

پاسخ:



ب) جای خالی را در واکنش روبه رو پر کنید.

نکته ۳: برای سیر شدن هر پیوند دوگانه $C=C$ ، یک مولکول H_2 نیاز است.

● نیروی جاذبه بین مولکولی، نیروی جاذبه ای است که بین مولکول ها ایجاد می شود.

● انواع نیروهای جاذبه بین مولکولی:

۱- **پیوند هیدروژنی**: مولکول هایی که در ساختار خود، دارای پیوند کووالانسی $H-F$ ، $H-O$ یا $H-N$ هستند، می توانند بین مولکول های خود پیوند هیدروژنی برقرار کنند.

۲- **نیروی وان دروالس**

هیدروژنی از نوع مولکول پیرن دو جاذبه را بررسی می کنیم؛ یعنی اگر نیروی هیدروژنی، ابتدا وجود پیوند مولکولی برای تعیین نوع نیروی پیرن نبود، قطعاً از نوع وان دروالس خواهد بود.

● نیروی جاذبه بین مولکولی را در مواد زیر تعیین کنید.

(آ) C_2H_5OH (ب) NH_3 (پ) C_6H_{14}

⇐ نیروی جاذبه بین مولکول های همه هیدروکربن ها از نوع **وان در والسی** است.

● گشتاور دوقطبی مولکول های ناقطبی در حدود صفر است.

● هیدروکربن ها ناقطبی هستند (← گشتاور دوقطبی ناچیز و در حدود صفر).

● در مواد ناقطبی، با افزایش جرم مولی، نیروی بین مولکولی افزایش می یابد.

نتیجه:

در **هیدروکربن ها** (که ناقطبی هستند)، با **افزایش تعداد کربن** (یعنی افزایش جرم مولی)، نیروی بین مولکولی **افزایش** می یابد.

تعداد کربن در هیدروکربن: بیشتر ⇐ نیروی بین مولکولی: بیشتر

در هیدروکربن ها ← تعداد کربن: بیشتر ⇐ نیروی بین مولکولی: بیشتر

● مقایسه نیروهای بین مولکولی بین مواد با حالت های فیزیکی مختلف (در شرایط یکسان): جامد < مایع < گاز

● برای **تبخیر** یک ترکیب مولکولی، باید نیروهای بین مولکولی را به طور کامل از بین ببریم تا مولکول های سازنده ماده مورد نظر به شکل گاز وارد فضا شوند.

برای **تبخیر** نیاز **گرمای بیشتری** به انرژی و باشد، **قوی مولکولی نیروی بین** است در یک ماده، هرچه **بدیهی** ← داریم، در نتیجه **نقطه جوش** آن ماده **بیشتر** خواهد بود.

نیروی بین مولکولی: قوی تر ⇐ نقطه جوش: بیشتر (بالا تر)

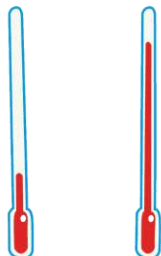
در هیدروکربن ها ← تعداد کربن: بیشتر ⇐ نیروی بین مولکولی: بیشتر ⇐ نقطه جوش: بیشتر (بالا تر)

بحث ما راجع به **آلکان های راست زنجیر** است!

در آلکان های راست زنجیر ←

تعداد کربن : بیشتر ⇐ نیروی بین مولکولی: بیشتر ⇐ نقطه جوش: بیشتر (بالا تر)

سؤال: پیش بینی کنید نقطه جوش کدام آلکان بالاتر است؟
 (آ) $C_{21}H_{44}$ (ب) $C_{12}H_{26}$



⊙ فرار بودن یعنی چه؟ یعنی تمایل برای تبدیل شدن به گاز.

⊙ هر چه نقطه جوش یک ماده پایین تر باشد، فرار تر است.

نقطه جوش: پایین تر ⇐ میزان فرار بودن: بیشتر

نقطه جوش: بالاتر ⇐ میزان فرار بودن: کمتر

در آلکان های راست زنجیر :

تعداد کربن : بیشتر ⇐ نیروی بین مولکولی: بیشتر ⇐ نقطه جوش: بالاتر ⇐ میزان فرار بودن: کمتر

سؤال: در شرایط یکسان، کدام آلکان فرار تر است؟
 (آ) C_6H_{14} (ب) $C_{10}H_{22}$

⊙ **چسبندگی**: هر چه جاذبه بین مولکول های یک ماده قوی تر باشد، آن ماده چسبندگی بیشتری خواهد داشت؛ اصطلاحاً می گوییم چسبنده تر است.

نیروی بین مولکولی: قوی تر ⇐ چسبندگی: بیشتر

سؤال: پیش بینی کنید کدام ماده چسبنده تر است؟

(آ) گریس ($C_{18}H_{38}$) (ب) وازلین ($C_{25}H_{52}$)

⊙ **گران روی**: هر چه یک ماده چسبندگی بیشتری داشته باشد، ذرات آن به سختی رو هم می لغزند؛

اصطلاحاً می گوییم ماده گران روی بیشتری دارد.

نیروی بین مولکولی: قوی تر ⇐ چسبندگی: بیشتر ⇐ گران روی: بیشتر

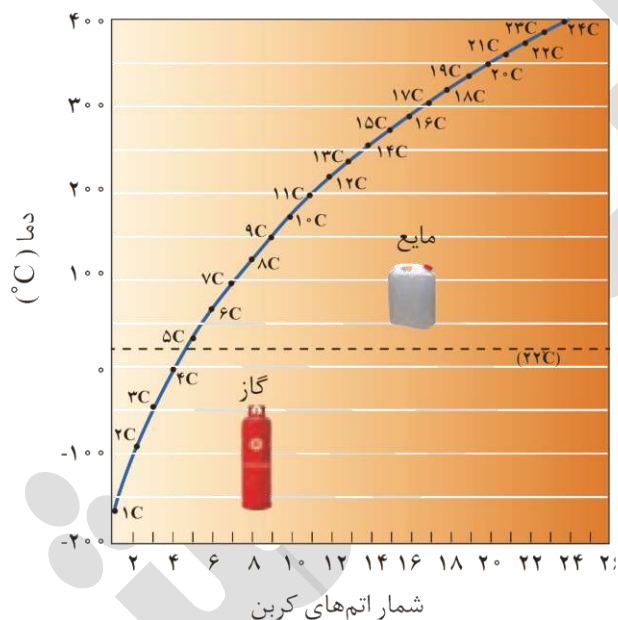
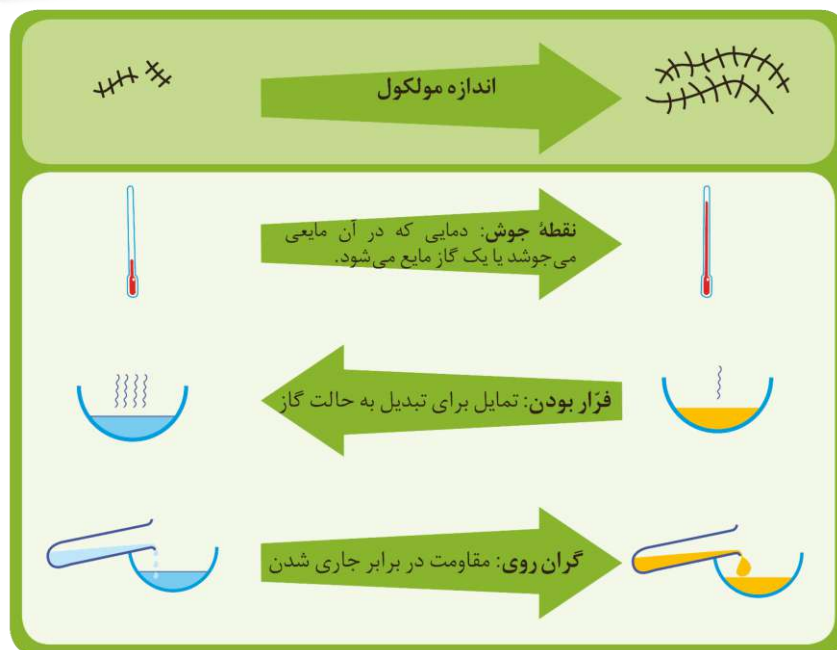
سؤال: پیش بینی کنید گران روی کدام آلکان بالاتر است؟
 (آ) $C_{21}H_{44}$ (ب) $C_{12}H_{26}$

در آلکان های راست زنجیر:

نقطه جوش: بالاتر ⇐ میزان فرار بودن: کمتر

تعداد کربن : بیشتر ⇐ نیروی بین مولکولی: بیشتر

چسبندگی: بیشتر ⇐ گران روی: بیشتر



نکات نمودار:

- * نقطه جوش 4 آلکان اول ، کمتر از صفر
- * نقطه جوش آلکان اول (متان) ، کمتر از -150°C
- * نقطه جوش آلکان چهارم ، تقریباً نزدیک صفر
- * نقطه جوش آلکان پنجم ، بالاتر از 22°C

* به طور کلی با افزایش جرم مولی آلکان های راست زنجیر، اختلاف نقطه جوش آلکان های متوالی کاهش می یابد.

گروه های عاملی (در يك نگاه):

شهاب دانش

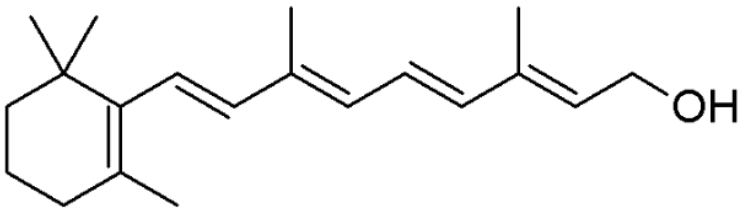
شهاب دانش

شهاب دانش

شهاب دانش

بررسی سوالات روتین گروه های عاملی:

به سوالات زیر در باره ساختار روبه رو پاسخ دهید:



شهاب دانش

نکته می دانیم اندازه مولکول ها بر نیروی بین مولکولی تأثیر گذار است. به طوری که هر چه جرم و حجم مولکول بیشتر باشد، نیروی وان در والسی بین مولکول های آن قوی تر است. بنابراین درشت مولکول ها، چون جرم و حجم بسیار بسیار بیشتری دارند پس نیروی وان در والسی بین مولکول های آن ها بسیار قوی تر از نیروی وان در والسی بین ریز مولکول ها است.

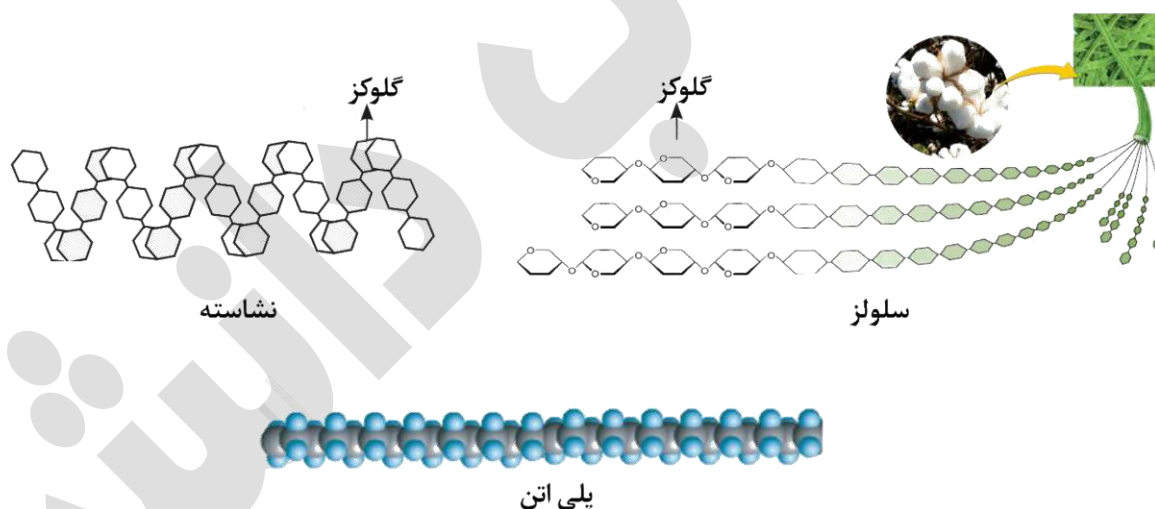
ریزمولکول ها > درشت مولکول ها : قدرت نیروی بین مولکولی

از آن جا که هر چه نیروی بین مولکولی قوی تر باشد، نقطه ی ذوب و جوش هم بیشتر است، نتیجه می گیریم که نقطه ذوب و جوش درشت مولکول ها نسبت به ریزمولکول ها بسیار بالاتر است.

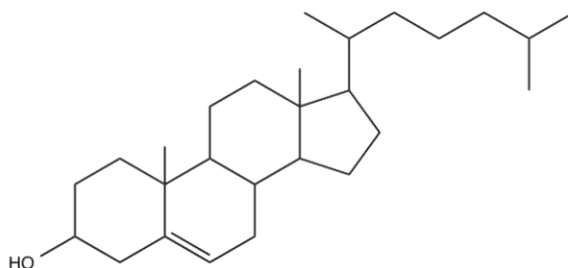
ریزمولکول ها > درشت مولکول ها : نقطه ذوب و جوش

درشت مولکول ها بر اساس واحدهای سازنده ی آن ها، به دو دسته زیر تقسیم بندی می شوند:

① پلیمر (بسیار): نوعی درشت مولکول است که از اتصال تعداد زیادی مولکول کوچک (مونومر یا تک پار) به وجود می آید. مونومرها، مولکول های سازنده ی پلیمر هستند که به صورت واحدهای تکرار شونده در سرتاسر پلیمر قابل مشاهده می باشند. ← بنابراین در ساختار پلیمر، واحدهای تکرار شونده وجود دارد. مانند: سلولز، نشاسته، پروتئین، انسولین، پلی اتن، نایلون، تفلون و...

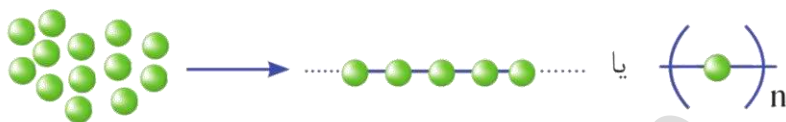


② درشت مولکول فاقد واحد تکرار شونده : نوعی درشت مولکول است که در ساختار آن ، واحد تکرار شونده وجود ندارد: یعنی تعداد زیادی اتم پشت سرهم قرار گرفته اند به طوری که واحد مولکولی مشابه، در میان آن ها وجود ندارد. مانند: کلسترول



حاشیه: واژه پلیمر از واژه یونانی polys، به معنای «بسیار» و meros به معنای «پاره» گرفته شده است.

پلیمری شدن واکنشی است که در آن مولکول های کوچک (مونومرها) در شرایط مناسب به یکدیگر متصل می شوند و مولکول هایی با زنجیرهای بلند و جرم مولی زیاد (یعنی پلیمر) تولید می کنند.

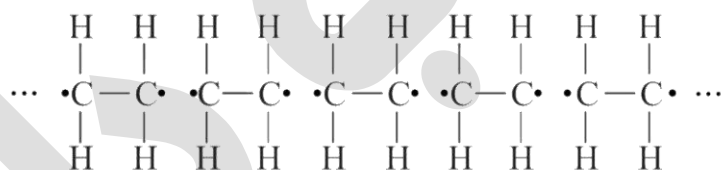


واکنش پلیمری شدن افزایشی: مولکول هایی در این نوع واکنش می توانند شرکت کنند که پیوند دوگانه کربن-کربن ($\text{C}=\text{C}$) داشته باشند.

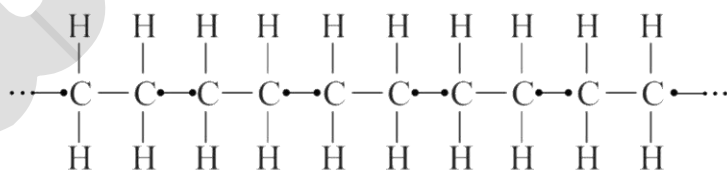
- برای مثال فرض کنید چند هزار مولکول اتن کنار یکدیگر قرار دارند:



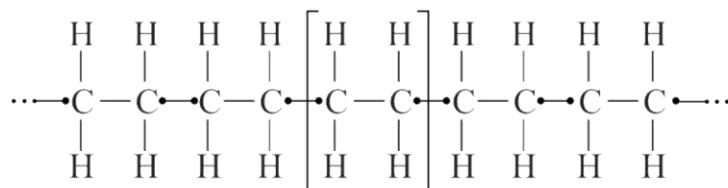
- برای انجام واکنش ابتدا با دادن گرما، یکی از پیوندهای دوگانه $C=C$ در هر مونومر شکسته شده و هر اتم کربن دارای یک الکترون منفرد می شود؛ به عبارت دیگر هر مونومر به رادیکالی با دو الکترون منفرد تبدیل می شود:



- سپس با ایجاد فشار، اتم های کربن مولکول های مجاور از سمت الکترون منفرد خود، به یکدیگر متصل شده و در نهایت یک مولکول بسیار بزرگ با زنجیری بسیار طولیل ایجاد می شود که به آن پلیمر یا بسیار می گویند.

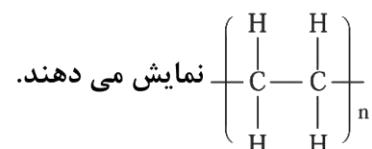


همان طور که مشاهده می شود در ساختار پلی اتن، فرمول $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \\ -\text{C}-\text{C}- \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ به صورت واحد تکرار شونده قابل مشاهده است.

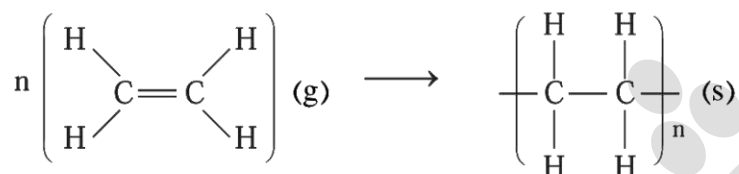


واحد تکرار شوئده

چون در مولکول پلی اتن، واحد تکرار شونده n مرتبه (چند هزار بار) تکرار می شود، فرمول شیمیایی پلی اتن را به صورت



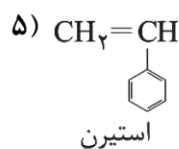
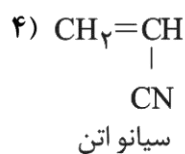
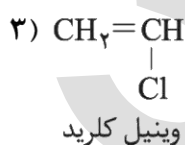
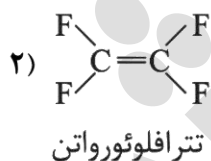
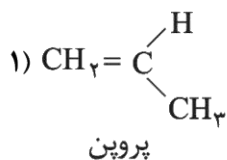
بنابراین به طور خلاصه، معادله واکنش پلیمری شدن اتن به صورت زیر است:

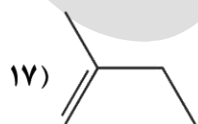
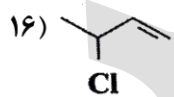
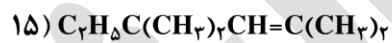
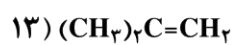
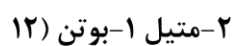
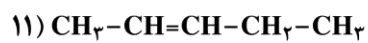
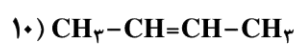
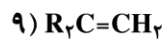
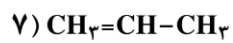
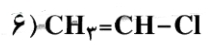


با توجه به معادله فوق باید بدانیم که:

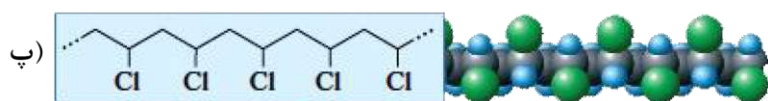
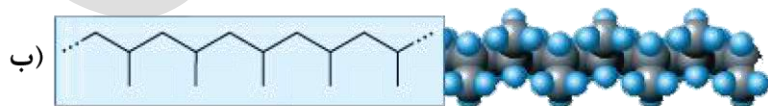
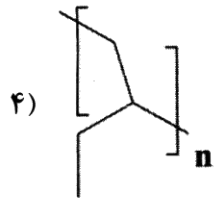
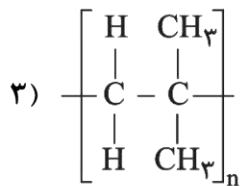
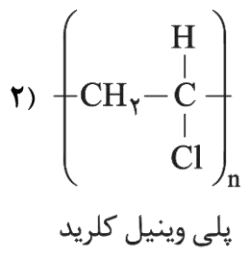
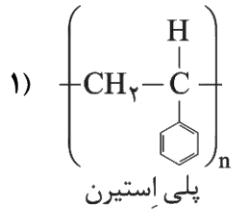
نکته در واکنش های پلیمری شدن (از نوع افزودنی)، مونومرها گازی اند، در حالی که پلیمر تشکیل شده، جامد است. در ضمن در این نوع واکنش ها، کاهش شدید حجم رخ می دهد؛ زیرا n مولکول مونومر به ۱ مولکول پلیمر تبدیل می شود.

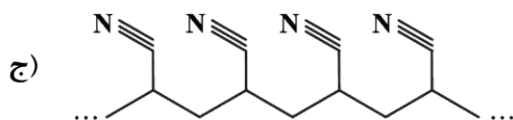
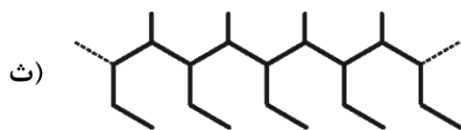
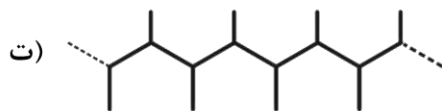
تمرین: واکنش پلیمری شدن را برای ترکیبات زیر بنویسید.





تمرین ۲: مونومرهای سازنده پلیمرهای زیر را تعیین کنید.

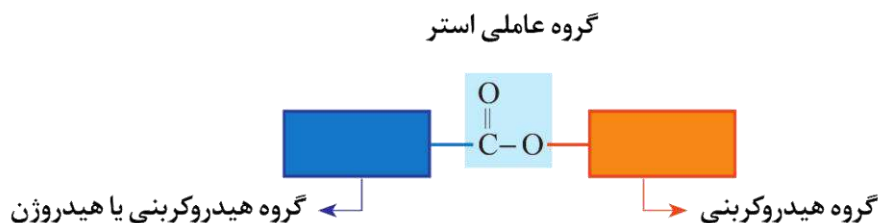




جدول زیر، پرگرفته از خود را پیازماید کتاب درسی است:

کاربرد پلیمر	نام و ساختار پلیمر	کاربرد پلیمر	نام و ساختار پلیمر
نخ دندان ظروف نجسب کف اتو نوار تفلون (برای درزگیری و آب بندی لوله ها)	$\left(\begin{array}{cc} \text{F} & \text{F} \\ & \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\ & \\ \text{F} & \text{F} \end{array} \right)_n$ تفلون	 پتو	$\left(\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ -\text{CH}_2-\text{C}- \\ \\ \text{CN} \end{array} \right)_n$ پلی سیانو اتن
 کیسه خون	$\left(\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ -\text{CH}_2-\text{C}- \\ \\ \text{Cl} \end{array} \right)_n$ پلی وینیل کلرید	 سرنج	$\left(\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ -\text{CH}_2-\text{C}- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \right)_n$ پلی پروپن
کیسه های پلاستیک شفاف لوله های پلاستیکی دبه های آب بطری کدر شیر اسباب بازی	$\left(\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ & \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array} \right)_n$ پلی اتن	 ظروف یکبار مصرف	$\left(\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ -\text{CH}_2-\text{C}- \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} \right)_n$ پلی استیرن

✓ شکل زیر، گروه عاملی استر را نشان می دهد:

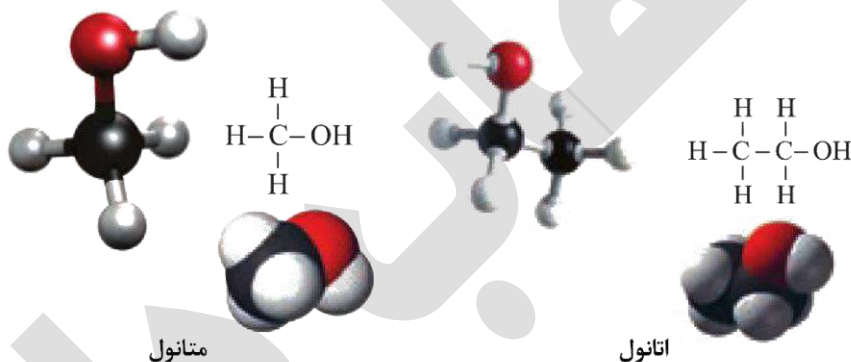


الکل ها و اسیدها

✓ آموختید الکل ها ترکیب هایی هستند که در ساختار آنها یک یا چند گروه هیدروکسیل ($-OH$) با یک پیوند اشتراکی به اتم کربن متصل است.

✓ متانول و اتانول دو عضو خانواده الکل های یک عاملی هستند.

← شکل زیر، فرمول ساختاری، مدل فضاپرکن و-گلوله میله برای متانول و اتانول را نشان می دهد:



✓ الکل های یک عاملی را می توان با فرمول ROH ، نشان داد که در آن، R یک زنجیر هیدروکربنی است.

✓ کربوکسیلیک اسید ها نیز دسته ای دیگر از ترکیب های آلی هستند که گروه عاملی کربوکسیل ($-COOH$) دارند.

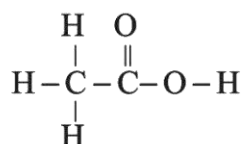
← این ترکیب ها مزه ترش دارند به طوری که مزه ترش میوه هایی مانند انگور، لیمو ترش، کیوی، گوجه سبز و... ناشی از وجود چنین مولکول هایی در آنهاست.

✓ متانوئیک (فورمیک) اسید، $HCOOH$ ، اولین عضو خانواده کربوکسیلیک اسیدهاست که بر اثر گزش مورچه سرخ

وارد بدن شده و باعث سوزش و خارش در محل گزیدگی می شود.

✓ اتانوئیک اسید (استیک اسید) یک اسید دو کربنی است که یکی از پرکاربردترین اسیدها در زندگی روزانه است.

← شکل زیر، فرمول ساختاری استیک اسید را نشان می دهد:



✓ یکی از کاربردهای استیک اسید استفاده از آن در سرکه است (اسید سرکه).

✓ کربوکسیلیک اسیدهای یک عاملی را می توان با فرمول $RCOOH$ یا $R-\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{C}}-\text{OH}$ نشان داده که در آن R ، یک زنجیر

هیدروکربنی یا هیدروژن است.

مولکول های دو شخصیتی

بعضی از ترکیب های آلی ، هم دارای بخش قطبی و هم دارای بخش ناقطبی هستند.
به طور کلی باید بدانیم که:

➔ زنجیره ی هیدروکربنی همواره بخش ناقطبی است.

➔ و گروه های عاملی همواره بخش قطبی هستند.

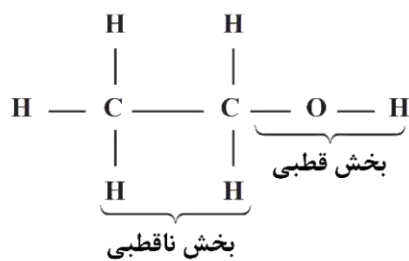
اینکه مولکول در کل قطبی باشد یا خیر ، بستگی به غلبه بخش قطبی بر بخش ناقطبی دارد.

الکل ها

الکل ها نیز از جمله مولکول های دو شخصیتی هستند؛ یعنی هم دارای بخش قطبی و هم دارای بخش ناقطبی می باشند. مانند: اتانول و ۱-بوتانول

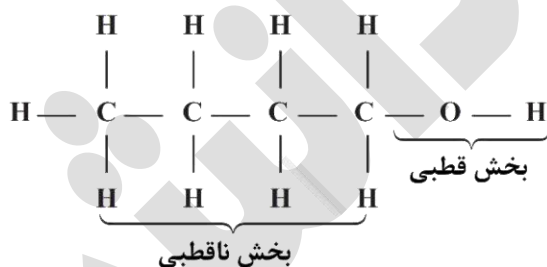
➔ در اتانول، بخش قطبی بر بخش ناقطبی غلبه شدیدی دارد.

به همین دلیل اتانول در آب که مولکول هایی قطبی دارد، حل می شود.



➔ در ۱-بوتانول، بخش بیشتری از مولکول نسبت به اتانول، ناقطبی است.

به همین دلیل، ۱-بوتانول در مقایسه با اتانول به مقدار کمتری در آب حل می شود.



نتیجه!:

هر چه بر طول زنجیر هیدروکربنی الکل های راست زنجیر افزوده شود، انحلال پذیری آن ها در آب کمتر می شود.

توجه: نمی توان با مقایسه ی اندازه ی بخش قطبی و بخش ناقطبی در مولکول ، تعیین کنیم که مولکول در کل قطبی است یا خیر! تعیین قطبیت یک مولکول دو شخصیتی همواره توسط شرایط آزمایشگاهی (تجربی) امکان پذیر است.

➔ برای مثال: اتانول و ۱-بوتانول هر دو محلول در آب هستند یعنی در هر دو، بخش قطبی بر بخش ناقطبی غلبه دارد، ولی انحلال پذیری ۱-بوتانول در آب نسبت به اتانول در آب کمتر است؛ زیرا بخش ناقطبی در ۱-بوتانول نسبت به اتانول بزرگ تر است.

نیروهای بین مولکولی در الکل ها

یادآوری:

انواع نیروهای جاذبه بین مولکولی:

- ۱- پیوند هیدروژنی: مولکول هایی که در ساختار خود، دارای پیوند کووالانسی $H-F$ ، $H-O$ یا $H-N$ هستند، می توانند بین مولکول های خود پیوند هیدروژنی برقرار کنند.
- ۲- نیروی وان دروالس

می دانیم مولکول الکل ها ($R-OH$)، دو بخش قطبی و ناقطبی دارند.

گروه عاملی هیدروکسیل ($-OH$)، بخش قطبی و زنجیر هیدروکربنی (R)، بخش ناقطبی مولکول را تشکیل می دهد. بنابراین الکل ها، بین مولکول های خود دارای دو نوع نیروی بین مولکولی شامل پیوند هیدروژنی و نیروی وان دروالسی هستند. به بیانی دیگر، یک الکل می تواند از سر عامل هیدروکسیل ($-OH$) پیوند هیدروژنی و از سر زنجیر هیدروکربنی خود (R) نیروی وان دروالسی برقرار کند.

نکته با افزایش طول زنجیر هیدروکربنی در الکل ها، نیروی وان دروالسی بر پیوند هیدروژنی غلبه می کند و ویژگی ناقطبی الکل افزایش می یابد.

علت؛ می دانیم هر چه جرم و حجم مولکول یک ماده بیشتر باشد، نیروی وان در والسی بین مولکول های آن ماده قوی تر است. بنابراین در الکل ها با افزایش تعداد اتم های کربن، نیروی وان در والسی ایجاد شده به مرور قوی تر می شود تا آن جایی که حتی ممکن است بر پیوند هیدروژنی هم غلبه کند.

شواهد تجربی نشان داده است که:

- الکل ها، حداکثر با ۵ اتم کربن در آب محلول اند (یعنی قطبی اند؛ به عبار دیگر، بخش قطبی بر بخش ناقطبی در آن ها غلبه می کند یا به بیانی دیگر، نیروی بین مولکولی غالب در آن ها از نوع هیدروژنی است).
- الکل ها با داشتن ۱، ۲ یا ۳ اتم کربن، به هر نسبتی در آب حل می شوند؛ به عبارت دیگر نمی توان از آن ها محلول سیر شده تهیه کرد (محلول آن ها در آب همواره سیر نشده است).

یادآوری:

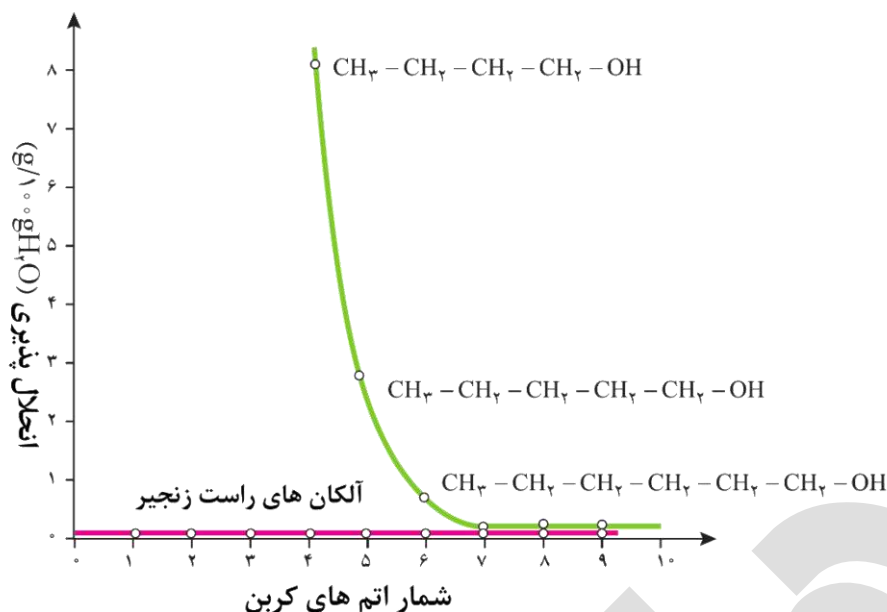
انحلال پذیری: بیشترین مقدار از یک حل شونده را که در ۱۰۰ گرم حلال و دمای معین حل می شود، انحلال پذیری آن ماده می نامند.

با توجه به تعریف انحلال پذیری، مواد را به سه دسته تقسیم می کنند:

- ① مواد محلول: انحلال پذیری آن ها از ۱ گرم حل شونده در ۱۰۰ گرم آب، بیشتر است.
- ② مواد کم محلول: انحلال پذیری آن ها بین ۰/۰۱ تا ۱ گرم حل شونده در ۱۰۰ گرم آب است.
- ③ مواد نامحلول: انحلال پذیری آن ها از ۰/۰۱ گرم حل شونده در ۱۰۰ گرم آب کمتر است.



بررسی یک نمودار مهم



با توجه به این نمودار:

- ❖ این نمودار، نمودار انحلال پذیری الکل ها بر حسب شمار اتم های کربن است که نزولی می باشد؛ زیرا هر چه تعداد اتم های کربن در الکل های راست زنجیر افزوده شود، انحلال پذیری آن ها در آب کمتر می شود.
- ❖ در این نمودار اشاره ای به انحلال پذیری الکل های دارای ۱، ۲ و ۳ کربن نشده است؛ به عبارتی با توجه به نمودار، انحلال پذیری این الکل ها بی نهایت است ← این موضوع تایید می کند که این الکل ها به هر نسبتی در آب حل می شوند.
- ❖ براساس این نمودار، انحلال پذیری ۱-بوتانول و ۱-پنتانول، بیشتر از ۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب است بنابراین این دو الکل، ماده محلول محسوب می شوند.
- ❖ انحلال پذیری ۱-هگزانول، ۱-هپتانول و ۱-اوکتانول بین ۰/۱ تا ۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب است، پس این الکل ها ماده کم محلول محسوب می گردند.
- ❖ می دانیم همه آلکان های راست زنجیر (مانند متان، اتان و...) همگی ناقطبی هستند بنابراین در آب نامحلول می باشند؛ به همین دلیل در این نمودار، انحلال پذیری آن ها به صورت یک خط افقی و نزدیک به صفر است.
- ❖ نمودار «انحلال پذیری-شمار اتم کربن» برای الکل ها به صورت منحنی است که با افزایش شمار اتم های کربن، شیب منحنی کاهش می یابد؛ این موضوع نشان دهنده دو مفهوم زیر است:
 - ۱- هر چه شمار اتم های کربن یک الکل بیشتر باشد، تفاوت انحلال پذیری آن الکل با الکل بعد از خود کمتر می شود.
 - ۲- هر چه شمار اتم های کربن یک الکل بیشتر باشد، تفاوت انحلال پذیری آن الکل با آلکان هم کربن خود نیز کمتر می گردد.

✓ به ترکیب هایی که در آب حل شده ولی در حلال های ناقطبی مانند چربی حل نمی شوند، «آب دوست» و «چربی گریز» می گویند. همچنین به ترکیب هایی که در حلال های ناقطبی مانند چربی حل شده ولی در آب حل نمی شوند، «چربی دوست» و «آب گریز» می گویند.

✓ می دانیم در الکل ها با افزایش شمار اتم کربن، بر طول زنجیر هیدروکربنی آن ها افزوده شده و در نتیجه میزان ناقطبی بودن آن ها افزایش می یابد و در حلال های ناقطبی بیشتر حل می شوند ولی در حلال های قطبی کمتر حل می گردند. بنابراین می توان گفت:

↪ با افزایش تعداد اتم های کربن در الکل ها، انحلال پذیری آن ها در چربی (حلال ناقطبی) زیاد و در آب (حلال قطبی) کم می شود. به عبارت دیگر، هر چه شمار اتم های کربن در الکل ها بیشتر شود، ویژگی چربی دوستی و آب گریزی آن ها زیاد و ویژگی آب دوستی و چربی گریزی آن ها کم می شود.

در الکل ها \Leftarrow تعداد کربن: \uparrow } میزان ناقطبی بودن: \uparrow چربی دوستی و آب گریزی: \uparrow
 میزان قطبی بودن: \downarrow آب دوستی و چربی گریزی: \downarrow

متن کتاب.....
 ✓ جدول زیر مربوط به خود را پیازما پید کتاب درسی است:

فرمول الکل	انحلال پذیری (g/100gH ₂ O)
CH ₃ -CH ₂ -OH	به هر نسبتی حل می شود
CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -OH	۰/۰۴۶

← در جدول فوق، با توجه به اینکه انحلال پذیری (اوکتانول پین ۰/۰۱ تا ۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب است، آن را ماده کم محلول در نظر می گیریم.

✓ دریافتید که مولکول الکل ها دو بخش قطبی و ناقطبی دارد:

↪ زنجیر هیدروکربنی، بخش ناقطبی مولکول

↪ و گروه عاملی هیدروکسیل، بخش قطبی مولکول را تشکیل می دهد.

\Leftarrow بنابراین در الکل ها دو نوع نیروی بین مولکولی هیدروژنی و وان دروالسی وجود دارد.

✓ در الکل های کوچک و تا پنج کربن، بخش قطبی بر ناقطبی غلبه دارد و الکل در آب محلول است:

❖ به دیگر سخن، نیروی بین مولکولی غالب در الکل ها تا پنج کربن از نوع هیدروژنی بوده و به همین دلیل به خوبی در آب حل می شوند.

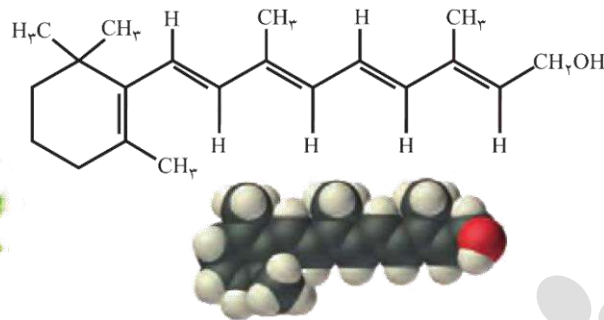
❖ اما با افزایش شمار اتم های کربن در الکل ها، بخش ناقطبی مولکول بزرگ تر شده و میزان قطبیت مولکول

کاهش می یابد. \Leftarrow این روند سبب می شود که الکل های بزرگ تر در آب حل نشوند بلکه در چربی حل شوند:

↪ از این رو ویژگی چربی دوستی الکل ها با افزایش شمار اتم های کربن، افزایش می یابد.

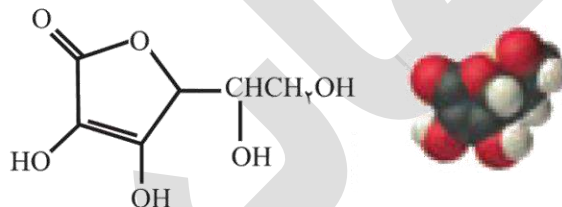
↪ به بیان دیگر، هر چه شمار اتم های کربن الکل ها بیشتر شود، ویژگی آب گریزی آنها افزایش می یابد.

الف) ویتامین آ (A)



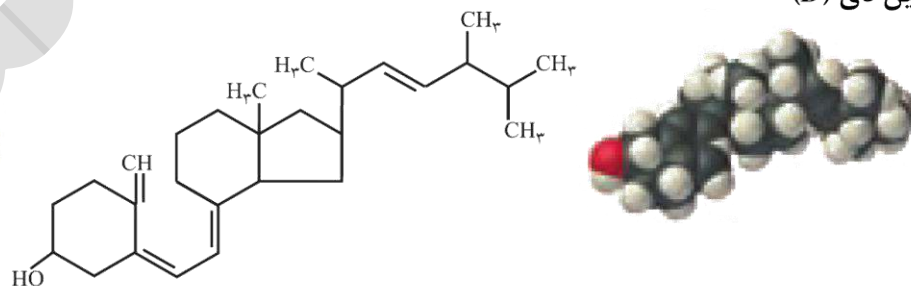
پاسخ: در ویتامین A بخش ناقطبی پر بخش قطبی غلبه می کند (در کل، ناقطبی است) \Rightarrow ویتامین A در آب (حلال قطبی) حل نمی شود در حالی که در چربی (حلال ناقطبی) حل می شود.

ب) ویتامین ث (C)



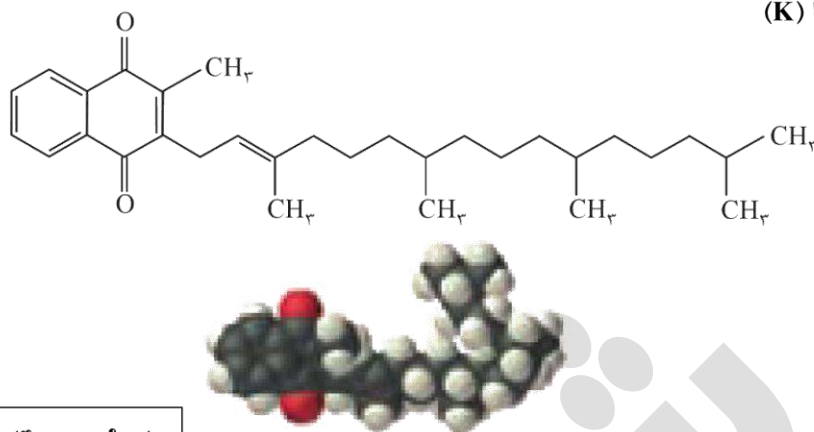
پاسخ: در ویتامین C بخش قطبی پر بخش ناقطبی غلبه می کند (در کل، قطبی است) \Rightarrow ویتامین C در آب (حلال قطبی) حل می شود در حالی که در چربی (حلال ناقطبی) حل نمی شود.

پ) ویتامین دی (D)



پاسخ: در ویتامین D بخش ناقطبی پر بخش قطبی غلبه می کند (در کل، ناقطبی است) \Rightarrow ویتامین D در آب (حلال قطبی) حل نمی شود در حالی که در چربی (حلال ناقطبی) حل می شود.

ت) ویتامین کا (K)



پاسخ: در ویتامین K بخش ناقطبی بر بخش قطبی غلبه می کند (در کل، ناقطبی است) \Rightarrow ویتامین K در آب (محال قطبی) حل نمی شود در حالی که در چربی (محال ناقطبی) حل می شود.

۲- مصرف بیش از اندازه کدام دسته از ویتامین ها برای بدن مشکل خاصی ایجاد نمی کند؟ چرا؟

پاسخ: مصرف بیش از اندازه لازم ویتامین C برای بدن مشکلی ایجاد نمی کند. زیرا این ویتامین در آب بدن حل شده و به راحتی به همراه آب از بدن دفع می شود.

نکات زیر مربوط به پرسش ۴ خود را پیازماید کتاب درسی است:

✓ در کربوکسیلیک اسیدها ($R-COOH$) نیز مانند الکل ها، یک بخش قطبی و یک بخش ناقطبی وجود دارد.

➔ بخش قطبی همان عامل کربوکسیل ($-COOH$) و بخش ناقطبی همان زنجیر هیدروکربنی (R) است.

✓ در کربوکسیلیک اسیدها نیز با افزایش شمار اتم کربن بر طول زنجیر هیدروکربنی آن ها افزوده شده و در نتیجه بخش ناقطبی بزرگ تر شده در نتیجه قطبیت مولکول کم تر می شود.

\Rightarrow بنابراین هر چه بر طول زنجیر هیدروکربنی کربوکسیلیک اسیدها افزوده شود انحلال پذیری آن ها در آب کمتر می شود.

✓ کربوکسیلیک اسیدها نیز بین مولکول های خود دارای دو نوع نیروی بین مولکولی شامل پیوند هیدروژنی و نیروی وان دروالسی هستند.

➔ به بیانی دیگر، یک کربوکسیلیک اسید می تواند از سر عامل کربوکسیل ($-COOH$) پیوند هیدروژنی و از سر زنجیر هیدروکربنی خود (R) نیروی وان دروالسی برقرار کند.

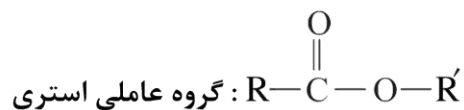
مشابه نکته ای که برای الکل ها گفته بودیم، برای کربوکسیلیک اسیدها نیز می توانیم بگوییم:

✓ با افزایش طول زنجیر هیدروکربنی در کربوکسیلیک اسید ها، نیروی وان دروالسی بر پیوند هیدروژنی غلبه می کند و ویژگی ناقطبی کربوکسیلیک اسید افزایش می یابد.

مثنی کتاب: در ترکیب های آلی مانند الکل ها و کربوکسیلیک اسید ها که دو بخش قطبی و ناقطبی دارند، با افزایش طول زنجیر کربنی بخش ناقطبی بزرگ تر می شود، قطبیت مولکول کاهش می یابد و انحلال پذیری آن در آب کمتر می شود.

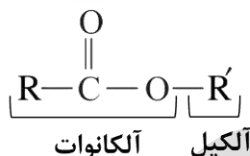
واکنش استری شدن

یادآوری:

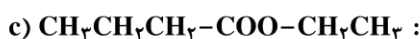


❖ نام گذاری استرها ← آلکیل آلکانوات

ابتدا نام آلکیل متصل به اکسیژن را گفته، سپس تعداد اتم های کربن زنجیر اصلی (RCOO-) را بر وزن آلکانوات می گوئیم:



تمرین ۱: نام گذاری کنید.

❖ فرمول عمومی استرها ← $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$

تمرین ۲: فرمول شیمیایی ترکیبات زیر را بنویسید.

پ) اتیل بوتانوات

ب) متیل اتانوات

آ) متیل متانوات

ج) متیل بوتانوات

ث) پنتیل اتانوات

ت) اتیل اتانوات

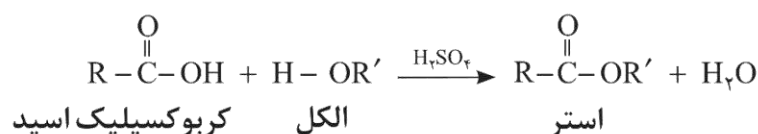
ج) اتیل هپتانوات

❑ یکی از ویژگی های مهم و کاربردی کربوکسیلیک اسیدها و الکل ها، واکنش میان آنهاست.

← این مواد (کربوکسیلیک اسید و الکل) در شرایط مناسب واکنش می دهند و با از دست دادن آب، به استر تبدیل می شوند.

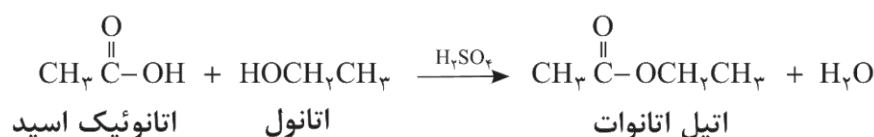
✅ بنابراین استرها را می توان از واکنش کربوکسیلیک اسید با الکل تهیه کرد. به این واکنش، واکنش استری شدن می گوئیم.

← معادله زیر، واکنش شیمیایی انجام شده را توصیف می کند.

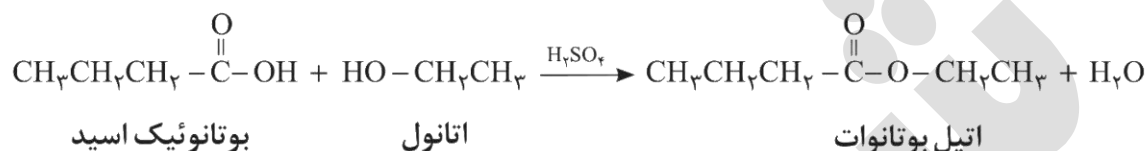


✅ در واکنش استری شدن، H از الکل و OH از اسید، تشکیل آب می دهند.

مثال: از واکنش استیک اسید با اتانول، طبق معادله زیر، اتیل استات به دست می آید.



مثال ۲: به همین ترتیب می توان اتیل بوتانوات را در مقیاس صنعتی تولید و از آن برای تولید شوینده با بوی آناناس استفاده کرد.

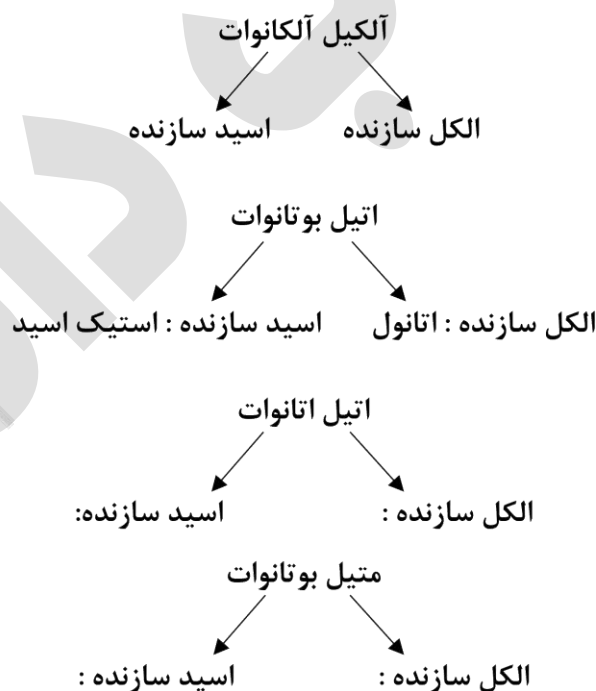


تمرین: جای خالی زیر را پر کنید.

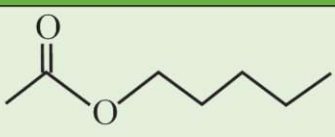
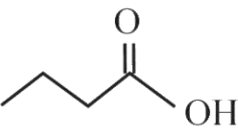
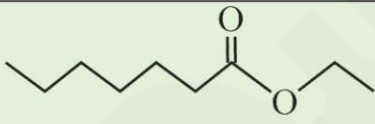
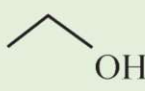


یادآوری نکته: در واکنش استری شدن، H از الکل و OH از اسید، تشکیل آب می دهند.

تشخیص سریع و تستی اسید و الکل سازنده استر:



با رسم ساختار الکل و اسید سازنده برای هر یک از استرهای داده شده در جدول زیر، آن را کامل کنید.

بو میوه	ساختار استر	ساختار الکل سازنده	ساختار اسید سازنده
بوی موز			
بوی سیب		CH_3OH	
بوی انگور			

نتیجه درس: هر ترکیبی که دارای کربوکسیل (COOH) باشد می تواند با هیدروکسیل (OH) یک ترکیب دیگر واکنش دهد تا با از دست دادن آب، یک عامل استری ایجاد شود.

الکون می فوایم با نوع دوم واکنش های پلیمری شدن یعنی «واکنش پلیمری شدن تراکمی» آشنا شویم. تفاوت این نوع از واکنش های پلیمری شدن، با نوع قبلی که در ابتدای فصل بررسی کرده بودیم این است که: در سری قبلی (یعنی پلیمری شدن افزایشی) شرط تشکیل پلیمر، وجود پیوند دوگانه کربن-کربن در مونومرها بود. در واقع پیوندهای دوگانه کربن-کربن می شکست تا پلیمر ایجاد شود. مانند تشکیل پلی اتن، پلی سیانواتن، پلی پروپن، پلی استیرن، تفلون و پلی وینیل کلرید.

اما در واکنش پلیمری شدن تراکمی که اکنون می فوایم با آن ها آشنا شویم، شرط تشکیل پلیمر، وجود گروه های عاملی در مونومرهاست. مانند تشکیل پلی استر، تشکیل پلی آمید و تشکیل پلی یورتان

توضیح کامل تر:

در سری قبلی (یعنی پلیمری شدن افزایشی) پلیمرها از یک نوع مونومر تشکیل می شدند و در اثر متصل شدن مونومرها به یکدیگر، هیچ اتمی حذف نمی شد.

اما در واکنش پلیمری شدن تراکمی (که اکنون می فوایم)، پلیمرها به طور کلی از بیش از یک نوع مونومر تشکیل می شوند و در اثر اتصال مونومرها به یکدیگر، برخی از اتم ها حذف می شوند.

پند مورد از این واکنش ها (پلیمری شدن تراکمی) که در کتاب درسی بررسی می کنیم عبارتند از: تشکیل پلی استر و تشکیل پلی آمید.

تشکیل پلی استر

اول از همه بهتر است بدانیم پلی استر چیست؟

پلی استر پلیمری با زنجیر بسیار بلند است که شامل تعداد بسیار زیادی گروه عاملی استری می باشد.

از درس قبل آموختیم هر ترکیبی که دارای کربوکسیل (COOH) باشد می تواند با هیدروکسیل (OH) یک ترکیب دیگر واکنش دهد تا با از دست دادن آب، یک عامل استری ایجاد شود.

اما اینجا قرار است هزاران هزار عامل استری ایجاد شود!

قاعده:

برای تولید یک پلی استر، دو نوع مونومر نیاز است ← کربوکسیلیک اسید دو عاملی (دی اسید) و الکل دو عاملی (دی الکل)

فرم کلی «دی اسید» و «دی الکل» به صورت زیر است:



مراحل به وجود آمدن پلی استر

در **مرحله ۱ نخست**، یکی از عامل های هیدروکسیل (OH) موجود در «دی الکل»، با یکی از عامل های کربوکسیل (COOH) موجود در «دی اسید» با هم ترکیب شده و با از دست دادن آب، یک عامل استری ایجاد می شود.

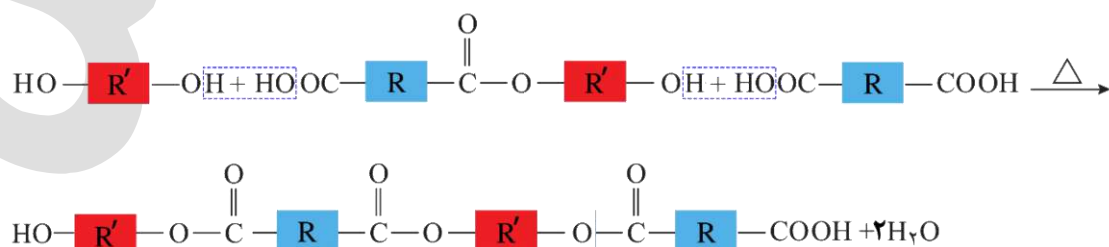


همان طور که در شکل بالا می بینید در دو طرف ساختار فرآورده بالا (استر به دست آمده)، همچنان یک عامل هیدروکسیل (OH) و یک عامل کربوکسیل (COOH) وجود دارد.

پس واکنش استری شدن می تواند ادامه پیدا کند.

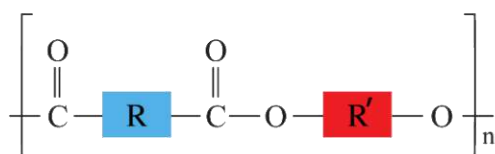
یعنی در **مرحله دوم**، این استر از سمتی که دارای COOH است با یک «دی الکل» دیگر واکنش می دهد و از سمتی که دارای OH است با یک «دی اسید» دیگر واکنش می دهد.

در اثر این واکنش ها، دو مولکول آب دیگر آزاد شده و دو عامل استری جدید ایجاد می شود:



همان طور که مشاهده می شود، فرآورده واکنش بالا علاوه بر سه عامل استری، همچنان دارای یک عامل هیدروکسیل (OH) و یک عامل کربوکسیل (COOH) در دو طرف خود است.

پس باز هم در **مراحل بعدی**، واکنش استری شدن می تواند از دو طرف فراورده پیدا کند تا جایی که مولکولی با زنجیر بسیار بلند است که شامل تعداد بسیار زیادی گروه عاملی استری است، تشکیل شود. به این مولکول غول پیکر، پلی استر گفته می شود.



«نمایشی از فرمول عمومی پلی استر»

✓ می دانید که رفتار و ویژگی های مواد به ساختار آنها بستگی دارد.

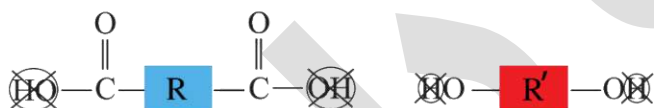
بنابراین با استفاده از کربوکسیلیک اسیدها و الکل های دو عاملی گوناگون، پلی استرهایی با ساختار متفاوت و گوناگون می توان تهیه کرد. پلیمرهایی که به دلیل داشتن خواص معین و منحصر به فرد، کاربردهای ویژه ای دارند.

✓ گوناگونی رفتار پلیمرها سبب شد تا شیمی دان های بیشتری به بررسی واکنش پلیمری شدن علاقه مند شوند. نتیجه این بررسی ها شناسایی دسته تازه ای از پلیمرها بود.

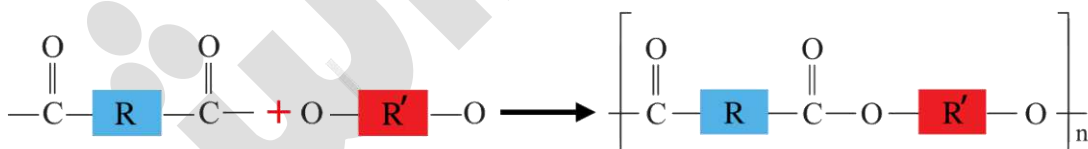
دو تکنیک بسیار مهم در بحث پلی استر:

① طریقه یافتن فرمول عمومی پلی استر از روی مونومرهای سازنده:

برای رسم فرمول عمومی پلی استر کافی است ابتدا اتم های H موجود در گروه عاملی الکلی و OH موجود در گروه عاملی اسیدی را حذف کنیم،

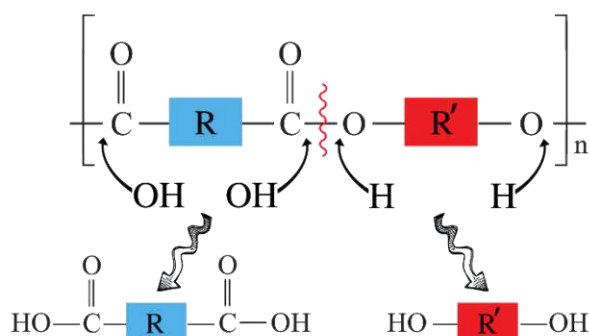


سپس دو مونومر را از دو سر به هم متصل نماییم:



② طریقه یافتن ساختار مونومرها از روی فرمول عمومی پلی استر:

برعکس قبلی رفتار می کنیم! یعنی برای این کار کافی است مطابق الگوی زیر، پیوند پیوند یگانه کربن-اکسیژن (C-O) را بشکنیم و سپس به اکسیژن ها و کربن ها به ترتیب H و OH اضافه کنیم:



مثال آموزشی:

شهاب دانش

شهاب دانش

شهاب دانش

تشکیل پلی آمید

اول از همه بهتر است بدانیم پلی آمید چیست؟

پلی آمید پلیمری با زنجیر بسیار بلند است که شامل تعداد بسیار زیادی گروه عاملی آمیدی می باشد.

از درس قبل آموختیم هر ترکیبی که دارای کربوکسیل (COOH) باشد می تواند با آمین (NH_2) یک ترکیب دیگر واکنش دهد تا با از دست دادن آب، یک عامل آمیدی ایجاد شود.

اما اینجا قرار است هزاران هزار عامل آمیدی ایجاد شود!

قاعده:

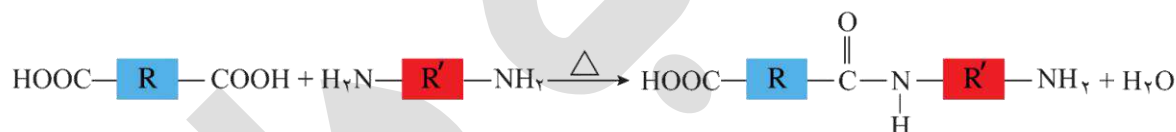
برای تولید یک پلی آمید، دو نوع مونومر نیاز است ← کربوکسیلیک اسید دو عاملی (دی اسید) و آمین دو عاملی (دی آمین)

فرم کلی «دی اسید» و «دی آمین» به صورت زیر است:



مراحل به وجود آمدن پلی آمید

در **مرحله ۱ نخست**، یکی از عامل های آمینی (NH_2) موجود در «دی آمین»، با یکی از عامل های کربوکسیل (COOH) موجود در «دی اسید» با هم ترکیب شده و با از دست دادن آب، یک عامل آمیدی ایجاد می شود.

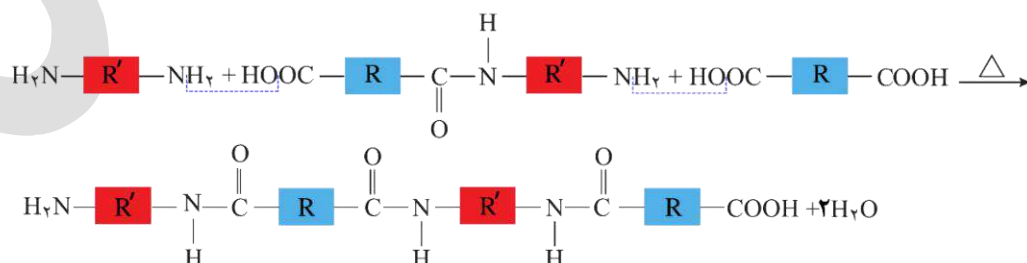


همان طور که در شکل بالا مشاهده می کنید در دو طرف ساختار فرآورده بالا (آمید به دست آمده)، همچنان یک عامل آمینی (NH_2) و یک عامل کربوکسیل (COOH) وجود دارد.

پس واکنش آمیدی شدن می تواند ادامه پیدا کند.

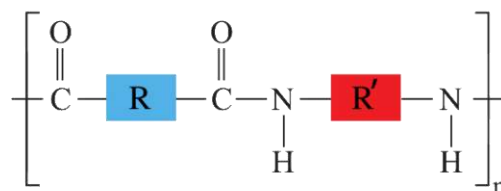
یعنی در **مرحله دوم**، این آمید از سمتی که دارای COOH است با یک «دی آمین» دیگر واکنش می دهد و از سمتی که دارای NH_2 است با یک «دی اسید» دیگر واکنش می دهد.

در اثر این واکنش ها، دو مولکول آب دیگر آزاد شده و دو عامل آمیدی جدید ایجاد می شود:



همان طور که مشاهده می شود، فرآورده واکنش بالا علاوه بر سه عامل آمینی، همچنان دارای یک عامل آمینی (NH_2) و یک عامل کربوکسیل (COOH) در دو طرف خود است.

پس باز هم در **مراحل بعدی**، واکنش آمیدی شدن می تواند از دو طرف فراورده پیدا کند تا جایی که مولکولی با زنجیر بسیار بلند است که شامل تعداد بسیار زیادی گروه عاملی آمیدی است، تشکیل شود. به این مولکول غول پیکر، پلی آمید گفته می شود.



«نمایشی از فرمول عمومی پلی آمید»

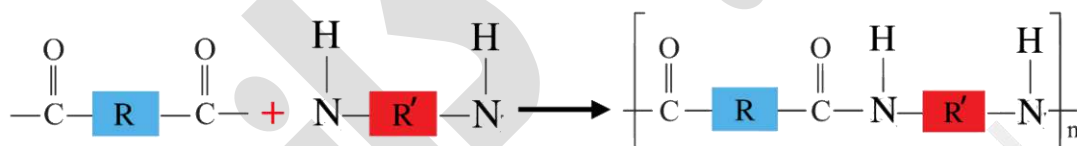
دو تکنیک بسیار مهم در مبحث پلی آمید:

① طریقه یافتن فرمول عمومی پلی آمید از روی مونومرهای سازنده:

برای رسم فرمول عمومی پلی آمید کافی است ابتدا اتم های H موجود در گروه عاملی آمینی و OH موجود در گروه عاملی اسیدی را حذف کنیم،

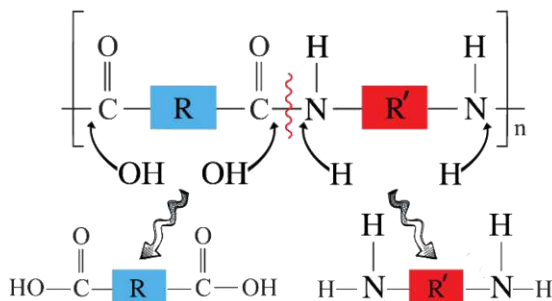


سپس دو مونومر را از دو سر به هم متصل نماییم:



② طریقه یافتن ساختار مونومرها از روی فرمول عمومی پلی آمید:

برعکس قبلی رفتار می کنیم! یعنی برای این کار کافی است مطابق الگوی زیر، پیوند نیتروژن با کربونیل را بشکنیم و سپس به نیتروژن ها و کربونیل ها به ترتیب H و OH اضافه کنیم:



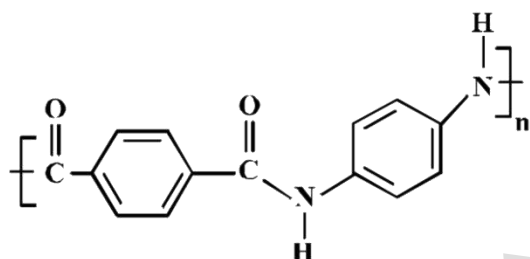
بررسی تیپ تست های فصل سوم شیمی یازدهم

۱- کدام مطلب، درست است؟

- (۱) آبگریزی $C_6H_{13}OH$ ، از آبگریزی متانول کمتر است.
- (۲) در C_3H_7OH ، پیوند هیدروژنی، بر نیروی وان دروالسی غلبه دارد.
- (۳) در $C_5H_{11}OH$ ، بخش ناقطبی مولکول کاملاً بر بخش قطبی آن، غلبه دارد.
- (۴) انحلال پذیری C_4H_9OH در چربی از انحلال پذیری C_3H_7OH ، کمتر است.

۲- در پلیمری با ساختار زیر، تفاوت جرم مولی دی آمین و دی اسید به کار رفته برای تهیه آن، چند گرم است؟

($O = 16, N = 14, C = 12, H = 1: g.mol^{-1}$)



- (۱) ۵۴
- (۲) ۵۸
- (۳) ۶۲
- (۴) ۶۴

۴- ΔH واکنش پلیمر شدن کامل یک مول اتیلن، به تقریب چند کیلوژول است؟ (انرژی پیوندهای $C=H$ ، $C=C$ و $C-C$ ، به ترتیب برابر ۶۱۲، ۴۱۲ و ۳۴۸ کیلوژول بر مول است. $nCH_2=CH_2 \rightarrow [CH_2-CH_2]_n$)

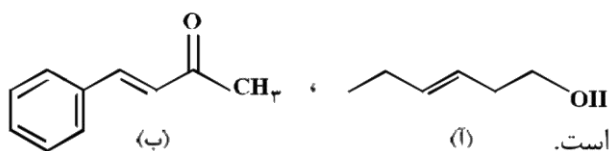
(۴) -۲۶۴

(۳) -۸۴

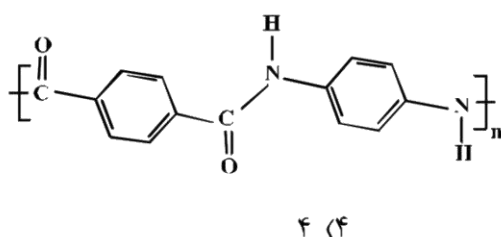
(۲) +۸۴

(۱) +۲۶۴

۵- درباره دو ترکیب زیر، کدام مورد، درست است؟



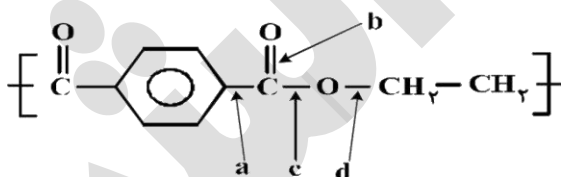
- (۱) ترکیب (آ)، با آب پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهد.
- (۲) عدد اکسایش اتم کربن متصل به اتم O در هر دو یکسان است.
- (۳) از ترکیب (آ) می‌توان به‌عنوان الکل در تهیه پلی‌استرها استفاده کرد.
- (۴) شمار اتم‌های کربن در مولکول (آ) با شمار اتم‌های کربن در حلقه آروماتیک مولکول (ب) متفاوت است.



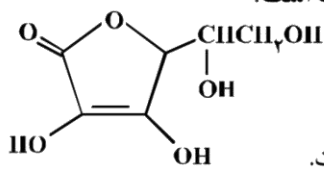
۶- با توجه به شکل روبه‌رو، چند مورد از مطالب زیر، درست‌اند؟

- بخشی از مولکول یک پلی‌آمید است.
 - پلیمر مربوط، از نوع زیست تخریب‌پذیر است.
 - فرمول پلیمر مربوط $[C_{17}H_{15}N_2O_2]_n$ است.
 - هر دو ماده سازنده آن (مونومرها) از ترکیب‌های آروماتیک‌اند.
- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۷- در اشیای ساخته شده از پلی‌استر، عوامل محیطی سبب شکسته شدن پیوند استری و در نهایت پوسیدن لباس می‌شوند. در این فرایند، کدام پیوند شکسته می‌شود؟



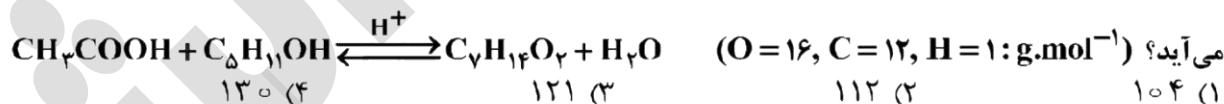
- ۸- با توجه به ساختار مولکول ویتامین C که نشان داده شده، کدام مطلب درباره آن درست است؟
 $(H=1, C=12, O=16 : g.mol^{-1})$
 (۱) فاقد گروه عاملی استری است.
 (۲) بخش ناقطبی آن بر بخش قطبی آن غلبه دارد و در آب حل نمی شود.
 (۳) نسبت شمار پیوندهای یگانه به شمار پیوندهای دوگانه بین اتمها در آن، برابر ۵/۸ است.
 (۴) شمار گروههای عاملی هیدروکسیل در مولکول آن، برابر شمار این گروه در مولکول اتیلن گلیکول است.



۹- کدام مطلب، نادرست است؟ $(N=14, C=12, H=1 : g.mol^{-1})$

- (۱) تفاوت جرم مولی سیانواتن با پروپن برابر ۱۱ g است.
 (۲) فرمول مولکولی ۲ هگزن با سیکلو هگزان، یکسان است.
 (۳) از پلیمر شدن کلرواتان، پلی وینیل کلرید به دست می آید.
 (۴) فرمول تجربی ۲،۱ دی برمواتان با فرمول مولکولی آن، متفاوت است.

۱۰- از واکنش استیک اسید با یک الکل پنج کربنی برای تهیه یک استر (اسانس موز) استفاده می شود. در صورتی که بازده درصدی واکنش ۸۰٪ باشد، از واکنش یک مول استیک اسید با مقدار کافی از این الکل، چند گرم از این استر به دست



محل یادداشت نکات اسیدهای چرب و صابون:

شهاب دانش

شهاب دانش

شهاب دانش

تیپ تست های پاک کننده ها:

۱. صابون، نمک سدیم اسیدهای است که زنجیر هیدروکربنی آن و آب است و در حلال های حل می شود.

(۲) آلی - قطبی - گریز - قطبی

(۱) آلی - ناقطبی - دوست - ناقطبی

(۴) چرب - ناقطبی - گریز - ناقطبی

(۳) چرب - قطبی - دوست - قطبی

۲. فرمول مولکولی یک پاک کننده غیرصابونی که زنجیر آلکیل سیر شده ی آن، ۱۴ اتم کربن دارد، کدام است؟



۳. اگر در ساختار صابون (دارای ۱۸ اتم کربن)، در بخش باردار به جای گروه کربوکسیل، گروه SO_3^- قرار گیرد، کدام تغییر روی می دهد؟

$$(H=۱, C=۱۲, O=۱۶, S=۳۲: g.mol^{-1})$$

(۱) افزایش جرم مولکولی و شمار اتم های اکسیژن در مولکول ترکیب شوینده

(۲) تغییر علامت بار الکتریکی سطح ذرات مخلوط چربی در آب

(۳) تغییر نسبت استوکیومتری کاتیون به آنیون در پاک کننده

(۴) کاهش انحلال پذیری ترکیب به دست آمده در آب

۴. کدام عبارت، درباره یک قطره روغن که به وسیله مولکول های پاک کننده غیر صابونی در آب به صورت مخلوط درآمده است، درست است؟

(۱) سطح بیرونی قطره دارای بار منفی است.

(۲) یون های سدیم، درون قطره چربی پخش شده اند.

(۳) کلوییدی از نوع ژل است که در آن آب، فاز پخش کننده است.

(۴) در صورت ساکن ماندن آب، به طور خود به خودی ته نشین می شود.

۵. جرم مولی صابون به دست آمده از کربوکسیلیک اسیدی که در آن گروه R، شامل ۱۴ اتم کربن است، برابر چند گرم

است؟ ($H=1, C=12, O=16, Na=23:g.mol^{-1}$)

۲۲۰ (۱) ۲۴۱ (۲) ۲۵۸ (۳) ۲۶۴ (۴)

۶. به ۲۰۰ mL آب سخت ($d=1 g.mL^{-1}$) که دارای یون های Ca^{2+} با غلظت ۲۰۰۰ ppm است، ۴/۷۲ گرم از صابون با جرم مولی

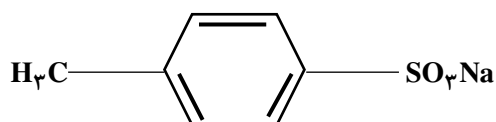
$236 g.mol^{-1}$ اضافه شده است. با فرض کامل بودن واکنش صابون با یون کلسیم، چند درصد از آن، به صورت رسوب،

درآمده است؟ ($Ca=40, Na=23:g.mol^{-1}$)

معادله موازنه شود. $RCOONa(aq) + CaCl_2(aq) \rightarrow (RCOO)_2Ca(s) + NaCl(aq)$

۱۰ (۱) ۲۰ (۲) ۵۰ (۳) ۱۰۰ (۴)

۷. آیا ترکیب زیر را به عنوان شوینده جهت تولید صنعتی پیشنهاد می کنید و دلیل آن، کدام است؟



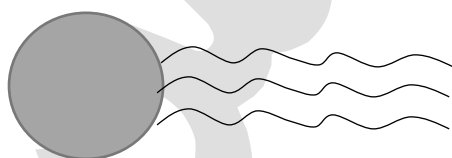
(۱) آری، زیرا، بهتر از شوینده های موجود با زنجیر هیدروکربنی ۱۲ کربنی، در آب حل می شود.

(۲) خیر، زیرا، انحلال پذیری آن از شوینده های موجود با زنجیر هیدروکربنی ۱۲ کربنی، در آب، کمتر است.

(۳) آری، زیرا، بخش ناقطبی آن، جاذبه بیشتری با لکه چربی روی لباس، نسبت به شوینده های موجود دارد.

(۴) خیر، زیرا، بخش ناقطبی آن، جاذبه کمتری با لکه چربی روی لباس، نسبت به شوینده های موجود دارد.

۸. چند مورد از مطالب زیر، درباره ترکیبی که ساختار مولکول آن نشان داده شده، درست است؟



- به یک استر مربوط است.

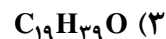
- به یک اسید چرب سه ظرفیتی مربوط است.

- در بنزین حل می شود و در آب نامحلول است.

- بخش ناقطبی آن بر بخش قطبی آن غلبه دارد.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۹. روغن زیتون، استری با فرمول مولکولی $C_{57}H_{104}O_6$ است. فرمول مولکولی اسید چرب سازنده آن، کدام است؟ (تری گلسیریدی که اسیدهای چرب یکسانی در ساختار آن وجود دارد.)



جملات درست / غلط:

- در مخلوط چربی در آب که به کمک صابون تشکیل می شود، سرقطبی مولکول های صابون به سمت درون قطره ی چربی است.
- در پاک کننده های غیرصابونی، چربی به زنجیر آلکیل که بخش قطبی مولکول پاک کننده را تشکیل می دهد، می چسبد.
- یکی از بخش های جزء آنیونی صابون، ناقطبی است و در آب حل نمی شود.
- هنگام شستن بدن با صابون، مخلوطی از ذره های چربی با آب به وجود می آید که صابون آن را پایدار می کند.
- در صابون، بخش ناقطبی می تواند یک زنجیر هیدروکربنی سیر شده یا سیر نشده باشد.
- هر حلالی که بتواند چربی ها را در خود حل کند، در آب نامحلول است.
- صابون، نمک سدیم یا پتاسیم اسیدهای چرب است که بخش زنجیری هیدروکربنی آن، آب دوست است.
- اغلب اکسیدهای نافلزی، اسید آرنیوس محسوب می شوند.
- متانول که مولکول آن دارای یک گروه OH است، یک باز آرنیوس به حساب می آید.
- در واکنش $NH_3(g) + HCl(g) \rightarrow NH_4^+ Cl^-(s)$ ، مولکول آمونیاک نقش باز آرنیوس را دارد.
- همه اکسیدهای فلزی، خاصیت بازی دارند.
- باز آرنیوس، پذیرنده ی یون OH^- است.
- باز آرنیوس در آب، یون OH^- آزاد می کند.

گروه عاملی، کلید سنتز مولکول های آلی

* سنتز یک فرایند شیمیایی هدفمند است که در آن با استفاده از مواد ساده تر، مواد شیمیایی دیگر را تولید می کنند.

* اغلب مواد آلی شامل گروه های عاملی گوناگون هستند؛ گروه هایی که خواص و رفتار مواد آلی را تعیین می کنند.

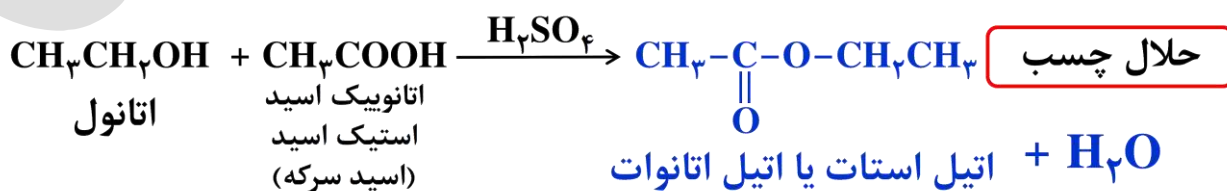
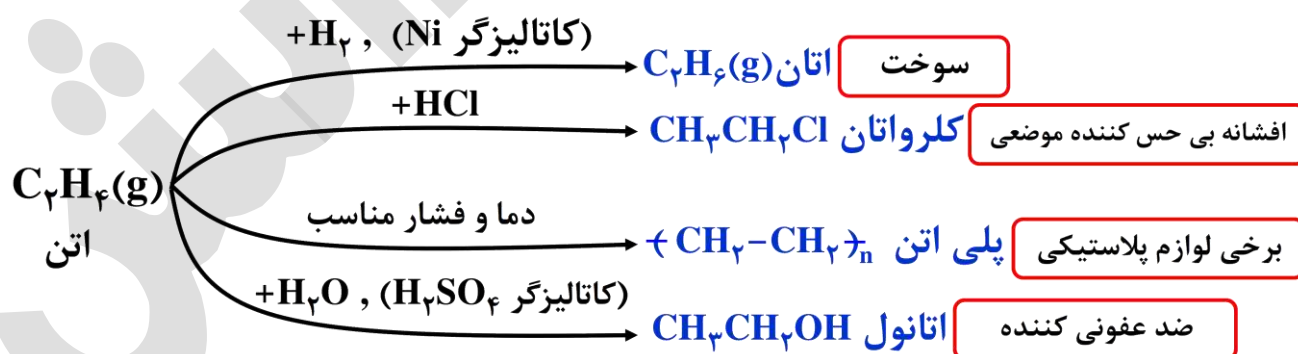
* تولید یک ماده آلی جدید می تواند با تغییر ساختار یا ایجاد یک یا چند گروه عاملی همراه باشد.

* شیمیدان ها به کمک دانش مربوط به ساختار و رفتار گروه های عاملی و دانستن شرایط و عوامل مؤثر بر انجام واکنش های شیمیایی از مواد خام یا اولیه در دسترس، ماده ای نو برای کاربردی معین سنتز می کنند.

در این فرایندها، شیمیدان ها با استفاده از مواد شیمیایی گوناگون، گروه های عاملی موجود در یک ماده آلی را تغییر داده و به گروه عاملی دیگر تبدیل می کنند.

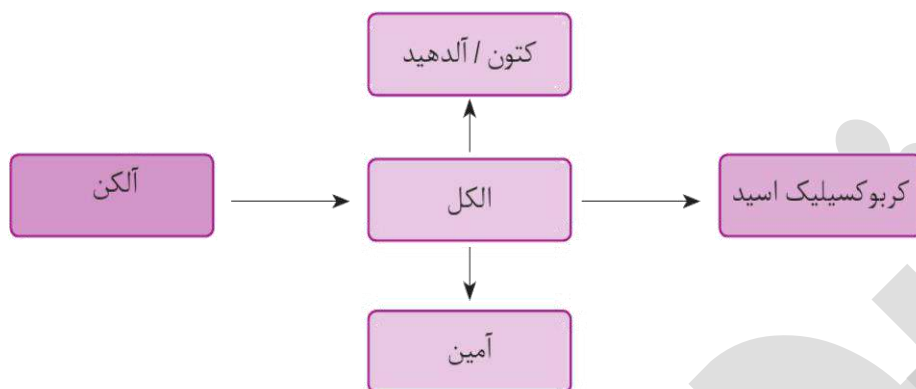
برای نمونه برای سنتز یک استر می توان از واکنش یک اسید آلی با یک الکل در شرایط مناسب بهره برد.

* می توان از گاز اتن (C_2H_4) مواد آلی گوناگون پرمصرف و اغلب ارزشمند تهیه کرد. این گاز یکی از مهم ترین خوراکیها در صنایع پتروشیمی است.



* با استفاده از مواد مناسب و واکنش های شیمیایی می توان مواد آلی گوناگون را به یکدیگر تبدیل کرد.

* نمودار زیر تبدیل برخی مواد آلی به یکدیگر را نشان می دهد:



* هر چه نوع و شمار گروه های عاملی در مولکول هدف بیشتر باشد، ساخت آن دشوارتر بوده و به دانش پیشرفته تر و فناوری کارآمدتری نیاز دارد.

* بازده واکنش، هزینه مواد و انرژی مصرف شده برای تولید ماده هدف به نوع واکنش و فناوری به کار رفته بستگی دارد.

از این رو شیمیدان ها در پی یافتن مواد مناسب، ارزان و دوستدار محیط زیست، همچنین واکنش های شیمیایی آسان و پربازده هستند تا هزینه تمام شده تولید یا سنتز را کاهش دهند.

ساخت بطری آب با پلی اتیلن ترفتالات (PET)

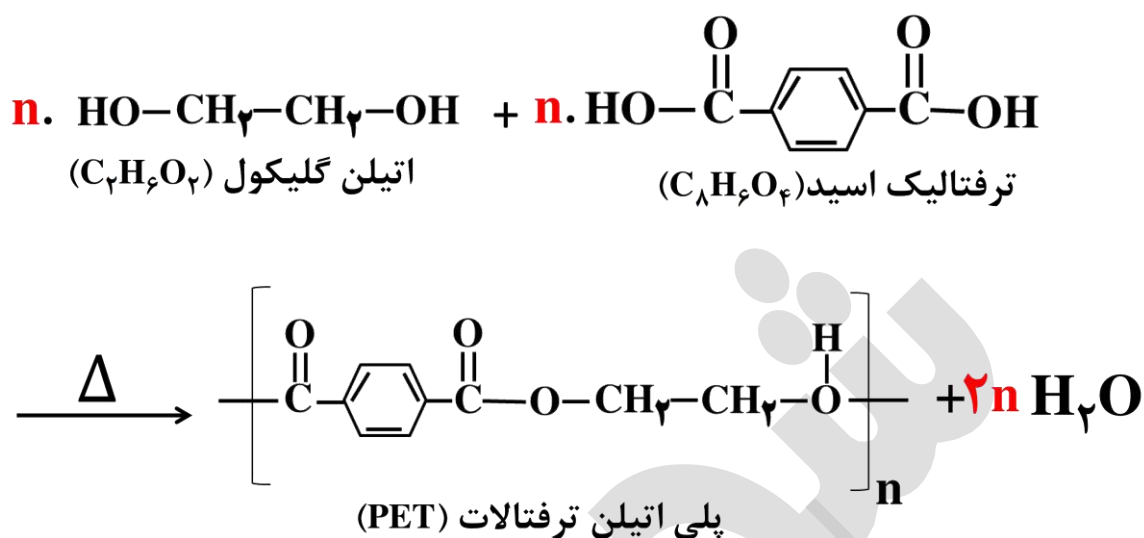
* پلی اتیلن ترفتالات PET یک پلیمری است (پلی استر) که برای ساخت بطری های پلاستیکی جهت نگهداری و بسته بندی آب آشامیدنی استفاده می شود.

* برای ساخت این بطری، نخست پلیمر آن را تهیه می کنند.

سپس این پلیمر را به همراه برخی افزودنی ها در قالب های ویژه ای می ریزند تا به شکل بطری مورد نظر در آید.

یادآوری: برای تولید پلی استر، نیاز به یک کربوکسیلیک اسید دو عاملی (دی اسید) و الکل دو عاملی (دی الکل) است.

* شکل زیر الگوی تشکیل پلی اتیلن ترفتالات PET را نشان می دهد:



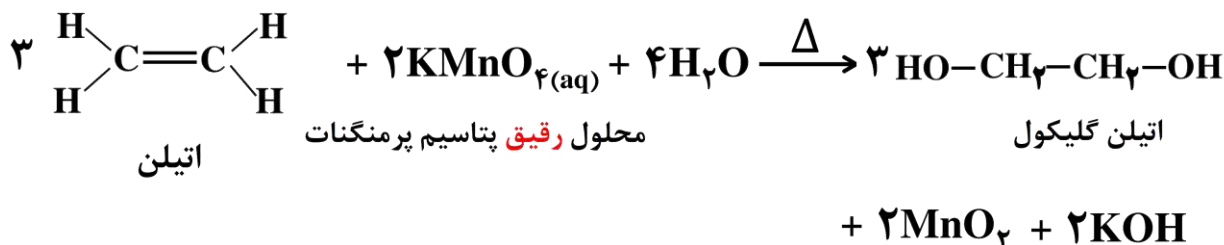
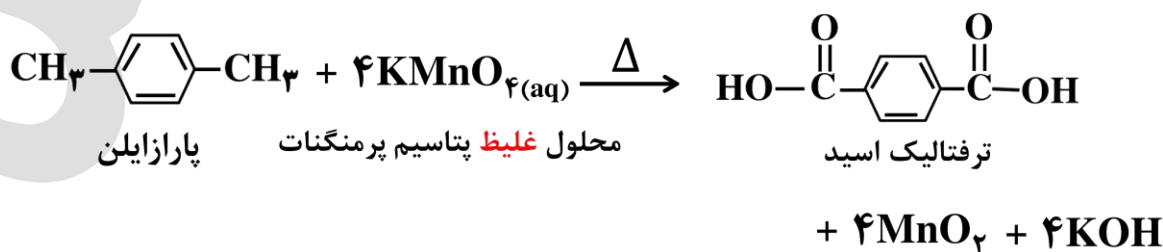
* اما مسئله این است که اتیلن گلیکول (C₂H₆O₂) و ترفتالیک اسید (C₈H₆O₄) در نفت خام وجود ندارند.

* به دیگر سخن، به طور مستقیم نمی توان آنها را از نفت خام به دست آورد.

← در اینجا با بهره گیری از دانش شیمی می توان این مواد را با استفاده از مواد خام و اولیه که از نفت خام جداسازی می شوند، سنتز کرد (مثل پارازایلن و گاز اتیلن)

* توجه: بنزن هم از نفت خام بدست می آید.

بررسی ها نشان می دهند که از تقطیر نفت خام می توان دو ماده اولیه پارازایلن (C₈H₁₀) و گاز اتیلن (C₂H₄) را به دست آورد که با اکسایش آن ها در حضور محلول آبی پتاسیم پرمنگنات (در شرایط مناسب) به ترتیب مونومرهای «ترفتالیک اسید» و «اتیلن گلیکول» به دست می آید:



* در واکنش تبدیل پارازایلن به ترفتالیک اسید ، فقط عدد اکسایش کربن های متیلی از ۳- به ۳+ تغییر پیدا می کند (افزایش ۶ واحد)

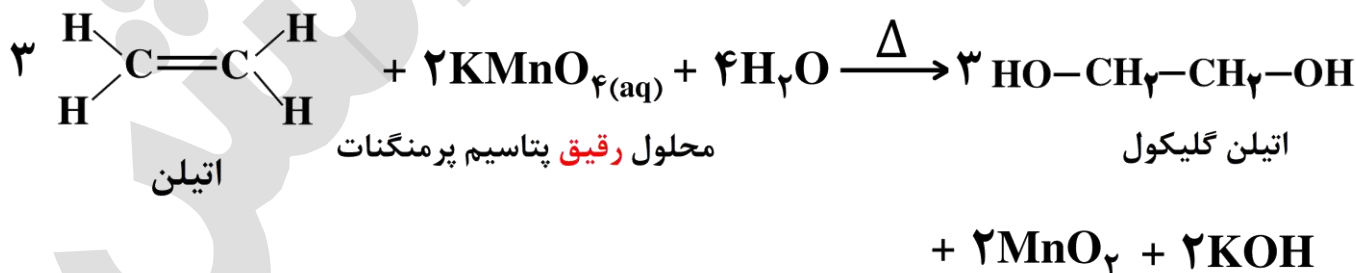
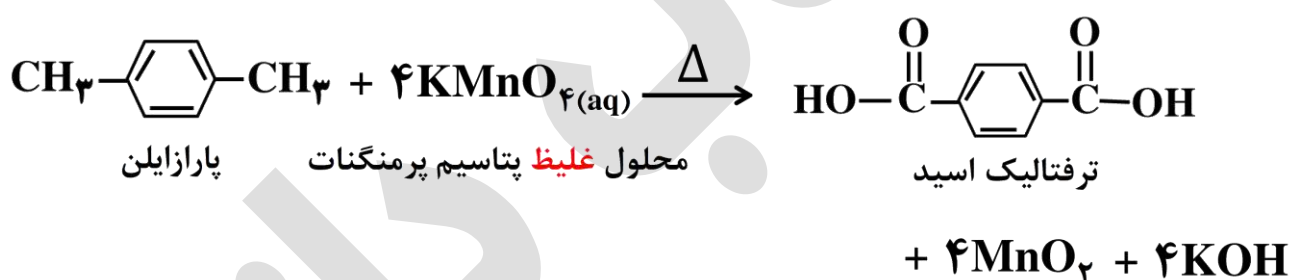
* در واکنش تبدیل اتیلن به اتیلن گلیکول ، عدد اکسایش کربن از ۲- به ۱- تغییر پیدا می کند. (افزایش ۱ واحد)

* در هر دو واکنش ، یون پرمنگنات (MnO_4^-) نقش اکسنده را ایفا می کند.

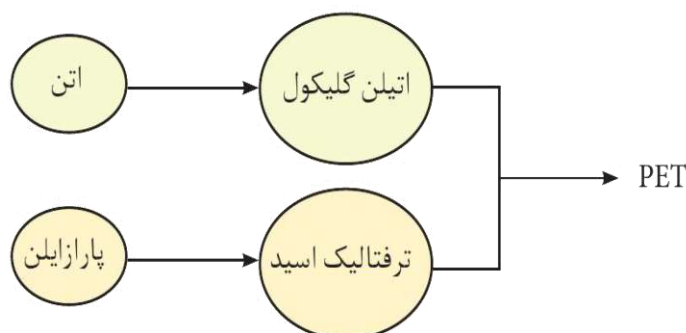
* در واکنش تبدیل پارازایلن به ترفتالیک اسید ، عدد اکسایش اتم منگنز از ۷+ به ۴+ تغییر پیدا می کند. (کاهش ۳ واحد)

* در واکنش تبدیل پارازایلن به ترفتالیک اسید ، انرژی فعال سازی واکنش زیاد است و برای تامین شرایط انجام واکنش با بازده مطلوب از اکسیژن هوا و کاتالیزگرهای مناسب در دمای بالا استفاده می شود.

* واکنش تبدیل پارازایلن به ترفتالیک اسید در مقیاس صنعتی بسیار پیچیده تر و دشوارتر از آن چیزی است که روی کاغذ نوشته می شود.



* شکل زیر، فرایند کلی سنتز PET را نشان می دهد:



بازیافت پلیمرها:

* پلی اتیلن ترفتالات (PET) همانند پلیمرهای سنتزی ماندگاری زیادی دارد و در طبیعت به کندی تجزیه می شود (**زیست تخریب ناپذیر**)

به همین دلیل پسماند آنها تهدیدی جدی برای زندگی روی کره زمین به شمار می آید.
یادآوری: مواد زیست تخریب پذیر موادی هستند که در طبیعت توسط جانداران ذره بینی به مولکول های ساده و کوچک مانند کربن دی اکسید، متان، آب و ... تبدیل می شوند. پلیمرهای طبیعی زیست تخریب پذیرند.

* یکی از مواد پلاستیکی قابل بازیافت پلی اتیلن ترفتالات (PET) است.

← بازیافت این پلیمر سنتزی به دو صورت امکان پذیر است:

* در **روش اول** ابتدا آن ها را جداگانه جمع آوری و پس از شست و شو و تمیز کردن، آن ها را خرد کرده و به تکه های کوچک به نام پرک تبدیل می کنند. سپس آن ها را ذوب کرده و با انجام فرایندهای فیزیکی و شیمیایی به مواد و وسایل پلاستیکی قابل استفاده تبدیل می کنند.

* در **روش دوم** می توان این پسماندها را به مونومرهای سازنده یا مواد اولیه مفید و ارزشمند تبدیل کرد. برگرداندن پسماندها به مونومرهای سازنده کاری بس دشوار است. برای این کار می توان از متانول (CH_3OH) در شرایط مناسب استفاده و پلی اتیلن ترفتالات را به مواد مفیدی تبدیل کرد و برای تولید پلیمرها به کار برد.

* سطح فناوری هر کشور یا گروه صنعتی تعیین می کند که کدام روش را برای بازیافت پلی اتیلن ترفتالات (PET) باید انتخاب کرد.

* برای روش دوم، سالانه به مقدار زیادی متانول در مقیاس صنعتی نیاز است. متانول مایعی بی رنگ، بسیار سمی و ساده ترین عضو خانواده الکل ها است که می توان آن را از چوب تهیه کرد.

تولید متانول:

* برای تولید متانول در مقیاس صنعتی می توان از دو روش استفاده کرد:
روش غیرمستقیم و روش مستقیم

روش غیر مستقیم:

ابتدا گاز متان را با بخار آب در حضور کاتالیزگر و در دمای بین 450°C تا 550°C واکنش می دهند تا گازهای CO و H_2 به دست آیند.



سپس گاز کربن مونوکسید را با گاز هیدروژن در دمای 350°C و فشار ۳۰ تا ۵۰ اتمسفر و در حضور کاتالیزگر واکنش می دهند تا متانول به دست آید.

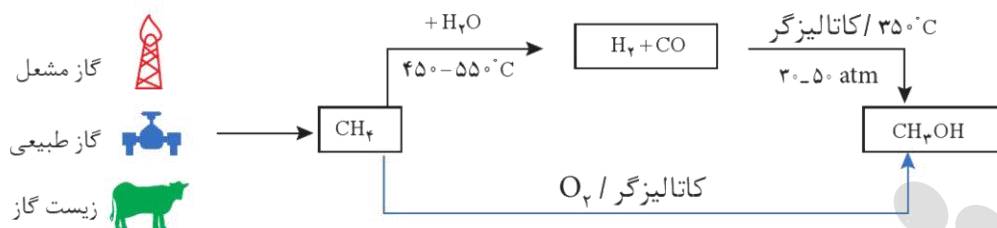


روش مستقیم:

در این روش گاز متان را به صورت کنترل شده و در حضور کاتالیزگر مناسب با گاز اکسیژن واکنش می دهند تا تبدیل به متانول شود.



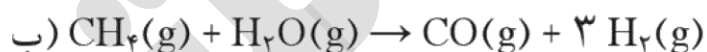
جمع بندی تولید متانول:



نکته: مزیت های تولید مستقیم متانول نسبت به روش غیرمستقیم، این است که در روش مستقیم برخلاف روش غیرمستقیم به دمای بالا نیاز نداریم پس با مصرف سوخت کمتری همراه است و گاز گلخانه ای کمتری تولید می کند. بنابراین اثرات منفی زیست محیطی کمتری دارد (کاهش رد پای CO_2 در روش مستقیم)

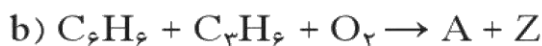
خود را بیازماید

۱- در هر یک از واکنش های زیر مشخص کنید کدام گونه اکسایش و کدام کاهش یافته است؟



نکته: یک واکنش شیمیایی هنگامی از دیدگاه اتمی به صرفه تر است که شمار بیشتری از اتم های واکنش دهنده به فراورده های سودمند تبدیل شود.

۲- شیمی سبز به دنبال طراحی واکنش هایی با کمترین آسیب به محیط زیست و بیشترین بازده است. معادله های شیمیایی موازنه نشده زیر **تهیه ماده A** را به دو روش نشان می دهد:



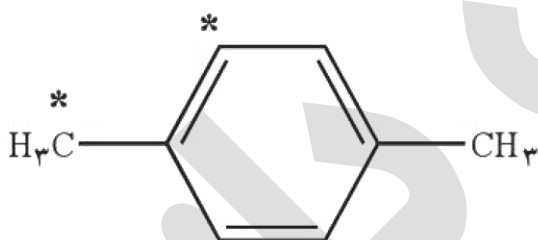
در این واکنش ها X و Y **پسماند** هستند، اما Z یک **حلال صنعتی** است.

آ) در کدام واکنش، همه اتم های مواد واکنش دهنده، به مواد ارزشمند تبدیل شده اند؟ چرا؟

ب) بر اساس اصول شیمی سبز، کدام واکنش از دیدگاه اتمی صرفه اقتصادی دارد؟ چرا؟

تمرینات دوره ای

با توجه به ساختار ترکیب های آلی زیر به پرسش ها پاسخ دهید.



(۲)



(۱)

آ) عدد اکسایش هر یک از اتم های کربن ستاره دار را تعیین کنید.

ب) در تبدیل ترکیب (۲) به ترفتالیک اسید، عدد اکسایش کدام اتم ستاره دار تغییر می کند؟

توضیح دهید.

تست های کنکور سراسری

(نهمین): کدام موارد از مطالب زیر درست اند؟

- (آ) به گونه معمول، بیشتر پلاستیک ها زیست تخریب پذیرند.
 (ب) پلاستیک پلی اتیلن ترفتالات را می توان پس از مصرف بازیافت کرد.
 (پ) دسترسی به پلاستیک ها، نمونه ای از نتایج خلاقیت بشریت به شمار می آید.
 (ت) چگالی بالا و نفوذناپذیری پلاستیک ها در برابر آب و هوا، از ویژگی های آن ها است.
- (۱) ب، پ (۲) ب، ت (۳) آ، ب، پ (۴) ب، پ، ت

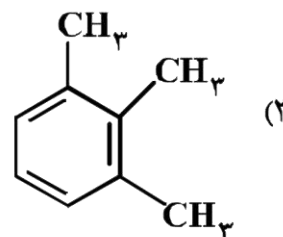
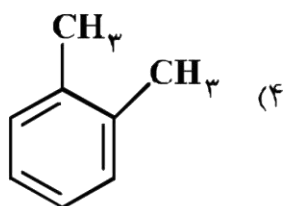
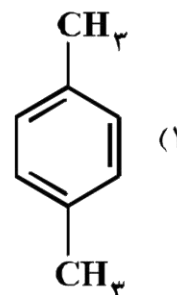
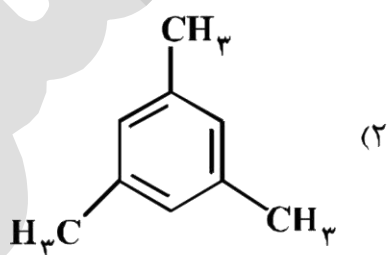
(نهمین): با توجه به ساختار لاکتیک اسید، پلیمر به دست آمده از آن گروه عاملی مشابه کدام

پلیمر خواهد داشت؟



- (۱) کولار
 (۲) سلولز
 (۳) پلی اتن
 (۴) پلی اتیلن ترفتالات

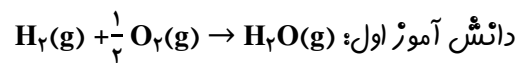
(نهمین): از اکسایش کدام ترکیب می توان ترفتالیک اسید تهیه کرد؟



شهاب دانش

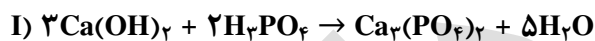
تمرین‌ها موازنه

تمرین ۱: چهار دانش آموز واکنش $H_2(g) + O_2(g) \rightarrow H_2O(g)$ را مطابق معادله های زیر موازنه کرده اند:

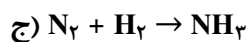
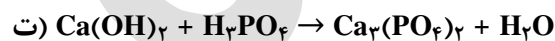
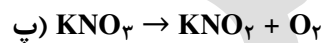


کدام دانش آموز واکنش را به درستی موازنه کرده است؟ دلیل نادرست بودن معادله ی موازنه شده توسط هر یک از سه دانش آموز دیگر را توضیح دهید.

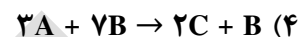
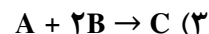
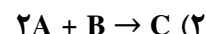
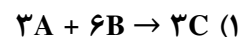
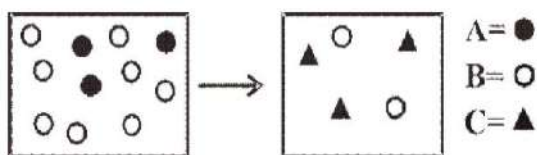
تمرین ۲: کدام یک از واکنش های زیر از قانون پایستگی جرم پیروی می کند؟ (موازنه شده است؟) چرا؟



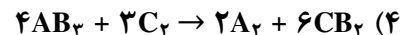
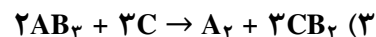
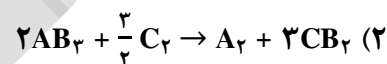
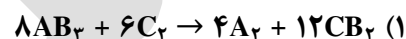
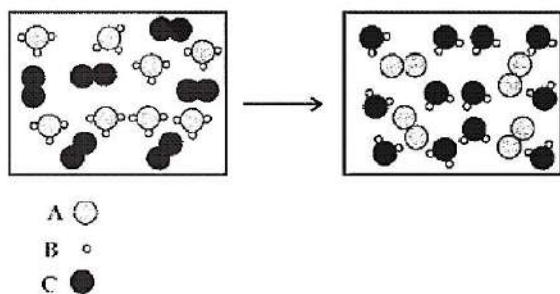
تمرین ۳: موازنه کنید.



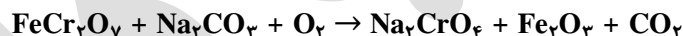
تمرین ۴: با توجه به شکل زیر ، کدام گزینه ، معادله ی موازنه شده ی واکنش را به درستی نشان می دهد؟



تمرین ۵: با توجه به شکل زیر ، معادله ی موازنه شده ی واکنش مورد نظر کدام است؟ (واکنش فرضی است)



تمرین ۶: پس از موازنه ی واکنش زیر ، چند ماده دارای ضریب استوکیومتری یکسان هستند؟



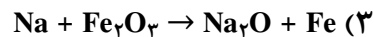
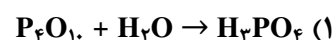
تمرین ۷: مجموع ضرایب در معادله ی $P_4 + Br_2 + H_2O \rightarrow HBr + H_3PO_4$ بعد از موازنه برابر چند است؟

تمرین ۸: در واکنش $KBrO_3 + N_2H_4 \rightarrow N_2 + KBr + H_2O$ پس از موازنه ، نسبت ضریب H_2O به N_2H_4 کدام است؟

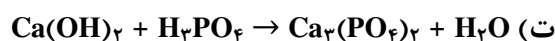
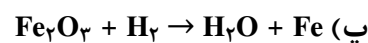
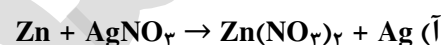
تمرین ۹: پس از موازنه ی معادله ی $S_2Cl_2 + NH_3 \rightarrow S_2N_4 + S_8 + NH_4Cl$ ، ضریب کدام ماده برابر ۱۲ خواهد بود؟

تمرین ۱۰: در معادله ی شیمیایی $xB_3N_3H_6 + yO_2 \rightarrow zN_2O_5 + wB_2O_3 + tH_2O$ ، مقدار $\left(\frac{xwt}{y+z}\right)$ کدام است؟

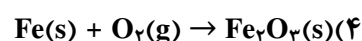
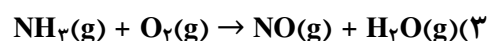
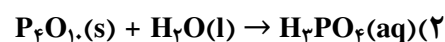
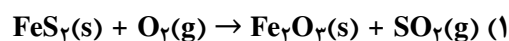
تمرین ۱: در کدام یک از واکنش های زیر ، بعد از موازنه ، مجموع ضرایب فراورده یا فراورده ها بیش تر است؟



تمرین ۲: در معادله ی شیمیایی کدام دو واکنش زیر ، پس از موازنه ، مجموع ضرایب فراورده ها از مجموع ضرایب واکنش دهنده ها بیشتر است؟

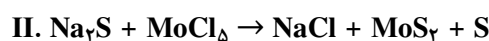


تمرین ۱۳: در کدام معادله ی واکنش پس از موازنه ، دست کم یک فراورده با یک واکنش دهنده ، ضریب یکسان دارد؟

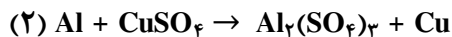


تمرین ۱۴: در معادله ی واکنش : $\text{FeS}_2(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{SO}_2(\text{g})$ پس از موازنه ، نسبت مجموع ضرایب مواد فراورده به مجموع ضرایب مواد واکنش دهنده کدام است؟

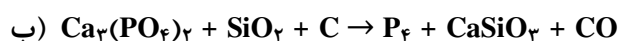
تمرین ۱۵: با توجه به واکنش های زیر ، اگر مجموع ضرایب مواد را در واکنش (I) و (II) به ترتیب برابر a و b در نظر بگیریم ، مقدار عبارت $\frac{a-b}{b}$ کدام است؟



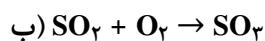
تمرین ۱۶: پس از موازنه ی واکنش های زیر ، مجموع ضرایب فراورده ها در واکنش (۱) به مجموع ضرایب واکنش دهنده ها در واکنش (۲) چند است؟



تمرین ۱۷: موازنه کنید.



تمرین ۱۸: معادله واکنش های زیر را موازنه کنید (نمودار را بیازمایید کتاب >رسی):



تست های کنکور سراسری



تست ۱: $Ca_3N_2 + NH_3 \rightarrow Ca(NH_2)_2$ ، نسبت ضریب مولی فراورده به مجموع ضریب های مولی واکنش دهنده ها، در معادله ی موازنه شده ی آن برابر است.

(۱) $\frac{2}{5}$ (۲) $\frac{2}{4}$ (۳) $\frac{4}{3}$ (۴) $\frac{2}{5}$

تست ۲: در واکنش:



A گاز است.

(۱) NO ، ۲ ، ۸ (۲) NO₂ ، ۲ ، ۸ (۳) NO ، ۴ ، ۱۰ (۴) NO₂ ، ۴ ، ۱۰

پاسخ تمرین‌ها موازنه

پاسخ تمرین ۱: دانش آموز چهارم درست موازنه کرده است -

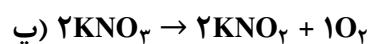
دانش آموز اول: ضرایب نباید کسری باشند!

دانش آموز دوم: در موازنه حق نداریم زیروندها را تغییر دهیم.

دانش آموز سوم: چون ضرایب باید کوچک ترین عدد طبیعی ممکن باشند؛ به طوری که به هیچ عدد مشترکی قابل بخش پذیر نباشند!

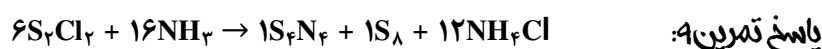
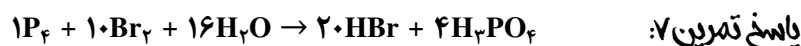
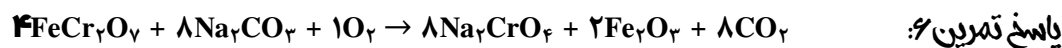
پاسخ تمرین ۲: واکنش دوم - چون تعداد اتم های هر عنصر در دو طرف معادله برابر است.

پاسخ تمرین ۳: موازنه کنید.



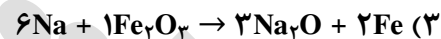
پاسخ تمرین ۴: گزینه ۳ - حل در جلسه ۳۵

پاسخ تمرین ۵: گزینه ۴ - حل در جلسه ۳۵

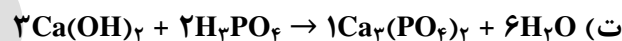
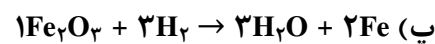
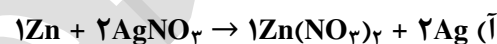




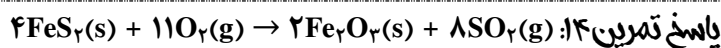
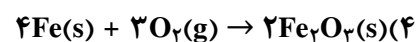
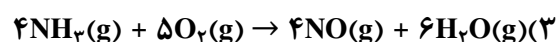
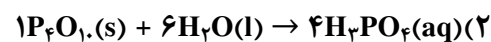
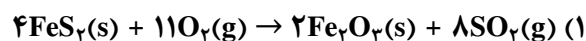
پاسخ تمرین ۱۱:



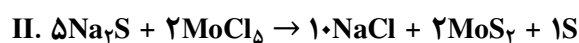
پاسخ تمرین ۱۲:



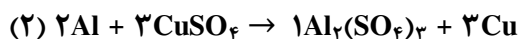
پاسخ تمرین ۱۳:



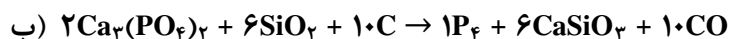
پاسخ تمرین ۱۵:



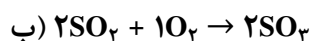
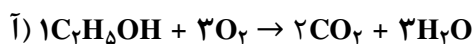
پاسخ تمرین ۱۶:



پاسخ تمرین ۱۷:



پاسخ تمرین ۱۸: معادله واکنش های زیر را موازنه کنید (فرد را بیازمایید کتاب درسی):



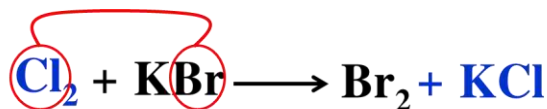
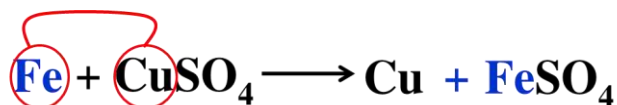
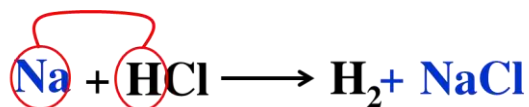
تست های کنکور سراسری



پاسخ تست ۱: گزینه ۱ - حل در جلسه ۳۵

پاسخ تست ۲: گزینه ۱ - حل در جلسه ۳۵

واکنش های جابه جایی یگانه:

فلز \longleftrightarrow Hفلز \longleftrightarrow فلزنافلز \longleftrightarrow نافلز

تمرین: واکنش های زیر را کامل کنید.



نکته مهم: آهن (Fe) در واکنش با اسیدها، با ظرفیت کمتر خود شرکت می کند.

لیست تعدادی از اسیدهای معروف:

HCl(aq): هیدروکلریک اسید

H₂SO₄: سولفوریک اسید

HNO₃: نیتریک اسید

H₃PO₄: فسفریک اسید

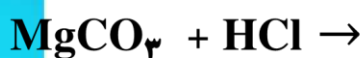
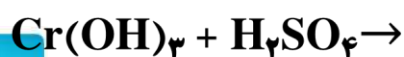
H₂CO₃: کربنیک اسید

توجه: H₂CO₃ یک اسید **ناپایدار** است و بلافاصله بعد از تشکیل به H₂O(l) و CO₂(g) تفکیک می شود.

واکنش های جابه جایی دوگانه:



با توجه به آموزش ویدیویی دوره، واکنش های زیر را تکمیل کنید:



لیست مواد نامحلول هر سه پایه:

AgCl , BaSO_4 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ (فصل ۳ دهم)

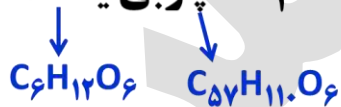
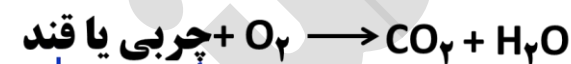
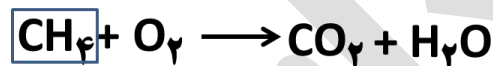
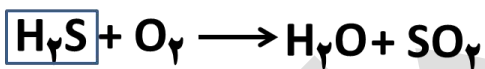
Fe_2O_3 زنگ آهن (فصل ۱ یازدهم)

DAKE ویتامین (فصل ۳ یازدهم)

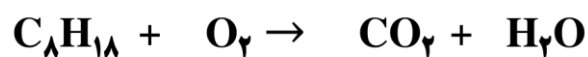
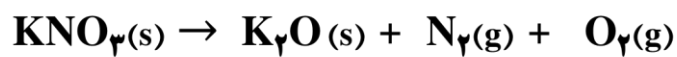
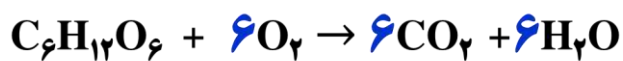
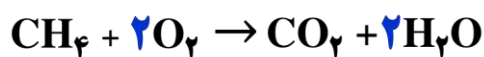
$(\text{RCOO})_2\text{Mg}$, $(\text{RCOO})_2\text{Ca}$ (فصل ۱ دوازدهم)

واکنش های سوختن:

← واکنش سریع یک ماده با اکسیژن



موازنه های معروف:



موازنه سوختن هیدروکربن ها:

با توجه به آموزش ویدیویی، ضریب های معادله زیر را تکمیل کنید.



استوکیومتری یک ماده

$$\text{mol} = \frac{g}{\text{جرم مولی}} = \frac{L_{\text{گاز}}}{\text{حجم مولی}} = M \times L = \frac{M \times mL}{1000}$$

نکته اول:

$$\text{mol} \xrightarrow{\text{جرم مولی}} g$$

$$1 \text{ mol} = 60 \text{ g}$$

$$\text{اوره: } \text{CO}(\text{NH}_2)_2 = 12 + 16 + 2(14) + 4(1) = 60 \frac{g}{\text{mol}}$$

$$\begin{cases} C=12 \\ O=16 \\ N=14 \\ H=1 \end{cases}$$

جرم مولی \approx عدد جرمی



$$\text{جرم مولی} = \frac{g}{\text{mol}}$$

نکته دوم:

$$\text{چگالی} \times \text{حجم} = \text{جرم} \rightarrow \text{چگالی} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}}$$

چگالی \times حجم

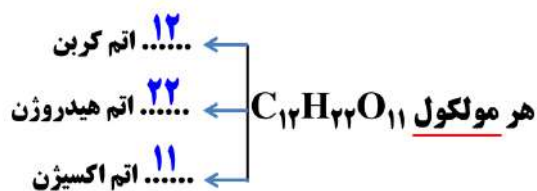
$$\text{mol} = \frac{g}{\text{جرم مولی}}$$

نکته سوم:

$$1 \text{ mol} = 6.02 \times 10^{23} \text{ ذره (atom, molecule, ...)}$$

عدد آووگادرو (N_A)

$$\frac{1}{\text{mol}}$$



مثال: در ۹۰ گرم گلوکز چند اتم H وجود دارد؟
($H=1$ ، $C=12$ ، $O=16$: $g \cdot \text{mol}^{-1}$)

نکته چهارم:

در محلول ها (aq):

$$M = \frac{n(\text{mol})}{V(L)} \rightarrow \text{mol} = M \times L \quad \text{یا} \quad \text{mol} = \frac{M \times mL}{1000}$$

$$1L \xrightarrow{\times 1000} 1000 \text{ mL}$$

$$1000 \text{ mL} \xrightarrow{\div 1000} 1L \quad \rightarrow L = \text{mL} \div 1000$$

نکته پنجم :

در گاز ها (g):

$$\text{STP} \rightarrow 1 \text{ mol گاز} = 22.4 \text{ L} = 22400 \text{ mL}$$

دما = 273°C یا 273K
فشار = 1 atm یا 760 mmHg

$$\text{mol} = \frac{\text{L گاز}}{\text{حجم مولی}}$$

نکته ششم :

درصد خلوص :

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{g خالص}}{\text{g ناخالص}} \times 100 \rightarrow \text{درصد خلوص} \times \text{g ناخالص} = \text{g خالص}$$

A گرم ماده با خلوص ۶۰٪

چند گرم ماده با خلوص ۶۰٪

جمع بندی:

استوکیومتری یک ماده

$$\text{mol} = \frac{\text{g}}{\text{جرم مولی}} = \frac{\text{L گاز}}{\text{حجم مولی}} = M \times L = \frac{M \times \text{mL}}{1000}$$

حل شونده
چگالی × حجم
درصد خلوص × g ناخالص

تست: شمار مول ها در کدام گزینه بیشتر است؟

($\text{H}=1$, $\text{C}=12$, $\text{O}=16$, $\text{Na}=23$, $\text{Cl}=35.5$: g.mol^{-1})

(۱) ۱/۳۸ گرم فلز سدیم

(۲) ۲/۳۴ گرم سدیم کلرید

(۳) ۲ لیتر گاز کلر با چگالی 2.84 g.L^{-1}

(۴) ۰/۵۶ لیتر گاز هیدروژن در شرایط STP

استوکیومتری واکنش:

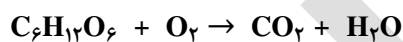


درصد خلوص \times g ناخالص
 حل شونده
 جگالی \times حجم
 g

$$\frac{\text{mol}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{\text{g}} = \frac{\text{L گاز}}{\text{حجم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{M} \times \text{mL}}{\text{ضریب} \times 1000}$$

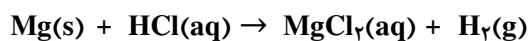
* در این کسر ها، برای واکنش دهنده مقدار مصرفی و برای فراورده مقدار تولیدی را قرار می دهیم.

مثال ۱: ۹۰ گرم گلوکز برای سوختن کامل به چند گرم اکسیژن نیاز دارد؟ ($\text{H}=1$ ، $\text{C}=12$ ، $\text{O}=16$: g.mol^{-1})



مثال ۲: در شرایط استاندارد چند لیتر گاز هیدروژن از واکنش $\frac{4}{8}$ گرم منیزیم با مقدار اضافی هیدروکلریک اسید تولید می شود؟ ($\text{Mg}=24$: g.mol^{-1})

می شود؟ ($\text{Mg}=24$: g.mol^{-1})

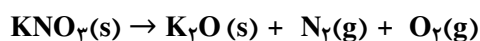


مثال ۳: از تجزیه NaN_3 ۶/۵g چند لیتر گاز نیتروژن با چگالی 0.9 g.L^{-1} آزاد می شود؟ ($\text{Na}=23$ ، $\text{N}=14$: g.mol^{-1})



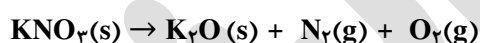
مثال ۴: بر اثر تجزیه $13/6$ گرم پتاسیم نیترات ، چند گرم ماده گازی شکل تولید می شود؟

($\text{N}=14$ ، $\text{O}=16$ ، $\text{K}=39$: g.mol^{-1})



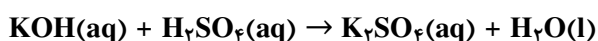
مثال ۵: اگر $20/2$ گرم پتاسیم نیترات طبق واکنش زیر به میزان 60 درصد تجزیه شود، چند گرم گاز نیتروژن تولید می

شود؟ ($\text{N}=14$ ، $\text{O}=16$ ، $\text{K}=39$: g.mol^{-1})

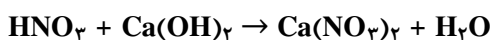


مثال ۶: چند میلی لیتر محلول پتاسیم هیدروکسید (KOH) 0.8 mol.L^{-1} برای واکنش کامل با 16 میلی لیتر از محلول

سولفوریک اسید (H_2SO_4) 0.2 mol.L^{-1} لازم است؟

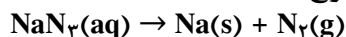


مثال ۷: چند میلی لیتر محلول HNO_3 0.2 mol.L^{-1} برای واکنش کامل با ۳۷ گرم کلسیم هیدروکسید (Ca(OH)_2) لازم است؟ ($1 \text{ mol Ca(OH)}_2 = 74 \text{ g}$)



تیب تست های استوکیومتری واکنش

تیب ۱: برای تهیه ی ۸۴ لیتر گاز نیتروژن ، چند گرم NaN_3 باید به طور کامل تجزیه شود؟ (چگالی گاز نیتروژن را در شرایط آزمایش برابر 0.92 g.L^{-1} در نظر بگیرید.) ($N=14$ ، $\text{Na}=23 \text{ g.mol}^{-1}$) (ریاضی ۸۵ خارج)



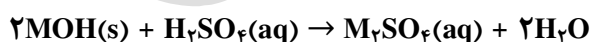
(۱) ۱۱۶/۹

(۲) ۱۱۷/۴

(۳) ۱۱۸/۵

(۴) ۱۱۹/۶

تیب ۲: اگر در واکنش ۴ گرم هیدروکسید یک فلز اصلی گروه اول (M) با مقدار کافی محلول سولفوریک اسید ، مقدار ۱/۷ گرم سولفات آن فلز تشکیل شود ، جرم اتمی این فلز کدام است؟ ($\text{H}=1$ ، $\text{O}=16$ ، $\text{S}=32$) (ریاضی ۸۸ خارج)



(۱) ۲۳

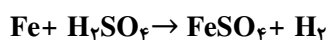
(۲) ۳۹

(۳) ۴۶

(۴) ۸۷

تیپ ۳: $۱۰^{۲۲} \times ۹/۰۳$ اتم آهن ، برابر چند مول آهن است و در واکنش با مقدار کافی سولفوریک اسید ، چند لیتر گاز

هیدروژن آزاد می سازد؟ (چگالی گاز هیدروژن در شرایط واکنش برابر $۰/۰۸ \text{ g.L}^{-1}$ است) (ریاضی ۹۳)



(۱) $۴/۵ - ۰/۱۸$

(۲) $۳/۹ - ۰/۱۸$

(۳) $۳/۲۵ - ۰/۱۵$

(۴) $۳/۷۵ - ۰/۱۵$

تیپ ۴: برای سوختن کامل $۱۱/۴$ گرم اوکتان (C_8H_{18}) خالص ، چند لیتر هوا ، شامل ۲۰% اکسیژن در شرایط STP لازم

است؟ (تجربی ۹۱ خارج) ($\text{H}=۱$ ، $\text{C}=۱۲ : \text{g.mol}^{-1}$)

(۱) ۲۸۰

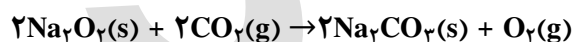
(۲) ۴۲۰

(۳) ۱۴۰

(۴) ۵۶۰

تیپ ۵: بر اساس واکنش زیر ، اگر هر لیتر هوا دارای $۰/۰۸۸$ گرم CO_2 باشد ، $۳۱/۲$ گرم سدیم پراکسید برای جذب گاز

CO_2 موجود در چند لیتر هوا ، کفایت می کند؟ ($\text{C}=۱۲$ ، $\text{O}=۱۶$ ، $\text{Na}=۲۳ \text{ g.mol}^{-1}$) (ریاضی ۸۸ خارج)



(۱) ۱۰۰

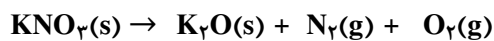
(۲) ۱۵۰

(۳) ۲۰۰

(۴) ۲۵۰

تیپ ۶: اگر ۲۰/۲ گرم پتاسیم نیترات در دمای بالاتر از ۵۰۰ درجه سانتی گراد به میزان ۵۰ درصد در ظرفی ، تجزیه شود ،

جرم جامد باقیمانده در ظرف واکنش ، چند گرم است ؟ ($C=12$ ، $O=16$ ، $K=39 \text{ g.mol}^{-1}$) (تجربی ۸۸)



(۱) ۱۹/۶

(۲) ۱۶/۴

(۳) ۱۴/۸

(۴) ۱۲/۵

(۵) ۴/۷

تیپ ۷: کدام ترکیب در اثر تجزیه شدن کامل در گرما، ۳۵/۲ درصد جرم خود را از دست می دهد؟

($C=12$ ، $O=16$ ، $Mg=24$ ، $Ca=40$ ، $Zn=65$ ، $Ba=137$)

(۱) $\text{ZnCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{ZnO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ در واکنش (125 g.mol^{-1})

(۲) $\text{BaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{BaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ در واکنش (197 g.mol^{-1})

(۳) $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ در واکنش (100 g.mol^{-1})

(۴) $\text{MgCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{MgO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ در واکنش (84 g.mol^{-1})

تیپ ۸: اگر مخلوطی از گازهای هیدروژن و متان در شرایط استاندارد به طور کامل بسوزند و مقدار ۶/۵ لیتر گاز کربن دی اکسید در شرایط استاندارد و ۱۱/۲۵ گرم آب تولید کنند، چند درصد حجمی این مخلوط را گاز هیدروژن تشکیل می دهد؟ ($H=1$ ، $C=12$ ، $O=16 \text{ g.mol}^{-1}$)

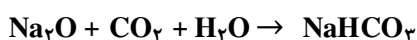
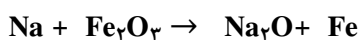
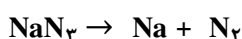
(۱) ۲۵/۱۲

(۲) ۳۳/۳۳

(۳) ۲۵/۲۵

(۴) ۶۶/۶۶

تیپ ۹: ضمن واکنش ۱۳ گرم سدیم آزید در پایان فرایند پر شدن کیسه های هوای خودرو، چند مول سدیم هیدروژن کربنات تولید می شود؟ ($N=14$ ، $Na=23 \text{ : g.mol}^{-1}$)



(۱) ۰/۲

(۲) ۰/۴

(۳) ۰/۰۶

(۴) ۰/۸

تیپ ۱۱: ۰/۶ مول از یون کدام فلز در واکنش با یون فلوئورید، ترکیبی به جرم ۴۶/۸ گرم تشکیل می دهد؟

($Ga=70$ ، $Ca=40$ ، $Al=27$ ، $Mg=24$ ، $F=19 \text{ : g.mol}^{-1}$)

(۱) Al

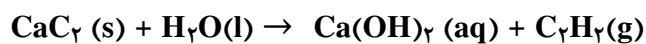
(۲) Mg

(۳) Ca

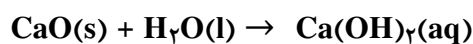
(۴) Ga

تیپ ۱۲: مخلوطی به جرم ۵ گرم از CaO و CaC_2 در آب انداخته شده است. اگر حجم گاز جمع آوری شده در

شرایط STP برابر $1/0.5$ لیتر باشد، درصد جرمی کلسیم اکسید در این مخلوط کدام است؟



($\text{C}=12$ ، $\text{O}=16$ ، $\text{Ca}=40$: g.mol^{-1})



(۱) ۴۰

(۲) ۵۰

(۳) ۵۵

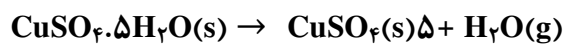
(۴) ۶۰

تیپ ۱۳: مخلوطی از کلسیم کربنات و مس (II) سولفات ۵ آبه، دارای ۲۰ درصد جرمی کلسیم است. چند درصد

جرم مخلوط را آب تشکیل می دهد؟ ($\text{Cu}=64$ ، $\text{Ca}=40$ ، $\text{S}=32$ ، $\text{O}=16$ ، $\text{C}=12$ ، $\text{H}=1$)



(۱) ۹



(۲) ۱۸

(۳) ۱۳/۵

(۴) ۲۲/۵

تیپ ۱۴: اگر ۱۰۰ میلی لیتر محلول هیدروکلریک اسید با $87/5$ میلی گرم منیزیم کربنات ۹۶ درصد خالص به طور

کامل واکنش دهد، غلظت این اسید چند مول بر لیتر است؟ ($\text{Mg}=24$ ، $\text{O}=16$ ، $\text{C}=12$)



(۱) ۰/۰۱

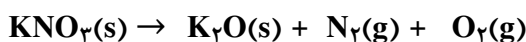
(۲) ۰/۱

(۳) ۰/۰۲

(۴) ۰/۲

تیپ ۱۵: اگر ۲۵/۲۵ گرم پتاسیم نیترات ۸۰٪ خالص بر اثر گرما به میزان ۵۰٪ در دمای بالاتر از 500°C تجزیه

شود، چند مول گاز آزاد می شود؟ ($\text{N}=14$ ، $\text{O}=16$ ، $\text{K}=39$: g.mol^{-1})



(۱) ۰/۱۷۵

(۲) ۰/۲۵۷

(۳) ۰/۸۱۵

(۴) ۱/۲۵

تیپ ۱۶: چند گرم پتاسیم کلرات ۸۰٪ خالص اگر بر اثر گرما به میزان ۵۰٪ تجزیه شود، ۶/۷۲ لیتر گاز اکسیژن در

شرایط STP آزاد می شود؟ ($\text{O}=16$ ، $\text{Cl}=35/5$ ، $\text{K}=39$: g.mol^{-1})



(۱) ۵۲/۲۵

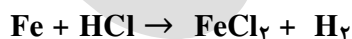
(۲) ۵۶/۱۲

(۳) ۶۱/۲۵

(۴) ۶۵/۱۴

تیپ ۱۷: از واکنش کامل ۷ گرم فلز آهن ۸۰٪ خالص با مقدار کافی محلول هیدروکلریک اسید، در شرایطی که

چگالی گاز هیدروژن برابر 0.8 g.L^{-1} است، چند لیتر از این گاز به دست می آید؟ ($\text{H}=1$ ، $\text{Fe}=56$: g.mol^{-1})



(۱) ۲

(۲) ۲/۱۲۵

(۳) ۲/۵

(۴) ۳/۱۲۵

تیپ ۱۸: در واکنش زیر اگر مقدار ۵/۰۵ گرم پتاسیم نیترات ناخالص تجزیه شود، ۱/۵۶۸ لیتر از فراورده های گازی،

در شرایط STP آزاد می شود. درصد خلوص این نمونه پتاسیم نیترات کدام است؟

$$\text{KNO}_3(s) \rightarrow \text{K}_2\text{O}(s) + \text{N}_2(g) + \text{O}_2(g)$$

(N=۱۴، O=۱۶، K=۳۹ : g.mol⁻¹)

۹۵ (۱)

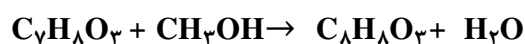
۹۳ (۲)

۸۰ (۳)

۸۵ (۴)

تیپ ۱۹: از واکنش ۰/۵ مول سالیسیلیک اسید با مقدار کافی متانول، با بازدهی ۹۰ درصد چند گرم متیل

سالیسیلات می توان تهیه کرد؟ (H=۱، C=۱۲، O=۱۶ : g.mol⁻¹)



۶۲/۵ (۱)

۶۴/۵ (۲)

۶۵/۴ (۳)

۶۸/۴ (۴)

تیپ ۲۰: از واکنش منگنز دی اکسید کافی با ۱/۲ مول هیدروکلریک اسید، مقدار ۵/۸۴۲ لیتر گاز به دست می آید.

بازده درصدی واکنش کدام است؟ (چگالی گاز در شرایط واکنش برابر ۳ g.L⁻¹ است) (Cl=۳۵/۵ : g.mol⁻¹)



۸۰ (۱)

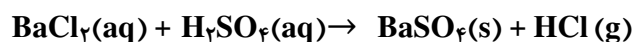
۸۲ (۲)

۸۵ (۳)

۹۰ (۴)

تیب ۲۱: اگر از واکنش ۱۰ میلی لیتر محلول ۰/۵ مولار باریم کلرید با سولفوریک اسید، ۹۵۵/۳ میلی گرم ترکیب

نامحلول تشکیل شود، بازده درصدی این واکنش کدام است؟ ($O=16$ ، $S=32$ ، $Cl=35/5$ ، $Ba=137$: $g.mol^{-1}$)



(۱) ۸۰

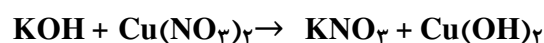
(۲) ۸۲

(۳) ۸۴

(۴) ۹۰

تیب ۲۲: در واکنش ۵۰ میلی لیتر محلول ۰/۴ مولار پتاسیم هیدروکسید با محلول مس (II) نیترات کافی، با بازده

درصدی ۸۰٪ به تقریب چند گرم مس (II) هیدروکسید می توان به دست آورد؟



($H=1$ ، $O=16$ ، $Cu=64$: $g.mol^{-1}$)

(۱) ۱/۹۶

(۲) ۰/۷۸۴

(۳) ۰/۹۸۵

(۴) ۱/۵۶

تیب ۲۳: اگر در واکنش فسفر (V) اکسید با فسفر (V) کلرید که به تشکیل $POCl_3$ می انجامد ۳ مول فسفر (V) کلرید

مصرف شود، چند گرم فراورده با بازده ۸۰ درصد تشکیل می شود؟



($O=16$ ، $P=31$ ، $Cl=35/5$: $g.mol^{-1}$)

(۱) ۹۲۱

(۲) ۷۶۷/۵

(۳) ۶۱۴

(۴) ۴۶۰/۵

تیپ ۲۴: در $1/0.8$ L از یک نمونه آب دریا با چگالی $1/1$ که شامل ۲۰ درصد ناخالصی است، چند مول آب وجود

دارد؟ ($O=16$ ، $H=1$: $g.mol^{-1}$)

(۱) ۵۰

(۲) ۵۱

(۳) ۵۲/۸

(۴) ۵۵/۵۵

تیپ ۲۵: اگر جرم یک نمونه نیتریک اسید ۶۳ درصد خالص با جرم یک نمونه سدیم هیدروکسید ۸۰ درصد خالص

برابر باشد، نسبت شمار مول های نیتریک اسید به شمار مول های سدیم هیدروکسید کدام است؟

($H=1$ ، $N=14$ ، $O=16$ ، $Na=23$: $g.mol^{-1}$)

(۱) ۰/۴۰

(۲) ۰/۴۵

(۳) ۰/۵۰

(۴) ۰/۵۵

تیپ ۲۶: اگر جرم های برابر از کلسیم کربنات و منیزیم کربنات ناخالص، بر اثر تجزیه گرمایی کامل، حجم برابر از

گاز کربن دی اکسید در شرایط یکسان (از نظر دما و فشار) آزاد کنند، نسبت درصد خلوص کلسیم کربنات به

درصد خلوص منیزیم کربنات کدام است؟ ($C=12$ ، $O=16$ ، $Mg=24$ ، $Ca=40$: $g.mol^{-1}$)

کربن دی اکسید + اکسید فلز → کربنات فلز

(۱) ۰/۸۴

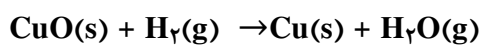
(۲) ۰/۹۱

(۳) ۱/۱۹

(۴) ۱/۹۱

تیپ ۲۷: اگر ۸ گرم از یک نمونه مس (II) اکسید ناخالص، در واکنش کامل با گاز هیدروژن در گرما، ۲/۱ گرم

کاهش جرم پیدا کند، درصد خلوص این اکسید در این نمونه کدام است؟ ($O=16$ ، $Cu=64$: $g \cdot mol^{-1}$)



(ناخالصی با هیدروژن واکنش نمی دهد)

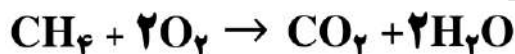
(۱) ۷۰

(۲) ۸۵

(۳) ۸۰

(۴) ۷۵

روش ۳ ردیف اطلاعات:



اولیه : A B C D

مصرفی با تولیدی (تغییرات) : $-X$ $-2X$ $+X$ $+2X$

نهایی (باقیمانده) : $A-X$ $B-2X$ X $2X$

* مقدار مصرفی و یا مقدار تولیدی مواد با ضرایب متناسب است.

تیپ ۲۸: یک مول آلومینیوم سولفات، باید به تقریب چند درصد تجزیه شود تا جرم فراورده جامد با جرم واکنش

دهنده باقیمانده برابر شود؟ ($O=16$ ، $Al=27$ ، $S=32$: $g \cdot mol^{-1}$)



(۱) ۴۰

(۲) ۵۰

(۳) ۶۶

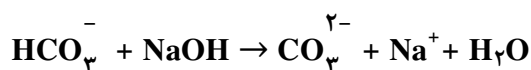
(۴) ۷۷

استوکیومتری و انواع غلظت

تیپ ۱: اگر در هر گرم از یک نمونه آب دریا، $0/122$ میلی گرم یون HCO_3^- وجود داشته باشد، برای تبدیل این یونها به یون

CO_3^{2-} در یک تن از این نمونه آب دریا، چند لیتر محلول $0/25 \text{ mol.L}^{-1}$ سدیم هیدروکسید لازم است؟

($\text{O}=16$ ، $\text{C}=12$ ، $\text{H}=1$: g.mol^{-1})



(۱) ۸

(۲) ۱۰

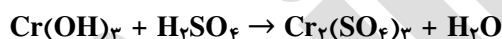
(۳) ۱۲

(۴) ۲۰

تیپ ۲: اگر از واکنش $0/04$ مول کروم (III) هیدروکسید با محلول $0/03 \text{ mol.L}^{-1}$ سولفوریک اسید، a میلی لیتر و در واکنش

کامل 200 میلی لیتر محلول $0/27 \text{ mol.L}^{-1}$ سدیم هیدروکسید، b میلی لیتر از همان اسید مصرف شود، a از b برابر

مقدار b برابر با لیتر است.

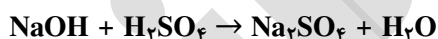


(۱) کوچکتر - $0/9$

(۲) بزرگتر - $1/8$

(۳) بزرگتر - $0/9$

(۴) کوچکتر - $1/8$



تیپ ۳: ۱۰۰ میلی لیتر محلول سدیم هیدروکسید با درصد جرمی ۴۰٪ و چگالی $1/12 \text{ g.mL}^{-1}$ ، چند مول سولفوریک اسید

را می تواند خنثی کند؟ ($\text{Na}=23$, $\text{O}=16$, $\text{H}=1$: g.mol^{-1})

(۱) ۰/۵۶

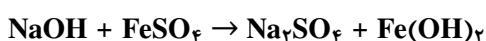
(۲) ۵/۶

(۳) ۰/۶۲

(۴) ۶/۲

تیپ ۴: اگر ۵۰۰ میلی لیتر محلول سدیم هیدروکسید با چگالی $1/01 \text{ g.mL}^{-1}$ با ۰/۰۷۶ گرم آهن (II) سولفات واکنش کامل

دهد، غلظت محلول سدیم هیدروکسید برابر چند ppm است؟ ($\text{Fe}=56$, $\text{S}=32$, $\text{Na}=23$, $\text{O}=16$, $\text{H}=1$: g.mol^{-1})



(۱) ۶۸/۴

(۲) ۷۹/۲

(۳) ۸۵/۶

(۴) ۸۹/۳

تیپ ۵: اگر ۱۰۰ میلی لیتر از محلول HCl با چگالی $1/1 \text{ g.mL}^{-1}$ با ۱۰ میلی گرم کلسیم کربنات واکنش دهد، غلظت محلول

اسید بر حسب ppm کدام است؟ ($\text{Ca}=40$, $\text{Cl}=35/5$, $\text{O}=16$, $\text{C}=12$, $\text{H}=1$: g.mol^{-1})



(۱) ۵۶/۲۶

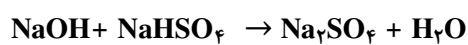
(۲) ۶۶/۳۶

(۳) ۷۲/۴۲

(۴) ۷۸/۱۴

تیپ ۷: با ۴ میلی گرم سدیم هیدروکسید، به تقریب چند گرم محلول ۵۰ppm آن را می توان تهیه کرد و این محلول با چند

مول سدیم هیدروژن سولفات واکنش می دهد؟ ($\text{Na}=23$ ، $\text{O}=16$ ، $\text{H}=1$: g.mol^{-1})



(۱) $50 - 10^{-3}$

(۲) $50 - 10^{-4}$

(۳) $80 - 10^{-3}$

(۴) $80 - 10^{-4}$

انواع غلظت

هر محلول از ۲ جزء **حلال** و **حل شونده** تشکیل می شود.

نتیجه ← مقدار محلول = حلال + حل شونده

روش تشخیص حلال و حل شونده:

در هر محلول، ماده ای که مول بیشتری دارد، **حلال** است!

مفهوم غلظت:

مقدار حل شونده در مقدار معینی از محلول!

انواع غلظت

درصد جرمی	}
ppm	
غلظت مولی	

درصد جرمی $(\% \frac{W}{W})$ یا (a) ← گرم حل شونده در ۱۰۰ گرم محلول!

مثال: محلول استریل شست و شوی دهان ۰/۹٪ جرمی NaCl

یعنی ← در ۱۰۰ گرم از این محلول، ۰/۹ گرم حل شونده (NaCl) وجود دارد!

۹۹/۱ گرم حلال

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100$$

*درصد جرمی یکا ندارد!

جرم حل شونده + جرم حلال = جرم محلول

$$\text{mol} = \frac{\text{g}}{\text{جرم مولی}}$$

$$\text{چگالی} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}} \rightarrow \boxed{\text{چگالی} \times \text{حجم} = \text{جرم}}$$

$\text{mL} \xrightarrow{\div 1000} \text{L}$
 $\text{L} \xrightarrow{\times 1000} \text{mL}$

تیپ ۱: اگر ۴۰۰ میلی گرم یُد در ۳۱ میلی لیتر کربن تتراکلرید حل شود، درصد جرمی یُد در محلول حاصل کدام است؟ (چگالی کربن تتراکلرید 1.6 g.mL^{-1} است)

(۱) ۰/۶

(۲) ۰/۸

(۳) ۱/۲

(۴) ۲/۴

تیپ ۲: اگر ۲۰ گرم NaOH در ۶۰ گرم آب حل شود، درصد جرمی آن در این محلول، چند برابر درصد جرمی محلولی است که در هر ۵۰ گرم آن، ۰/۱ مول NaOH به صورت حل شده وجود دارد؟ ($\text{Na}=23$ ، $\text{O}=16$ ، $\text{H}=1$: g.mol^{-1})

(۱) ۳/۱۲۵

(۲) ۳/۲۴۵

(۳) ۳/۲۵۱

(۴) ۳/۴۲۵

تیپ ۳: در ۶۰ میلی لیتر محلول ۴۰ درصد جرمی سولفوریک اسید با چگالی $1/25 \text{ g.mL}^{-1}$ چند گرم از این اسید وجود دارد؟

(۱) ۲۵

(۲) ۳۰

(۳) ۳۵

(۴) ۴۰

تیپ ۴: اگر $11/5$ میلی لیتر اتانول را با $14/4$ گرم آب مخلوط کنیم، چند درصد کل مول های مواد موجود در این محلول را اتانول تشکیل می دهد؟ (چگالی اتانول را $0/8 \text{ g.mL}^{-1}$ در نظر بگیرید) ($O=16$ ، $C=12$ ، $H=1$: g.mol^{-1})

(۱) ۲۱/۱۵

(۲) ۲۵/۱۵

(۳) ۲۰

(۴) ۴۰

ppm ← گرم حل شونده در 10^6 گرم محلول!

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6$$

* در محلول های بسیار رقیق، مقدار محلول را با مقدار حلال برابر در نظر میگیریم!

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 1000 \times 10^4 \rightarrow \text{ppm} = \text{درصد جرمی} \times 10^4$$

تیپ ۱: اگر غلظت یون سدیم در یک نمونه آب دریا برابر $103/5 \text{ ppm}$ باشد، در یک کیلوگرم از این نمونه آب، چند مول یون سدیم وجود دارد؟ ($\text{Na} = 23 \text{ g.mol}^{-1}$)

$$(1) \quad 3/5 \times 10^{-2}$$

$$(2) \quad 3 \times 10^{-3}$$

$$(3) \quad 4/5 \times 10^{-2}$$

$$(4) \quad 4/5 \times 10^{-3}$$

تیپ ۲: ۱۰۰ گرم محلول نقره سولفات با غلظت $15/6 \text{ ppm}$ ، شامل چند مول از این نمک است؟ ($\text{O} = 16$ ، $\text{S} = 32$ ، $\text{Ag} = 108 : \text{g.mol}^{-1}$)

$$(1) \quad 2 \times 10^{-5}$$

$$(2) \quad 5 \times 10^{-6}$$

$$(3) \quad 12/3 \times 10^{-3}$$

$$(4) \quad 15/6 \times 10^{-4}$$

تیپ ۳: اگر غلظت سدیم کلرید در یک نمونه آب دریا برابر $526/5 \text{ ppm}$ باشد، در 1 kg از آن نمونه آب، چند گرم یون سدیم وجود دارد؟ ($\text{Na} = 23$ ، $\text{Cl} = 35/5 : \text{g.mol}^{-1}$)

$$(1) \quad 0/211$$

$$(2) \quad 0/207$$

$$(3) \quad 2/11$$

$$(4) \quad 2/07$$

غلظت مولی (M) ← تعداد مول حل شونده در ۱ لیتر محلول!

مثال: محلول ۰/۲ مولار NaCl ← در ۱ لیتر از این محلول، ۰/۲ مول حل شونده (NaCl) وجود دارد!

M یا $\frac{\text{mol}}{\text{L}}$

$$\boxed{\text{غلظت مولی (M)} = \frac{\text{مول حل شونده}}{\text{لیتر محلول}}} \rightarrow M = \frac{n(\text{mol})}{V(\text{L})}$$

چگالی (g/mL) درصد جرمی

$$\text{غلظت مولی (M)} = \frac{10 \cdot d}{\text{جرم مولی}}$$

$$\text{cm}^3 \equiv \text{cc} \equiv \text{mL}$$

تیپ ۱: برای تهیه ۴۰۰ میلی لیتر محلول ۰/۳ مول بر لیتر سدیم کلرید، چند گرم از این نمک

(به صورت خالص) لازم است؟ (Na=۲۳، Cl=۳۵/۵ : g.mol⁻¹)

(۱) ۳/۰۱

(۲) ۷/۰۲

(۳) ۹/۷۹

(۴) ۱۰/۳۵

تیپ ۲: اگر در ۱۰۰ میلی لیتر محلول سدیم هیدروکسید، ۸۰ میلی گرم از آن وجود داشته باشد، غلظت این محلول چند مولار است؟ ($\text{Na}=23$ ، $\text{O}=16$ ، $\text{H}=1$: g.mol^{-1})

- (۱) ۰/۱
- (۲) ۰/۰۲
- (۳) ۰/۰۰۴
- (۴) ۰/۰۴

تیپ ۳: غلظت محلول ۴۰ درصد جرمی سولفوریک اسید که چگالی آن $1/25 \text{ g.mL}^{-1}$ است، برابر چند مول بر لیتر است؟ ($\text{S}=32$ ، $\text{O}=16$ ، $\text{H}=1$: g.mol^{-1})

- (۱) ۴/۱۲
- (۲) ۴/۶
- (۳) ۵/۱
- (۴) ۵/۲۵

تیپ ۴: اگر ۴ گرم سدیم هیدروکسید در ۱۰۶ گرم آب خالص حل شود و محلولی با چگالی $1/1 \text{ g.mL}^{-1}$ به دست آید، غلظت این محلول چند مول بر لیتر است؟ ($\text{H}=1$: g.mol^{-1})

($\text{Na}=23$ ، $\text{O}=16$)

- (۱) ۱
- (۲) ۲
- (۳) ۱/۲
- (۴) ۲/۲

تیپ ۵: اگر از تبخیر ۱۰۰ میلی لیتر محلول منیزیم کلرید، ۰/۱۹ گرم نمک بدون آب به دست

آید، مولاریته این محلول چند mol.L^{-1} است؟ ($\text{Mg}=24$ ، $\text{Cl}=35/5 \text{ g.mol}^{-1}$)

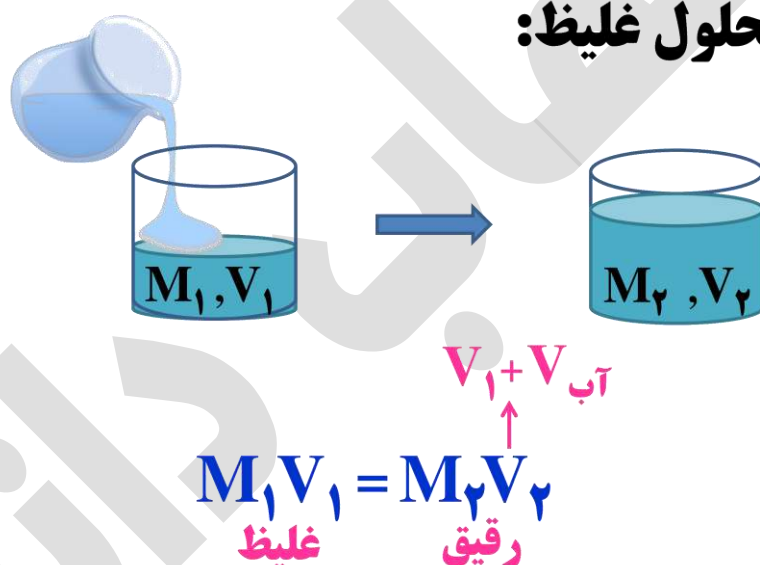
(۱) 2×10^{-2}

(۲) 2×10^{-3}

(۳) $2/5 \times 10^{-2}$

(۴) $2/5 \times 10^{-3}$

رقیق کردن محلول غلیظ:



تیپ ۶: برای تهیه ۱۰۰ میلی لیتر محلول ۲ مولار HCl، چند میلی لیتر محلول ۳۶/۵ درصد

جرمی آن لازم است؟ (چگالی محلول را $1/25 \text{ g.mL}^{-1}$ در نظر بگیرید)

($\text{Cl}=35/5$ ، $\text{H}=1 \text{ g.mol}^{-1}$)

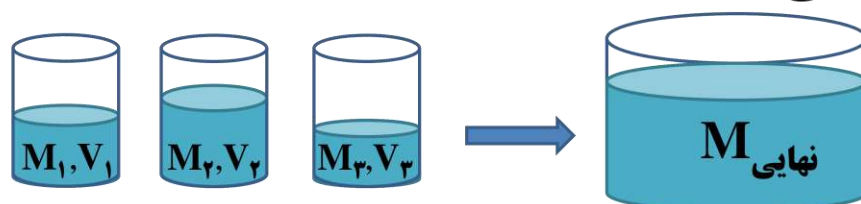
(۱) ۱۰

(۲) ۱۴

(۳) ۱۶

(۴) ۲۰

غلظت نهایی:



$$M_{\text{نهایی}} = \frac{M_1 V_1 + M_2 V_2 + M_3 V_3}{V_1 + V_2 + V_3}$$

$$M = \frac{n}{V} \Rightarrow \boxed{n = M \times V}$$

تیب ۱: چند لیتر محلول ۶ مولار H_2SO_4 باید با ۱۰ لیتر محلول ۱ مولار آن مخلوط شود تا پس از رقیق شدن تا حجم ۲۰ لیتر، به محلول حدوداً ۳ مولار این اسید تبدیل شود؟

(۱) ۶/۸

(۲) ۷/۴

(۳) ۸/۳

(۴) ۹/۲

غلظت نهایی:

$$\frac{\text{جرم محلول ۱} \times \text{درصد جرمی ۱}}{۱۰۰} + \frac{\text{جرم محلول ۲} \times \text{درصد جرمی ۲}}{۱۰۰} + \dots$$

$$\text{درصد جرمی نهایی} = \frac{\text{جرم حل شونده نهایی}}{\text{جرم محلول نهایی}} \times ۱۰۰$$

$$\dots + \text{جرم محلول ۲} + \text{جرم محلول ۱}$$

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰ \Rightarrow \boxed{\text{جرم محلول} \times \text{درصد جرمی} = \text{جرم حل شونده}}$$

تیپ ۲: دو محلول شامل آب و متانول، اولی دارای ۴۰ درصد جرمی و دومی دارای ۷۰ درصد جرمی از متانول موجود است. اگر ۲۰۰ گرم از محلول اول با ۳۰۰ گرم از محلول دوم با یکدیگر مخلوط شوند، درصد جرمی متانول در محلول به دست آمده به تقریب کدام است؟

(۱) ۴۹

(۲) ۵۸

(۳) ۶۱

(۴) ۶۵

انحلال پذیری:

بیشترین مقدار حل شونده که در دمای معین در ۱۰۰ گرم آب حل می شود.

مثال: انحلال پذیری یک ماده ای هست ۴۰ گرم! یعنی چی؟

دسته بندی محلول ها از نظر انحلال پذیری:

محلول سیر شده: محلولی که بیشترین مقدار حل شونده را دارد!

محلول سیر نشده: محلولی که بیشترین مقدار حل شونده را ندارد (کمتر دارد)!

محلول فراسیر شده: محلولی که فراتر از بیشترین مقدار حل شونده را دارد!



سیر نشده



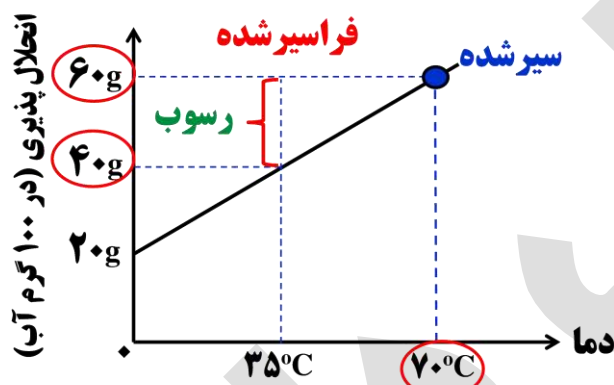
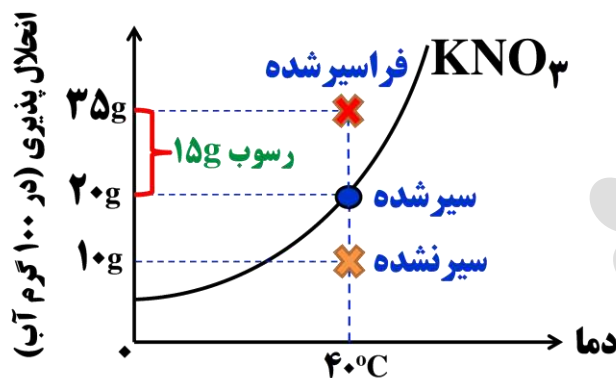
سیر شده



فراسیر شده

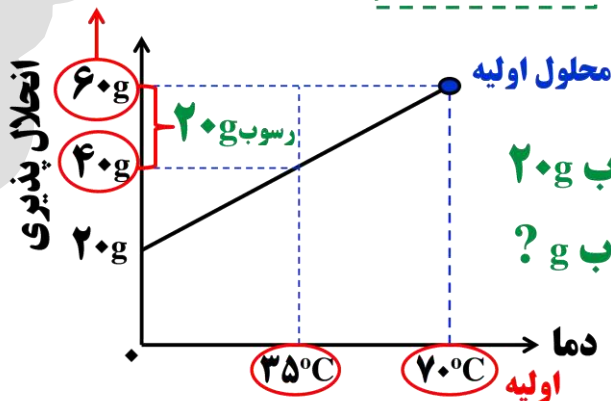
انحلال پذیری:

بیشترین مقدار حل شونده که در دمای معین در ۱۰۰ گرم آب حل می شود.



بر اساس نمودار مقابل، بر اثر سرد کردن ۱۰ گرم از محلول سیر شده در دمای ۷۰°C تا دمای ۳۵°C با تقریب، چند گرم از ماده حل شده، رسوب می کند؟

$$[\text{محلول اولیه } 160\text{g} = 100\text{g آب} + \text{حل شونده } 60\text{g}]$$



$$1/25 \text{ (1)}$$

$$2/5 \text{ (2)}$$

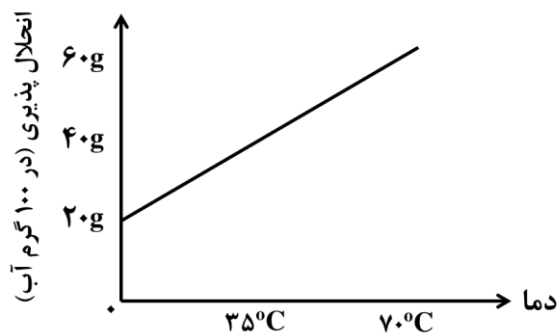
$$20\text{g رسوب} \rightarrow 160\text{g محلول} \quad 2/1 \text{ (3)}$$

$$? \text{g رسوب} \rightarrow 10\text{g محلول} \quad 2/9 \text{ (4)}$$

مسائل انحلال پذیری

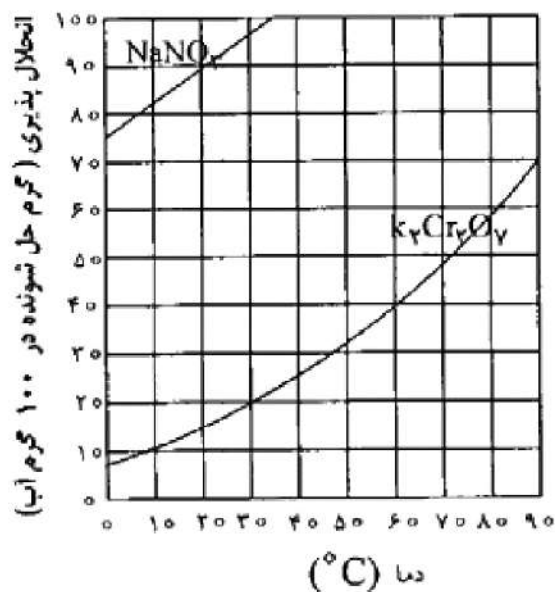
اولین سوال آموزشی: براساس نمودار مقابل، بر اثر سرد کردن ۲۰ گرم از محلول سیرشده از یک ماده ی جامد در دمای 60°C تا

دمای 28°C با تقریب، چند گرم از ماده ی حل شده، از محلول جدا و ته نشین می شود؟



سوال تشریحی: با توجه به نمودار مقابل، ۲۰ گرم پتاسیم دی کرومات $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{s})$ در ۱۰۰ گرم آب در دمای 40°C ، حل شده است.

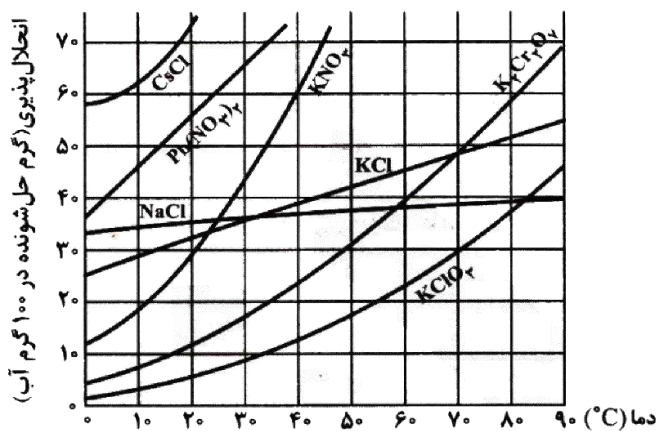
محلول حاصل سیرشده، سیرنشده یا فراسیرشده خواهد بود؟ چرا؟



تپ تست های انحلال پذیری:

تست ۱ (تپ ۱): با توجه به نمودار روبه رو، اگر ۷۰ گرم محلول سیرشده ی $K_2Cr_2O_7$ در دمای $60^{\circ}C$ تا دمای $35^{\circ}C$ سرد شود،

حدود چند گرم از آن به صورت بلور از محلول جدا می شود؟



۶ (۱)

۸ (۲)

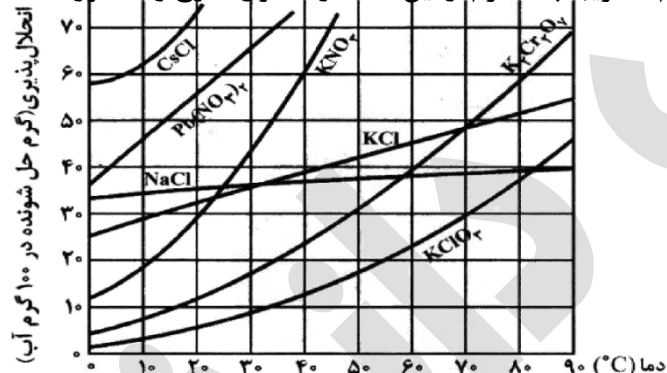
۱۰ (۳)

۱۲ (۴)

تست ۲ (تپ ۲): با توجه به شکل زیر که تغییرات انحلال پذیری چند نمک را در دماهای مختلف در آب نشان می دهد، اگر ۲۴

گرم محلول سیرشده KNO_3 با دمای $40^{\circ}C$ را تا دمای $34^{\circ}C$ سرد کنیم، تقریباً چند گرم از این نمک از محلول خارج و به صورت

بلور جدا می شود؟



۱/۵ (۱)

۴ (۲)

۵/۲ (۳)

۶/۵ (۴)

تست ۳ (تپ ۳): اگر از ۲۸/۵ گرم محلول سیرشده ی پتاسیم نیترات در دمای معین، پس از تبخیر کامل، مقدار ۳/۵ گرم نمک

خشک به دست آید، انحلال پذیری این نمک برحسب گرم در ۱۰۰ گرم آب کدام است؟

۱۲ (۱)

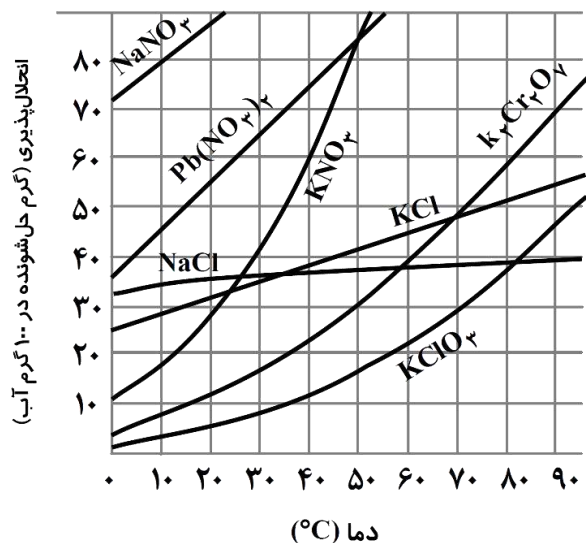
۱۴ (۲)

۱۶ (۳)

۱۸ (۴)

تست ۴ (تیپ ۴): با توجه به نمودار رو به رو ، با سرد کردن ۹۰۰g محلول سیرشده ی $KClO_3$ از دمای $94^{\circ}C$ تا دمای $32^{\circ}C$ و

جداسازی مواد جامد ، وزن محلول باقی مانده به تقریب چند گرم خواهد بود؟



(۱) ۵۰۰

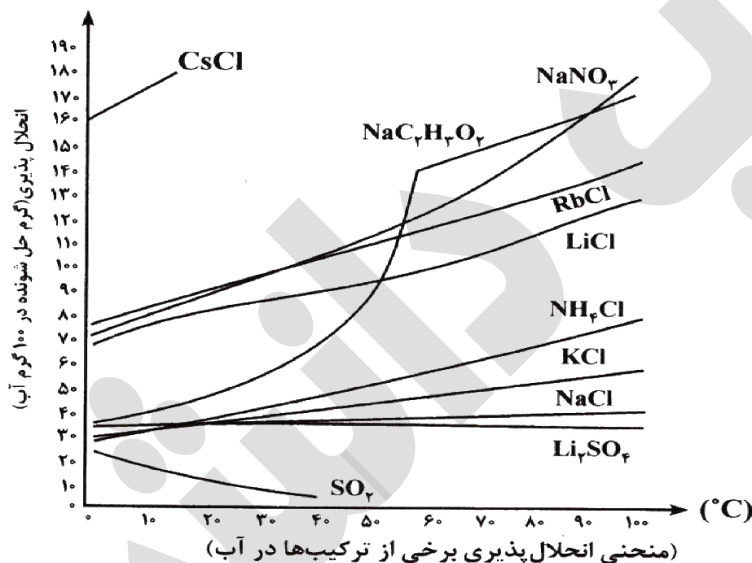
(۲) ۵۵۰

(۳) ۶۰۰

(۴) ۶۶۰

تست ۵ (تیپ ۵): با توجه به نمودار روبه رو ، محلول ۶۰ گرم آمونیوم کلرید در ۱۰۰ گرم آب ، در کدام دما سیر نشده و در کدام دما

فراسیر شده است؟ (عددها را از راست به چپ بخوانید.)



(۱) ۶۰ - ۸۵

(۲) ۷۵ - ۶۵

(۳) ۸۰ - ۶۵

(۴) ۸۵ - ۹۵

تست ۶ (تیپ ۶): اگر مقدار اندکی از بلور سدیم استات به محلول آن اضافه شود، در آن صورت

(۱) فراسیر شده - مقدار افزوده شده ، نامحلول باقی می ماند.

(۲) سیر شده - مقداری از سدیم استات حل شده موجود در محلول ، همراه مقدار افزوده شده ، ته نشین می شود.

(۳) فراسیر شده - به سرعت مقدار بیش تری سدیم استات به صورت بلوری رسوب می کند.

(۴) سیر شده - به سرعت مقدار بیش تری سدیم استات به صورت بلوری رسوب می کند.

تست ۷ (تیپ ۷): انحلال پذیری سرب (II) کلرید در دمای معینی برابر 0.1391 گرم در 100 گرم آب است. غلظت محلول سیرشده

این ماده در این دما، بر حسب mol.L^{-1} کدام است؟ (چگالی آب 1 g.mL^{-1} است.) ($\text{Pb} = 207/2$ ، $\text{Cl} = 35/5 \text{ g.mol}^{-1}$)

- (۱) 5×10^{-2} (۲) 5×10^{-4} (۳) $5/7 \times 10^{-2}$ (۴) $5/7 \times 10^{-4}$

تست ۸ (تیپ ۸): محلول سیرشده ی نمکی با جرم مولی 80 گرم و چگالی $1/2 \text{ g.mL}^{-1}$ در دمای معین، تهیه شده است. اگر غلظت

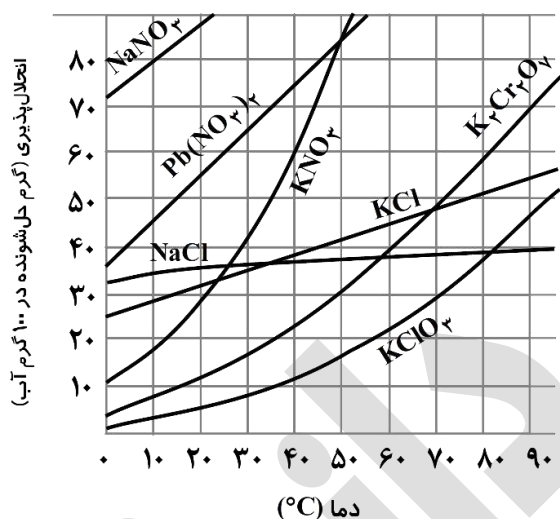
مولار آن در همان دما برابر $2/5 \text{ mol.L}^{-1}$ باشد، انحلال پذیری آن در دمای آزمایش، چند گرم در 100 گرم آب است؟

- (۱) 30 (۲) 24 (۳) 20 (۴) 16

تست ۹ (تیپ ۹): محلول سیرشده در 1000 g آب از چهار ترکیب KCl ، $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ، KNO_3 ، $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ در چهار ظرف جداگانه در

دمای 40°C تهیه شده است. بر اثر کاهش دمای این محلول ها به 10°C جرم جامدی که ته نشین می شود، در کدام ظرف بیش تر

است و محلول کدام نمک بیش ترین غلظت را بر حسب گرم بر کیلوگرم حلال دارد؟



(۱) KCl ، $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

(۲) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ، KNO_3

(۳) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ، KNO_3

(۴) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ، $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

تست ۱۰ (تیپ ۱۰): در چهار ظرف دارای 300 g آب در دمای 20°C ، به ترتیب از راست به چپ، 100 g از ترکیب های (A) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ،

(B) KClO_4 ، (C) KNO_3 و (D) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ اضافه و پس از هم زدن، محلول از مواد جامد باقی مانده جداسازی شده است. ترتیب

چگالی محلول های به دست آمده، کدام است؟

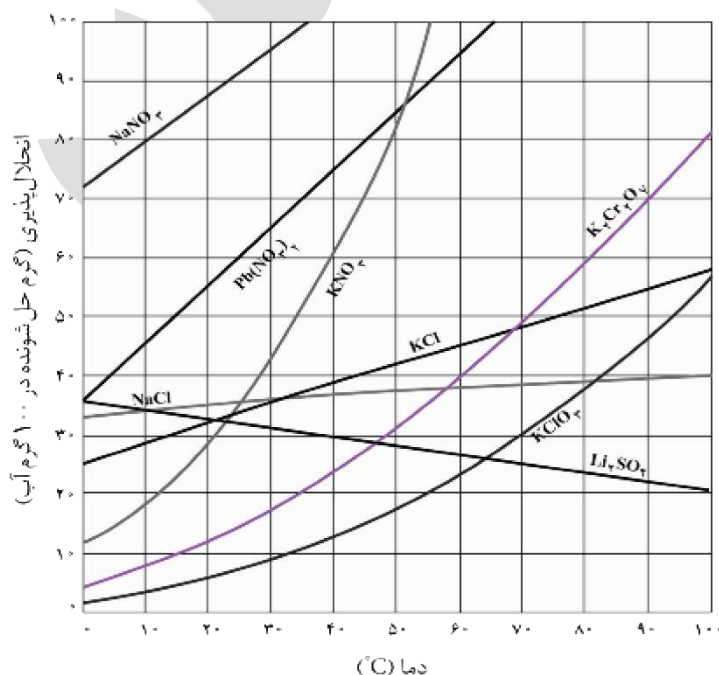
(از تغییر حجم حلال، چشم پوشی شود.)

(۱) $A > B > C > D$

(۲) $B > A > C > D$

(۳) $B > D > C > A$

(۴) $A > C > D > B$



تست ۱۱ (تیپ ۱۱): محلولی از CaSO_4 در 50°C گرم آب در دمای معین، دارای یک گرم یون کلسیم است. چند گرم دیگر $\text{CaSO}_4(s)$ در آن حل می شود؟ (انحلال پذیری CaSO_4 در این شرایط برابر $1/0.2$ گرم در 100 گرم آب است.)
($\text{Ca}=40$ ، $\text{CaSO}_4=136$: g.mol^{-1})

(۱) صفر

(۲) $1/5$

(۳) $1/7$

(۴) $4/1$

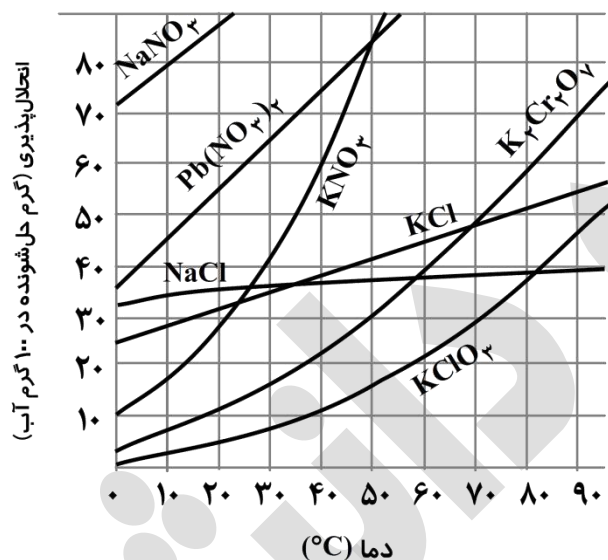
تست ۱۲ (تیپ ۱۲): با توجه به شکل رو به رو، محلول سیر شده ای از $(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)$ ($M=294$: g.mol^{-1}) در 50°C گرم آب در دمای 90°C تهیه شده است. در کدام دمای سلسیوس، غلظت محلول به حدود 0.5 mol.L⁻¹ می رسد و در این دما، چند گرم از این نمک رسوب می کند؟ (از تغییر حجم چشم پوشی شود. چگالی آب 1 g.mL⁻¹ است.)

(۱) $5 - 35$

(۲) $58 - 20$

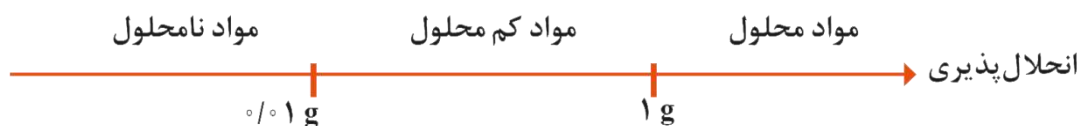
(۳) $250 - 35$

(۴) $287 - 20$



انواع محلول بر اساس میزان انحلال پذیری:

با توجه به تعریف انحلال پذیری ، مواد را به ۳ دسته تقسیم می کنند:



① **مواد محلول** : انحلال پذیری آن ها از یک گرم حل شونده در ۱۰۰ گرم آب بیشتر است.

مثال : شکر (ساکارز) ($C_{12}H_{22}O_{11}$) ، سدیم نیترات ($NaNO_3$) ، سدیم کلرید ($NaCl$) ، متانول (CH_3OH) ، اتانول

(C_2H_5OH) ، استون (C_3H_6O) ، پتاسیم نیترات (KNO_3) ، هیدروژن کلرید (HCl)

نکته متانول ، اتانول و استون به هر نسبتی در آب حل می شوند (قابل امتزاج اند) ، بنابراین نمی توان از آن ها محلول سیر شده تهیه کرد.

② **مواد کم محلول** : انحلال پذیری آن ها بین ۰/۱ تا ۱ گرم حل شونده در ۱۰۰ گرم آب است.

تتها مثال کتاب درسی : کلسیم سولفات ($CaSO_4$)

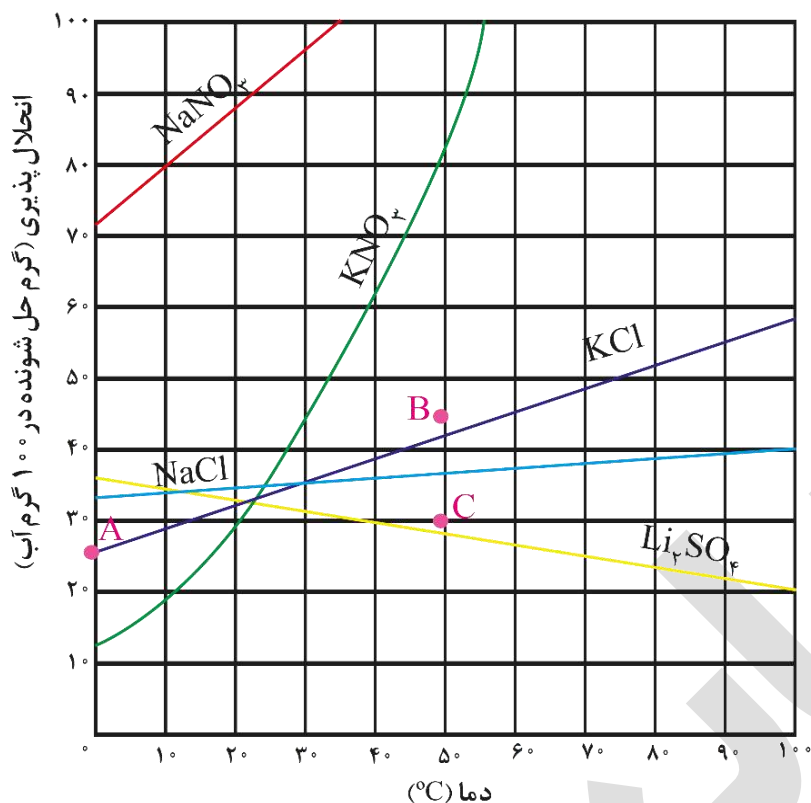
③ **مواد نامحلول** : انحلال پذیری آن ها از ۰/۱ گرم حل شونده در ۱۰۰ گرم آب کم تر است.

مثال های کتاب درسی : نقره کلرید ($AgCl$) ، باریم سولفات ($BaSO_4$) ، کلسیم فسفات $Ca_3(PO_4)_2$ ، منیزیم هیدروکسید $Mg(OH)_2$

جدول زیر ، انحلال پذیری برخی مواد را در آب و دمای $25^{\circ}C$ نشان می دهد.

نام حل شونده	فرمول شیمیایی	انحلال پذیری (گرم حل شونده / ۱۰۰ g H_2O)
شکر	$C_{12}H_{22}O_{11}$	۲۰۵
سدیم نیترات	$NaNO_3$	۹۲
سدیم کلرید	$NaCl$	۳۶
کلسیم سولفات	$CaSO_4$	۰/۲۳
کلسیم فسفات	$Ca_3(PO_4)_2$	5×10^{-4}
نقره کلرید	$AgCl$	$2/1 \times 10^{-4}$
باریم سولفات	$BaSO_4$	$1/9 \times 10^{-4}$

✓ انحلال پذیری نمک ها به نوع آنها و دما بستگی دارد اما تأثیر دما بر میزان انحلال پذیری آنها یکسان نیست. نمودار زیر ، انحلال پذیری برخی از ترکیب های یونی را در آب بر حسب دما نشان می دهد:



مطابق این نمودار با افزایش دما، انحلال پذیری اغلب نمک ها افزایش می یابد.

نکات مربوط به نمودار «انحلال پذیری - دما»

✓ در نمودار انحلال پذیری-دما، هرچه قدر مطلق شیب نمودار ماده ای تند تر باشد، تأثیر دما بر میزان انحلال پذیری آن ماده بیشتر است (و برعکس).

✓ با توجه به نمودار:

پیشترین تأثیر دما بر انحلال پذیری KNO_3 ← مربوط به

کمترین تأثیر دما بر انحلال پذیری NaCl ← مربوط به

تنها نرولی: Li_2SO_4 ← پقیه: صعودی

تنها منحنی: KNO_3 ← پقیه: خطی

نمودار صعودی ← با افزایش دما، انحلال پذیری افزایش

نمودار نرولی ← با افزایش دما، انحلال پذیری کاهش

✓ با دقت زیاد در نمودار $\text{NaCl} < \text{Li}_2\text{SO}_4 < \text{KCl} < \text{NaNO}_3 < \text{KNO}_3$ ← تأثیر دما بر انحلال پذیری:

معادله انحلال پذیری:

۱- دانش آموزی از منابع علمی، انحلال پذیری (S) سدیم نیترات را در دماهای گوناگون (θ) مطابق جدول زیر استخراج کرده است.

$\theta(^{\circ}\text{C})$	۰	۱۰	۲۰	۳۰
$S(\frac{\text{g NaNO}_3}{100\text{g H}_2\text{O}})$	۷۲	۸۰	۸۸	۹۶

او توانست با استفاده از داده های این جدول، معادله $S = 0.8\theta + 72$ را به دست آورد.
(آ) توضیح دهید او چگونه به این معادله دست یافته است؟

(ب) انحلال پذیری سدیم نیترات را در 70°C پیش بینی کنید.


۲- با توجه به جدول زیر، معادله ای برای انحلال پذیری پتاسیم کلرید بر حسب دما به دست آورید.

$\theta(^{\circ}\text{C})$	۰	۲۰	۴۰	۶۰
$S(\frac{\text{g KCl}}{100\text{g H}_2\text{O}})$	۲۷	۳۳	۳۹	۴۶

۳- با مقایسه دو معادله به دست آمده برای سدیم نیترات و پتاسیم کلرید:

(آ) تأثیر دما بر انحلال پذیری این دو ماده را مقایسه کنید.

(ب) توضیح دهید چرا در هر دمایی، انحلال پذیری سدیم نیترات بیشتر از پتاسیم کلرید است؟

حرف S از واژه Solubility به معنای انحلال پذیری گرفته شده است. 

انحلال مواد و شرایط آن

انحلال دوماده در یکدیگر:

طبق یک قاعده کلی:

«شبه شبیه را در خود حل می کند!»

مولکول قطبی در مولکول قطبی حل می شود

* ترکیب یونی در مولکول قطبی حل می شود ← **استثنا:** AgCl , BaSO_4 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$

مولکول ناقطبی در مولکول ناقطبی حل می شود

بررسی چند مثال:

☒ اتانول در آب
قطبی قطبی

☒ سدیم کلرید در آب
یونی قطبی

☒ اتانول در هگزان
قطبی ناقطبی

☒ سدیم کلرید در هگزان (C_6H_{14})
یونی ناقطبی

☒ هگزان در آب
ناقطبی قطبی

لیست ترکیبات یونی نامحلول هر سه پایه:

(فصل ۳ دهم) AgCl , BaSO_4 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$

(فصل ۱ یازدهم) Fe_2O_3 زنگ آهن

(فصل ۱ دوازدهم) $(\text{RCOO})_2\text{Mg}$, $(\text{RCOO})_2\text{Ca}$

توجه: کلسیم سولفات (CaSO_4) یک ترکیب کم محلول است!

چگونگی انحلال مواد در آب

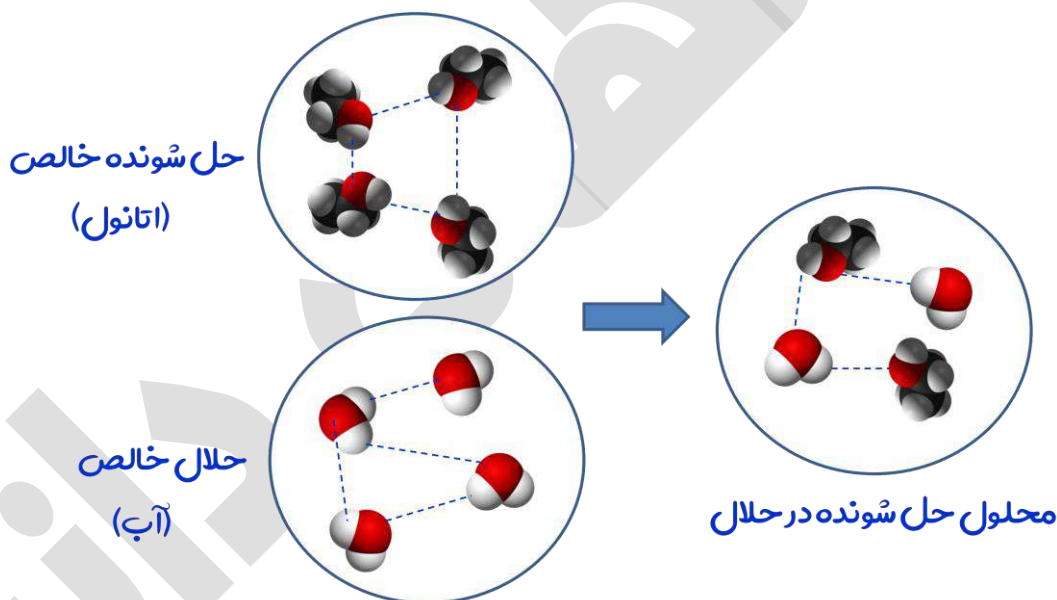
انحلال مولکول در آب:

سه مرحله به طور همزمان:

(۱) جدا شدن مولکول های حل شونده از هم (شکستن نیروهای بین مولکولی در حل شونده)

(۲) جدا شدن مولکول های حلال از هم (شکستن نیروهای بین مولکولی در حلال)

(۳) پراکنده شدن یکنواخت (همگن) مولکول های حل شونده در بین حلال و تشکیل نیروی بین مولکولی میان حل شونده و حلال



سه مرحله به طور همزمان:

(۱) جدا شدن مولکول های حل شونده از هم (شکستن نیروهای بین مولکولی در حل شونده)

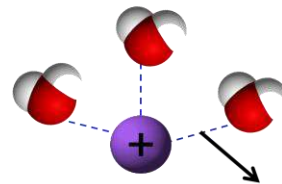
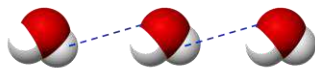
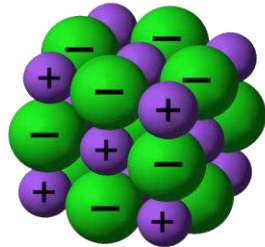
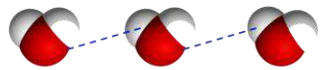
(۲) جدا شدن مولکول های حلال از هم (شکستن نیروهای بین مولکولی در حلال)

(۳) پراکنده شدن یکنواخت (همگن) مولکول های حل شونده در بین حلال و تشکیل نیروی بین مولکولی میان حل شونده و حلال

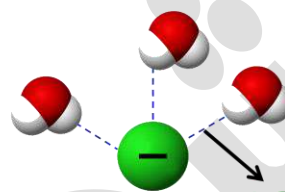
نکته بسیار مهم:

متانول (CH_3OH) ، اتانول ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) و استون ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$) به شدت قطبی هستند و به هر نسبتی در آب حل می شوند! (هرگز نمی توان از آن ها محلول سیر شده در آب تهیه کرد؛ محلول آن ها در آب همواره سیر نشده است!)

انحلال ترکیب یونی در آب:



نیروی یون - دوقطبی



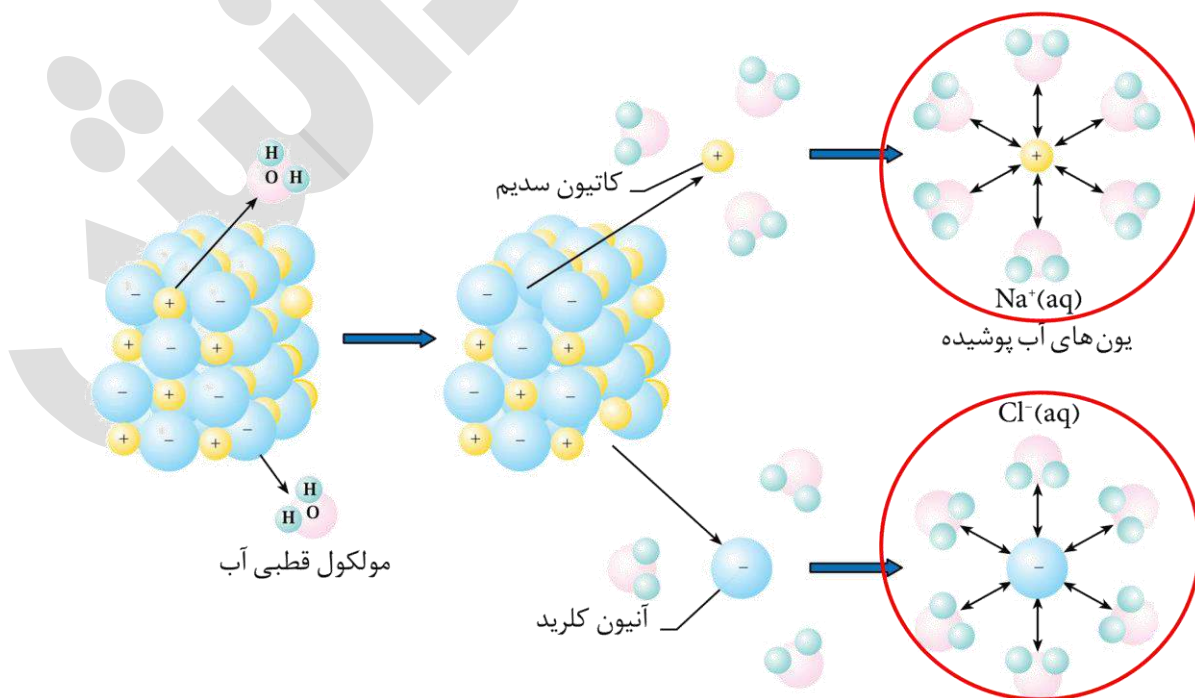
نیروی یون - دوقطبی

سه مرحله به طور همزمان:

(۱) شکستن پیوندهای یونی در حل شونده و جداسدن یون ها از یکدیگر

(۲) جداسدن مولکول های حلال از هم (شکستن نیروهای بین مولکولی در حلال)

(۳) پراکنده شدن یکنواخت (همگن) یون های حل شونده در بین حلال و تشکیل نیروی جاذبه یون - دوقطبی بین آن ها



شرط ریاضی انحلال:

اگر ذره های حلال را با **A** و ذره های حل شونده را با **B** نمایش دهیم:

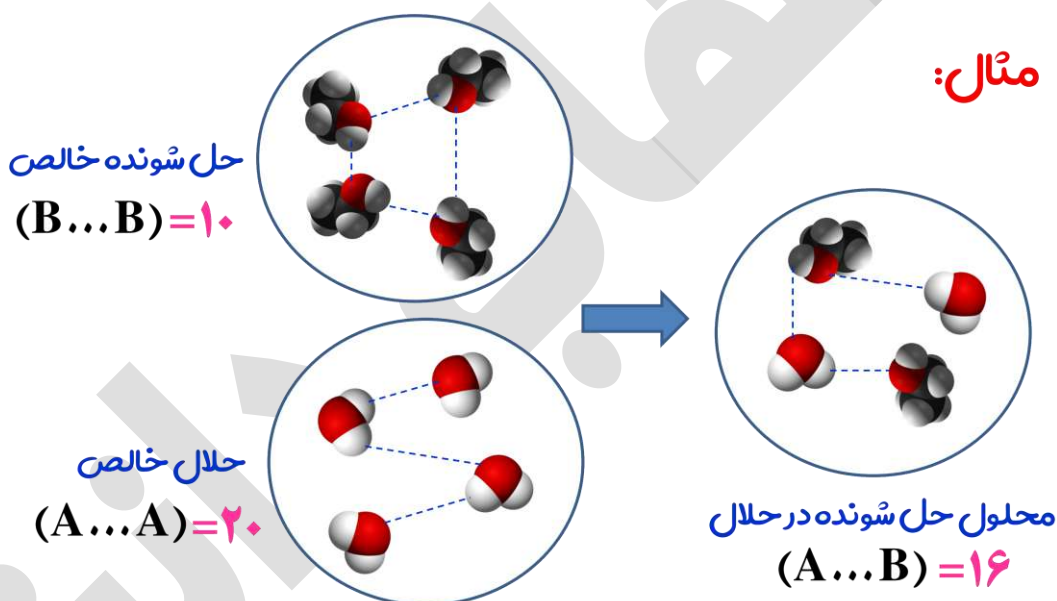
جاذبه بین ذرات در حلال خالص: $(A \dots A)$

جاذبه بین ذرات در حل شونده خالص: $(B \dots B)$

جاذبه بین ذرات در محلول: $(A \dots B)$

شرط انحلال: $(A \dots B) > \frac{(A \dots A) + (B \dots B)}{2}$

مثال:



شرط ریاضی انحلال:

$(A \dots B)$

$(B \dots B)$

$(A \dots A)$

میانگین جاذبه ها در حلال خالص و حل شونده خالص $>$ جاذبه بین حل شونده با حلال در محلول

تمرین: جاهای خالی زیر را پر کنید:

نیروی جاذبه در محلول اتانول در آب $(A \dots B)$ $<$ میانگین نیروی جاذبه در آب خالص و اتانول خالص $(B \dots B)$ $(A \dots A)$

میانگین پیوند یونی در $MgSO_4$ و پیوند هیدروژنی در آب $(A \dots B)$ $>$ نیروی جاذبه یون - دوقطبی در محلول $(A \dots A)$ $(B \dots B)$

میانگین پیوند یونی در $BaSO_4$ و پیوند هیدروژنی در آب $(A \dots B)$ $<$ نیروی جاذبه یون - دوقطبی در محلول $(A \dots A)$ $(B \dots B)$

انحلال پذیری گازها در آب

به ۴ عامل بستگی دارد:

۱- نوع گاز

۲- دما ← رابطه عکس

۳- فشار ← رابطه مستقیم

۴- مقدار نمک موجود در آب ← رابطه عکس

۱- نوع گاز:

۱- انحلال پذیری گازهای قطبی معمولاً بیشتر از گازهای ناقطبی است.

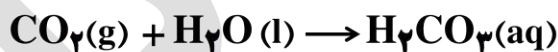
← مثلاً انحلال پذیری گاز قطبی NO بیشتر از گازهای ناقطبی N₂ و O₂ است.

۲- در بین گازهای ناقطبی، هر چه جرم مولی بیشتر باشد، انحلال پذیری بیشتر است.

← انحلال پذیری: O₂ < N₂

۳- انحلال پذیری گاز CO₂ با اینکه ناقطبی است از گاز قطبی NO بیشتر است! زیرا انحلال

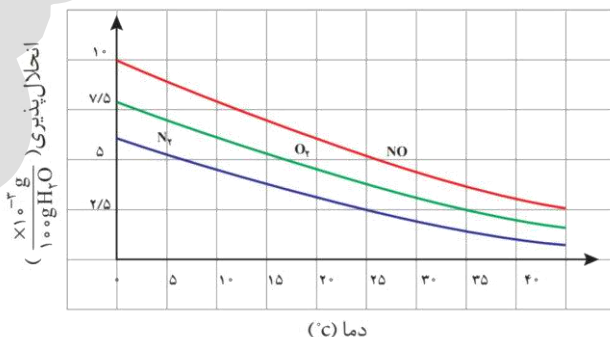
CO₂ در آب با انجام واکنش شیمیایی همراه است:



۲- دما:

انحلال پذیری گازها در آب، با دما رابطه عکس دارد!

(منحنی انحلال پذیری گازها بر حسب دما همواره به صورت نزولی است!)

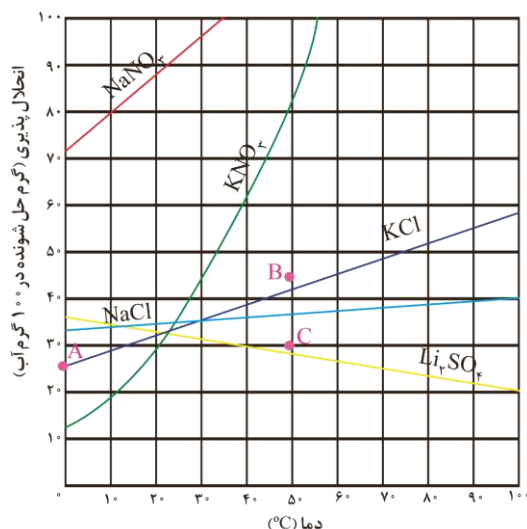


دما: ↑ ← انحلال پذیری گاز: ↓

انحلال پذیری نمک ها بر حسب دما:

همه نمک ها : صعودی

← به جز Li_2SO_4



سوال کاوش کنید کتاب درسی:

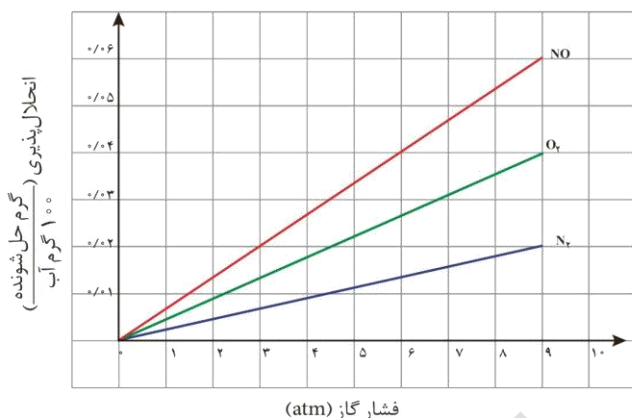
چرا در هوای گرم ماهی ها به سطح آب می آیند؟

دما: ↑ ← انحلال پذیری گاز اکسیژن: ↓

دانش

۳- فشار:

در دمای معین و ثابت، انحلال پذیری گازها در آب، با فشار رابطه مستقیم دارد!
(قانون هنری)



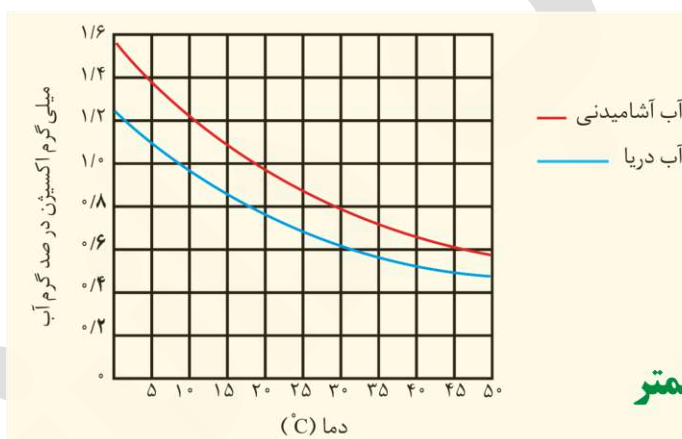
فشار: ↑ ← انحلال پذیری گاز: ↑

فشار: n برابر

انحلال پذیری گاز: n برابر

۴- مقدار نمک موجود در آب:

با افزایش نمک موجود در آب، انحلال پذیری گازها کاهش می یابد!



نمودار رو به رو، انحلال پذیری گاز O_2

را در آب آشامیدنی و آب دریا

نشان می دهد:

نمک بیشتر

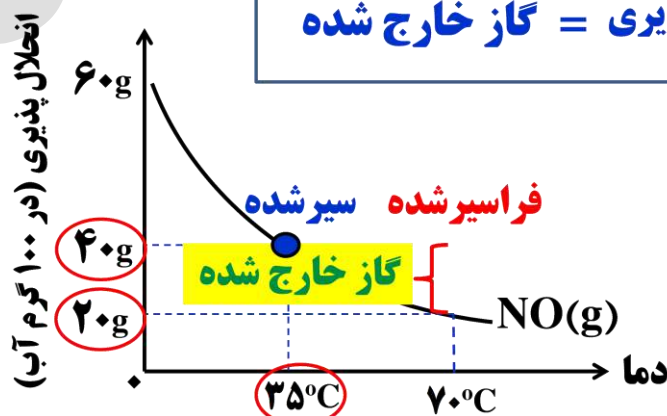
نمک کمتر

انحلال گاز کمتر

انحلال گاز بیشتر

در گازها:

دما: ↑ ← اختلاف انحلال پذیری = گاز خارج شده



سوال تشریحی ۱: برای هر یک از موارد زیر ، دلیل مناسب بنویسید.

- در شرایط یکسان ، انحلال پذیری گاز NO(g) در آب بیش تر از $\text{N}_2\text{(g)}$ است.

ناقطبی

قطبی

- انحلال پذیری گاز $\text{N}_2\text{(g)}$ در آب ، بسیار کم تر از انحلال گاز HCl(g) است.

قطبی

ناقطبی

سوال تشریحی ۲: دو محلول آبی سیرشده ی زیر ، در دمای 25°C و فشار یک اتمسفر موجود است.

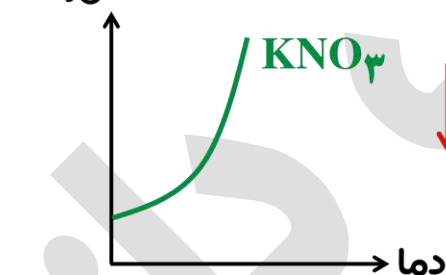
هر یک از تغییرات زیر چه اثری بر میزان انحلال پذیری آن ها دارد؟ (با نوشتن دلیل)

(آ) آرگون (Ar(g)) - (افزایش فشار)

فشار: ↑ **انحلال پذیری گاز آرگون:** ↑

(ب) پتاسیم نیترات ($\text{KNO}_3\text{(s)}$) - (کاهش دما)

انحلال پذیری



دما: ↓ **انحلال پذیری نمک KNO_3 :** ↓

سوال تشریحی ۳: در فشار یک اتمسفر و دمای 20°C انحلال پذیری گاز اکسیژن 0.0045 گرم در 100

گرم آب می باشد.

(آ) در فشار یک اتمسفر و دمای 60°C انحلال پذیری گاز اکسیژن کدام یک از اعداد پیشنهادی زیر

(بر حسب گرم در 100 گرم آب) خواهد بود؟ چرا؟ (0.0028 ، 0.0045 ، 0.0062)

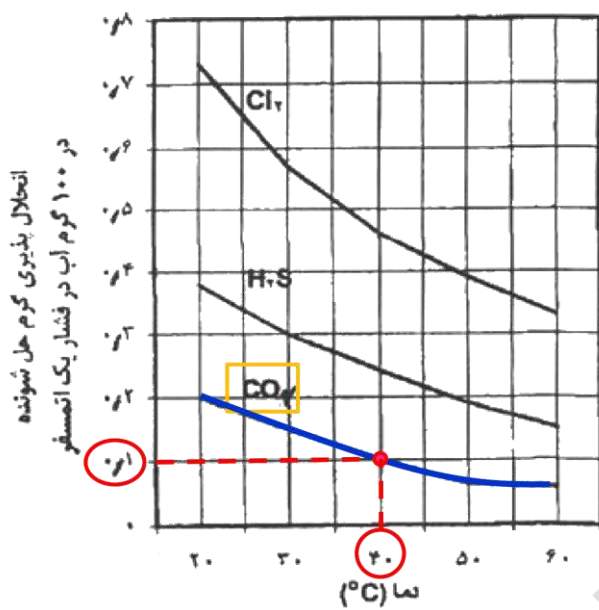
دما: ↑ **انحلال پذیری گاز:** ↓

(ب) اگر فشار روی گاز اکسیژن بالای محلول ، به 2 اتمسفر افزایش یابد : انحلال پذیری این گاز در آب

چه تغییری (کاهش یا افزایش) می کند؟ چرا؟

فشار: ↑ **انحلال پذیری گاز:** ↑

سوال تشریحی ۴: با توجه به نمودار روبه رو، عبارت های زیر را کامل کنید.



آ) اگر دمای $^{\circ}\text{C}$ $\frac{40}{3}$ ، ، $\frac{1}{10}$ گرم از گاز CO_2 در ۱۰۰ گرم آب حل شود ، محلول سیرشده خواهد بود.

ب) انحلال پذیری گاز H_2S در دمای $^{\circ}\text{C}$ ۳۰ ، برابر است با گرم در ۱۰۰ گرم آب.

پ) نمودار ، اثر دما بر انحلال پذیری گازها در آب را نشان می دهد. عوامل دیگری مانند فشار و نوع گاز نیز بر انحلال پذیری گازها مؤثرند.

فصل ۱۰: انحلال پذیری

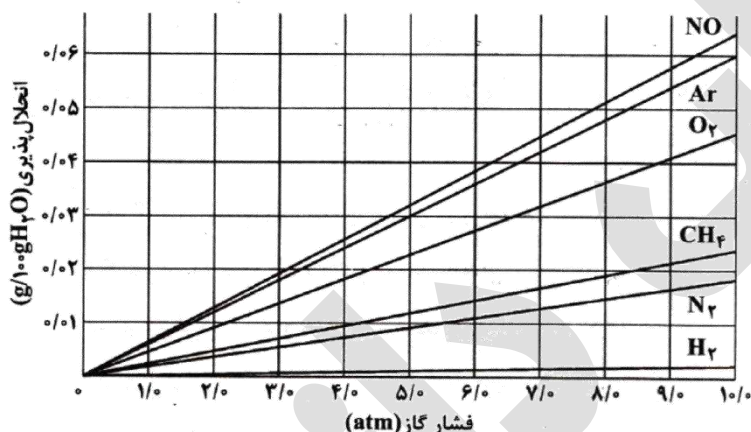
تیپ تست های انحلال پذیری گازها:

تیپ تست ۱: بر اساس داده های جدول زیر که انحلال پذیری سه گاز را بر حسب گرم در ۱۰۰ گرم آب در فشار ۱ atm نشان می دهد ، کدام مطلب درست است؟

گاز	دما	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰
A	۰/۱۶۹	۰/۱۲۶	۰/۰۹۷	۰/۰۷۶	۰/۰۵۸	
B	۰/۳۸	۰/۳۰	۰/۲۴	۰/۱۹	۰/۱۵	
C	۰/۷۳	۰/۵۷	۰/۴۶	۰/۳۹	۰/۳۳	

- (۱) انحلال پذیری هر سه گاز با افزایش دما ، به یک نسبت کاهش می یابد.
- (۲) تأثیر افزایش دما بر انحلال پذیری گاز A در مقایسه با دو گاز دیگر بیشتر است.
- (۳) در دمای 45°C ، محلول ۰/۳۵ گرم گاز C در ۱۰۰ گرم آب ، سیر شده است.
- (۴) در دمای 35°C ، محلول ۰/۶۰ گرم گاز B در ۲۰۰ گرم آب ، فوق سیر شده است.

تیپ تست ۲: با توجه به نمودار زیر ، کدام بیان نادرست است؟



- (۱) افزایش فشار ، کم ترین تأثیر را بر انحلال پذیری گاز هیدروژن دارد.
- (۲) به قانون هنری درباره ی انحلال پذیری گازها در آب مربوط است.
- (۳) تأثیر فشار گاز را بر انحلال پذیری آن در دمای ثابت نشان می دهد.
- (۴) در فشار ۵ atm ، $7/5 \times 10^{-3}$ مول آرگون در ۱۰۰ گرم آب حل می شود. ($\text{Ar} = 40 \text{ g.mol}^{-1}$)

تیپ تست ۳: با توجه به داده های جدول روبه رو که انحلال پذیری چند گاز را در دماهای مختلف بر حسب گرم در صد گرم آب در فشار یکسان نشان می دهد ، کدام بیان درست است؟

گاز	۲۰°C	۳۰°C	۴۰°C	۵۰°C	۶۰°C
CO ₂	۰/۱۶۹	۰/۱۲۶	۰/۰۹۷	۰/۰۷۶	۰/۰۵۸
H ₂ S	۰/۳۸	۰/۳۰	۰/۲۴	۰/۱۹	۰/۱۵
Cl ₂	۰/۷۳	۰/۵۷	۰/۴۶	۰/۳۹	۰/۳۳

- (۱) انحلال پذیری گاز CO₂ از انحلال پذیری گاز Cl₂ بیشتر است.
- (۲) محلولی شامل ۰/۰۷۲ گرم گاز CO₂ در ۱۰۰ گرم آب در دمای 50°C ، سیر شده است.
- (۳) محلولی شامل ۰/۲۶ گرم گاز H₂S در ۱۰۰ گرم آب در دمای 40°C ، فراسیر شده است.
- (۴) بیشترین مقدار گاز Cl₂ که در ۱۰۰ گرم آب در هر دمایی می توان حل کرد ، برابر ۰/۷۳ g است.

تیپ تست ۴: با افزایش دمای دو کیلوگرم آب سیر شده از گاز کلر از 20°C تا 53°C ، چند لیتر گاز کلر در شرایط STP آزاد می شود و چند گرم کلر در محلول باقی می ماند؟ (انحلال پذیری کلر در آب در دماهای 20°C و 53°C به تقریب برابر 0.073 و 0.375 گرم در 100g آب است.) ($\text{Cl}=35.5: \text{g.mol}^{-1}$)

(۱) $2/24$ ، $3/75$

(۲) $2/24$ ، $7/5$

(۳) $4/48$ ، $3/75$

(۴) $4/48$ ، $7/5$

تیپ تست ۵: با توجه به داده های زیر اگر یک تن آب از دمای صفر درجه ی سلسیوس تا دمای 40°C گرم شود، در شرایطی که حجم مولی گازها 22.4 لیتر است، به تقریب چند لیتر گاز اکسیژن از آن آزاد می شود؟ ($\text{O}=16 \text{ g.mol}^{-1}$)

دمای آب ($^{\circ}\text{C}$)	انحلال پذیری O_2 ($\text{mg/kg H}_2\text{O}$)
$0/0$	$14/5$
$20/0$	$9/07$
$40/0$	$6/5$

(۱) $4/5$

(۲) $5/6$

(۳) $10/2$

(۴) $11/2$

تیپ تست ۶: با بررسی داده های جدول زیر، می توان دریافت که: ($\text{H}=1$ ، $\text{S}=32$ ، $\text{Cl}=35.5: \text{g.mol}^{-1}$)

انحلال پذیری سه گاز در چند دما، بر حسب $\text{g}/100\text{gH}_2\text{O}$ در فشار 1atm

گاز	20°C	30°C	40°C	50°C	60°C
CO_2	0.169	0.126	0.097	0.076	0.058
H_2S	0.38	0.30	0.24	0.19	0.15
Cl_2	0.73	0.57	0.46	0.39	0.33

(۱) محلول 0.005 مول گاز Cl_2 در 100 گرم آب در دمای 60°C ، سیر نشده است.

(۲) انحلال پذیری این گازها در دماهای داده شده، به ترتیب به صورت $\text{CO}_2 > \text{Cl}_2 > \text{H}_2\text{S}$ است.

(۳) محلول 0.015 مول گاز H_2S در 300 گرم آب در دمای 40°C سیر نشده است.

(۴) تأثیر افزایش دما بر نسبت غلظت مولار گاز CO_2 (در دمای 20°C نسبت به 60°C) در مقایسه با دو گاز دیگر، کم تر است.

تیپ تست ۷: چند مورد از مطالب زیر، درست اند؟

- حل شدن هر نمکی در آب با جذب گرما و سرد شدن محلول همراه است.
- تأثیر افزایش فشار بر انحلال پذیری گازها، بر عکس تأثیر افزایش دما بر انحلال پذیری آن ها است.
- انحلال پذیری گازهایی مانند اکسیژن و نیتروژن در آب، با افزودن نمک، کاهش می یابد.
- تأثیر افزایش فشار بر انحلال پذیری گازها، بر عکس تأثیر افزایش دما بر انحلال پذیری برخی نمک ها مانند سدیم نیترات است.

۱ (۱)

۲ (۲)

۳ (۳)

۴ (۴)

تیپ تست ۸: چند مورد از مطالب زیر، درست اند؟ ($H=1$, $C=12$, $O=16$, $Na=23$: $g.mol^{-1}$)

- استون، مایعی فرار و بی رنگ است که انحلال پذیری آن در آب کم است.
- مواد نامحلول، تنها به موادی گفته می شود که انحلال پذیری آن ها برابر صفر است.
- علت حل نشدن هگزان در آب، ناقطبی بودن مولکول هگزان است.
- در مخلوط ۰/۱ مول پنتانول ($C_5H_{12}O$) با ۱۰۰۰ گرم آب، تنها یک حالت دیده می شود. (انحلال پذیری این الکل در شرایط آزمایش ۲/۷g در ۱۰۰g آب است).

۱ (۱)

۲ (۲)

۳ (۳)

۴ (۴)

ظرفیت گرمایی

به گرمای مورد نیاز برای افزایش دمای یک نمونه ماده به اندازه یک درجه سلسیوس، ظرفیت گرمایی آن جسم گفته می شود.

✓ ظرفیت گرمایی یک جسم از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$Q = \frac{\text{مقدار گرمای مبادله شده (ژول)}}{\text{تغییر دما}} = \text{ظرفیت گرمایی} \Delta\theta$$

✓ یکای ظرفیت گرمایی، ژول بر درجه سلسیوس ($J.^{\circ}C^{-1}$) است.

✓ ظرفیت گرمایی در دما و فشار اتاق، به دو عامل بستگی دارد:

۱- نوع ماده ۲- مقدار ماده (جرم جسم)

⇐ هر چه مقدار ماده (جرم جسم) بیشتر باشد، ظرفیت گرمایی آن نیز بیشتر می شود. (گرمای بیشتری برای افزایش دمای آن به اندازه یک درجه سلسیوس لازم است).

ظرفیت گرمایی ویژه یا گرمای ویژه (c)

مقدار گرمایی است که باید به یک گرم از ماده ی مورد نظر داده شود تا دمای آن به اندازه ی $1^{\circ}C$ افزایش یابد.
(به گرمای مورد نیاز برای افزایش دمای یک گرم از جسم به اندازه یک درجه سلسیوس، ظرفیت گرمایی ویژه ی آن جسم گفته می شود).

✓ گرمای ویژه ی یک جسم به مقدار آن بستگی ندارد؛ زیرا همواره به ازای یک گرم ماده می باشد.

✓ گرمای ویژه ی یک جسم از رابطه ی زیر محاسبه می شود:

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta\theta} \Rightarrow c = \frac{\text{مقدار گرمای مبادله شده (ژول)}}{\text{تغییر دما} \times \text{جرم جسم (گرم)}} = \text{ظرفیت گرمایی ویژه}$$

✓ یکای ظرفیت گرمایی ویژه (گرمای ویژه)، ژول بر گرم بر درجه سلسیوس ($J.g^{-1}.^{\circ}C^{-1}$) است.

با توجه به اینکه ارزش دمایی یک درجه ی سلسیوس ($1^{\circ}C$) برابر یک کلوین (1K) است، در فرمول گرمای ویژه، می توان تغییر دما را بر حسب کلوین نیز قرار داد. بدیهی است که در این صورت، یکای گرمای ویژه به صورت ژول بر گرم بر کلوین ($J.g^{-1}.K^{-1}$) خواهد بود.

✓ رابطه بین ظرفیت گرمایی و ظرفیت گرمایی ویژه :

$$\text{ظرفیت گرمایی} = \frac{\text{ظرفیت گرمایی ویژه}}{\text{جرم جسم}}$$

یک نکته مهم:

← ظرفیت گرمایی ← به نوع و مقدار ماده، حالت فیزیکی و دما و فشار وابسته است.

← گرمای ویژه (ظرفیت گرمایی ویژه) ← فقط به نوع ماده، حالت فیزیکی، دما و فشار وابسته است.

توجه: از رابطه ی $c = \frac{Q}{m \cdot \Delta\theta}$ دو نوع سؤال مطرح میشه:

۱- چایگذاری اعداد: با جایگذاری اعداد در فرمول، به خواسته مورد نظر می رسیم.

۲- پارامتری: سؤال چندتا جسم میدهند، و از ما مقایسه ی پارامتری می خواهد!

← حالت اول: هر گاه در اجسام مختلف با جرم های یکسان، میزان مبادله گرما یکسان باشد، خواهیم داشت:

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta\theta} \Rightarrow c \propto \frac{1}{\Delta\theta}$$

← بنابراین در این حالت، هر جسمی که c بیشتری داشته باشد، تغییر دما (افزایش دما یا کاهش دما) ی کمتری خواهد داشت و بالعکس.

← حالت دوم: به ازای تغییر دمای یکسان برای جرم یکسانی از چند جسم خواهیم داشت:

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta\theta} \Rightarrow c \propto Q$$

← بنابراین در این حالت، هر جسمی که c بیشتری داشته باشد، گرمای بیشتری مبادله می کند و بالعکس.

← حالت سوم: هر گاه در چند جسم، میزان مبادله گرما یکسان باشد و دمای آن ها به یک میزان تغییر کند، خواهیم داشت:

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta\theta} \Rightarrow c \propto \frac{1}{m}$$

← بنابراین در این حالت، هر جسمی که c بیشتری داشته باشد، جرم کمتری خواهد داشت و بالعکس.

📌 چنانچه دو ماده را به طور هم زمان گرم کنیم، ماده ای که ظرفیت گرمایی بیشتری دارد، دیرتر به دمای بالای مورد نظر می رسد؛ زیرا ماده ی دارای ظرفیت گرمایی بیشتر، به ازای هر درجه افزایش دما، باید مقدار بیشتری گرما جذب کند. به همین ترتیب، چنانچه دو ماده ی داغ را در دمای اتاق قرار دهیم تا به آرامی سرد شده و به دمای اتاق برسند، ماده ای که ظرفیت گرمایی بیشتری دارد، دیرتر به دمای اتاق می رسد زیرا این ماده، به ازای هر درجه کاهش دما، باید گرمای بیشتری از دست بدهد.

توجه: ماده ای که ظرفیت گرمایی (یا ظرفیت گرمایی ویژه) بیشتری دارد، هم دیرتر گرم و هم دیرتر سرد می شود.

ظرفیت گرمایی يك مول ماده

→ می دانیم ظرفیت گرمایی یک جسم با جرم معین را می توان از رابطه زیر محاسبه کرد:

$$\text{ظرفیت گرمایی ویژه} \times \text{جرم} = \text{ظرفیت گرمایی}$$

→ اگر در رابطه بالا، جرم ماده برابر جرم یک مول از آن باشد، عدد حاصل برابر با ظرفیت گرمایی یک مول از آن ماده است:

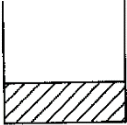
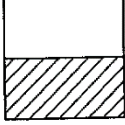
$$\text{ظرفیت گرمایی ویژه} \times \text{جرم یک مول} = \text{ظرفیت گرمایی یک مول}$$

با داشتن ظرفیت گرمایی یک مول از ماده و تعداد مول ماده مورد نظر، می توان ظرفیت گرمایی آن را از رابطه زیر حساب کرد:

$$\text{ظرفیت گرمایی یک مول جسم} \times \text{تعداد مول جسم} = \text{ظرفیت گرمایی جسم}$$

تمرینات:

سؤال ۱: با توجه به شکل های روبه رو پاسخ دهید.

	
۱۰۰ mL	۱۵۰ mL
اتانول خالص	اتانول خالص
$T = 25^{\circ}\text{C}$	$T = 25^{\circ}\text{C}$
ظرف (۱)	ظرف (۲)

آ) میانگین سرعت حرکت مولکول های اتانول را در دو ظرف با نوشتن دلیل مشخص کنید.

ب) آیا برای افزایش دمای 5°C در هر دو ظرف، انرژی یکسانی نیاز است؟ چرا؟

پ) اگر محتویات این دو ظرف را به ظرف سومی منتقل کنیم، کدام یک از خاصیت های

داخل پراکنش تغییر نمی کند؟ (چگالی-ظرفیت گرمایی)

آ) میانگین سرعت حرکت مولکول یعنی دما! همانطور که مشاهده می شود دما در هر دو

ظرف یکسان است!

ب) فیر-به ظرف (۲) باید انرژی بیشتری بدهیم چون مقدار ماده بیشتری دارد. بنابراین باید به این ظرف گرمای بیشتری بدهیم تا

دمای آن ۵ درجه افزایش پیدا کند.

پ) چگالی-با انتقال محتویات این دو ظرف به ظرف سوم، مقدار ماده افزایش می یابد.

می دانیم ظرفیت گرمایی به مقدار ماده بستگی دارد و با افزایش مقدار ماده افزایش می یابد. پس در این شرایط ظرفیت گرمایی

تغییر می کند.

ولی چگالی به مقدار ماده بستگی ندارد!

سؤال ۲: برای رساندن دمای ۱۵ گرم اتانول از $22/7^{\circ}\text{C}$ به $26/2^{\circ}\text{C}$ ، ۱۲۹ ژول گرما لازم است. ظرفیت گرمایی مولی اتانول را حساب

کنید. (جرم مولی اتانول = ۴۶g)

تیب تست های ظرفیت گرمایی:

تیب ۱: اگر ظرفیت گرمایی اجسام A، B، C و D بر حسب $\frac{J}{g \cdot ^\circ C}$ ، به ترتیب (از راست به چپ) برابر با $\frac{0}{9}$ ، $\frac{4}{2}$ ، $\frac{0}{5}$ و $\frac{2}{4}$ باشد و به جرم یکسانی از آن ها مقدار یکسانی گرما داده شود، ترتیب افزایش دمای آن ها کدام است؟

- (۱) $A < C < B < D$ (۲) $B < D < A < C$ (۳) $C < A < D < B$ (۴) $D < B < C < A$

تیب ۲: اگر ۵ گرم از یک قطعه ی فلزی خالص، با از دست دادن $\frac{5}{75}$ ژول گرما، از دمای $70^\circ C$ به $20^\circ C$ برسد، این فلز کدام است؟

- (۱) آلومینیم ($c = 0.902 J \cdot g^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$) (۲) نقره ($c = 0.235 J \cdot g^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$)
(۳) سرب ($c = 0.129 J \cdot g^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$) (۴) نیکل ($c = 0.340 J \cdot g^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$)

تیب ۳: $\frac{2}{5}$ لیتر آب ($d = 1 kg \cdot L^{-1}$) و ۲ لیتر اتیلن گلیکول ($d = 1 kg \cdot L^{-1}$) با یکدیگر مخلوط شده و درون رادیاتور خودرو به کار رفته است. مقدار گرمای جذب شده برای افزایش دمای این محلول به اندازه ی $10^\circ C$ چند کیلوژول است؟ (ظرفیت گرمایی ویژه آب اتیلن گلیکول به ترتیب برابر $\frac{4}{2}$ و $\frac{2}{4}$ ژول بر گرم بر درجه سلسیوس است و ظرفیت گرمایی مواد در محلول تغییر نکرده است)

- (۱) $\frac{15}{3}$ (۲) $\frac{15}{8}$ (۳) $\frac{153}{3}$ (۴) $\frac{157}{8}$

تیب ۴: اگر برای افزایش دمای یک قطعه ی آهن، به میزان $20^\circ C$ ، $\frac{3}{51}$ کیلوژول گرما لازم باشد، حجم این قطعه ی آهن برابر چند سانتیمتر مکعب است؟ (ظرفیت گرمایی ویژه ی آهن را برابر $0.45 J \cdot g^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$ و چگالی آهن را برابر $7.8 g \cdot cm^{-3}$ در نظر بگیرید)

- (۱) ۲۵ (۲) ۵۰ (۳) ۷۵ (۴) ۱۰۰

تیب ۵: اگر ظرفیت گرمایی مولی آب و اتیلن گلیکول ($C_2H_6O_2$) با یکای $J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$ به ترتیب $\frac{75}{4}$ و $\frac{136}{4}$ بوده و در اثر مخلوط شدن، تغییر نکند، برای بالا رفتن دمای پنج کیلوگرم مخلوط آب و ضد یخ درون موتور خودرو به اندازه ی $1^\circ C$ به تقریب چند کیلوژول گرما لازم است؟ (مخلوط آب و اتیلن گلیکول به نسبت ۵۰٪ جرمی است. $O=16$ ، $C=12$ ، $H=1$: $g \cdot mol^{-1}$)

- (۱) $\frac{22}{85}$ (۲) $\frac{20}{94}$ (۳) $\frac{15}{97}$ (۴) $\frac{10}{47}$

✓ **ترموشیمی (گرماشیمی):** شاخه ای از شیمی است که به بررسی کمی و کیفی گرمای واکنش های شیمیایی، تغییر آن و تأثیری که بر حالت ماده دارد می پردازد.

در واقع می توان گفت که ترموشیمی وظایف زیر را به عهده دارد:

- ↪ بررسی کمی (عددی و محاسباتی) گرمای واکنش های شیمیایی
- ↪ بررسی کیفی (تحلیلی) گرمای واکنش های شیمیایی
- ↪ عوامل تغییر دهنده گرمای واکنش های شیمیایی
- ↪ تأثیر گرمای واکنش بر حالت ماده

✓ **سامانه:** به بخشی از جهان که برای مطالعه ترموشیمی انتخاب می شود، سامانه یا سیستم می گویند.

✓ **محیط:** هر چیز دیگری که در پیرامون سامانه باشد، محیط نامیده می شود.

← در حقیقت بقیه جهان هستی، محیط پیرامون سامانه است. اما در عمل تنها بخشی که با سامانه در ارتباط است محیط در نظر گرفته می شود.

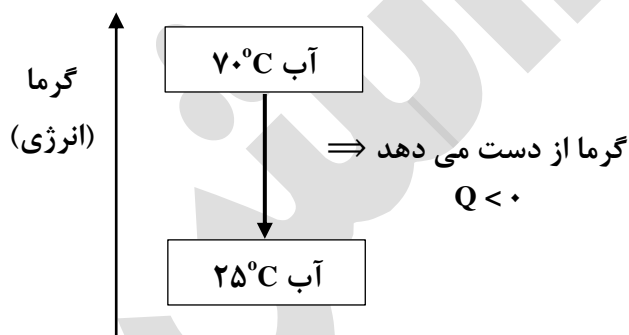
پرای مثال؛ اگر یک بشر محتوی آب 70°C را برای مطالعه ترموشیمی انتخاب کنیم، به اصطلاح می گوییم که این بشر، سامانه و بقیه جهان پیرامون آن محیط است.

یک قرار داد مهم: به طور قراردادی، چنان چه گرما (Q) از سامانه به محیط منتقل شود، علامت آن را منفی و اگر گرما (Q) از محیط به سامانه منتقل شود علامت آن را مثبت در نظر می گیرند.

مثال ۱: فرض کنید ظرفی محتوی مقداری آب خالص با دمای 70°C در دمای اتاق (با دمای 25°C) قرار می گیرد.

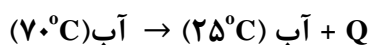
↪ می دانیم در این مثال آب سامانه است و اتاق، محیط محسوب می شود.

↪ چون دمای آب از محیط بیشتر است، باید گرما از سامانه به محیط وارد شود \Rightarrow پس علامت Q منفی خواهد بود.



↪ این مبادله گرما تا زمانی ادامه می یابد که دمای سامانه با دمای محیط برابر شود. در واقع سامانه گرما از دست می دهد و علامت Q منفی خواهد بود. به چنین فرایندی، فرایند گرماده می گوییم.

↪ الگوی نوشتاری این فرایند را می توان به صورت زیر نشان داد:

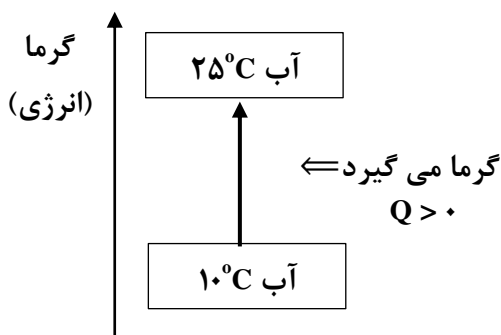


در فرایندهای گرماده، نماد Q در سمت راست معادله شیمیایی قرار می گیرد.

مثال ۲: فرض کنید ظرفی محتوی مقداری آب خالص با دمای 10°C در دمای اتاق (با دمای 25°C) قرار می گیرد.

← در این مثال نیز آب سامانه است و اتاق، محیط محسوب می شود.

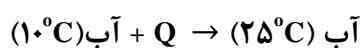
← چون دمای آب از محیط کمتر است، باید گرما از محیط به سامانه وارد شود \Leftarrow پس علامت Q مثبت خواهد بود.



← این مبادله گرما تا زمانی ادامه می یابد که دمای سامانه با دمای محیط برابر شود. در واقع سامانه گرما می گیرد و

علامت Q مثبت خواهد بود. به چنین فرایندی، فرایند گرماگیر می گوئیم.

← الگوی نوشتاری این فرایند را می توان به صورت زیر نشان داد:



در فرایندهای گرماگیر، نماد Q در سمت چپ معادله شیمیایی قرار می گیرد.

انرژی پتانسیل یا انرژی نهفته شده: به مجموع انرژی های ذخیره شده در یک ماده گفته می شود که وابسته به نیروهای نگه دارنده ذره های سازنده آن است.

منظور از نیروهای نگه دارنده: مجموع نیروهای ناشی از نیروهای وان دروالسی، پیوند کووالانسی، پیوند یونی، نیروی چارژ هسته با الکترون ها و... می باشد.

در برخی منابع علمی، به انرژی پتانسیل، انرژی شیمیایی نیز گفته می شود.

انرژی پتانسیل، بخشی از محتوای انرژی است که بر اثر انجام واکنش های شیمیایی دچار تغییر می شود.

انرژی گرمایی: به مجموع انرژی جنبشی ذره های سازنده یک ماده گفته می شود.

محتوای انرژی یا آنتالپی (H): به مجموع انرژی جنبشی (گرمایی) و انرژی پتانسیل (شیمیایی) یک ماده گفته می شود.

$$\text{انرژی جنبشی (گرمایی)} + \text{انرژی پتانسیل (شیمیایی)} = \text{محتوای انرژی (آنتالپی)}$$

آنتالپی (محتوای انرژی) یک ماده با پایداری آن رابطه وارونه دارد.

← به عبارت دیگر، هر چه آنتالپی (محتوای انرژی) یک ماده بیشتر باشد، پایداری آن کمتر و تمایل آن برای انجام واکنش شیمیایی بیشتر است.

همه مواد در دما و فشار معین، آنتالپی معینی دارند؛ ولی آنتالپی (محتوای انرژی) ماده به طور مطلق قابل اندازه گیری نیست و فقط می توان تغییرات آن را اندازه گرفت.

تغییر محتوای انرژی (تغییر آنتالپی) مواد: بر اثر انجام واکنش های شیمیایی، محتوای انرژی (آنتالپی) مواد دچار تغییر می شود و این تغییر به صورت گرما بین سامانه و محیط ظاهر می گردد.

← تغییر محتوای انرژی مواد را می توان به کمک رابطه زیر تعریف نمود:

تغییر انرژی گرمایی (جنبشی) + تغییر انرژی پتانسیل (شیمیایی) = تغییر محتوای انرژی (آنتالپی)

تغییر محتوای انرژی مواد را در دو شرایط مختلف بررسی می کنیم:

1 در دمای ثابت: در یک واکنش شیمیایی، چنانچه دمای واکنش دهنده ها و فراورده ها یکسان باشند، انرژی گرمایی (جنبشی) آن ها نیز یکسان است؛ به عبارت دیگر تغییر انرژی گرمایی (جنبشی) برابر صفر است. بدین ترتیب می توان گفت که تغییر محتوای انرژی مواد فقط ناشی از تغییر در انرژی پتانسیل آن ها است:

تغییر انرژی گرمایی (جنبشی) + تغییر انرژی پتانسیل (شیمیایی) = تغییر محتوای انرژی (آنتالپی) : در دمای ثابت

صفر

تغییر انرژی پتانسیل (شیمیایی) = تغییر محتوای انرژی (تغییر آنتالپی) : در دمای ثابت ⇒

2 در دمای متغیر: چنانچه دمای واکنش دهنده ها و فراورده ها متفاوت باشند، انرژی گرمایی (جنبشی) آن ها نیز متفاوت خواهد بود، بنابراین در محاسبه تغییر محتوای انرژی (تغییر آنتالپی)، علاوه بر تغییر انرژی پتانسیل، تغییر انرژی گرمایی هم نقش دارد. اما تجربه و آزمایش نشان می دهد که حتی در این حالت نیز مقدار تغییر انرژی گرمایی در برابر مقدار تغییر انرژی پتانسیل ناچیز است، به طوری که می توان از مقدار آن صرف نظر نمود. پس می توان نوشت:

تغییر انرژی گرمایی (جنبشی) + تغییر انرژی پتانسیل (شیمیایی) = تغییر محتوای انرژی (آنتالپی) : در دمای متغیر

نسبتاً ناچیز

تغییر انرژی پتانسیل (شیمیایی) ≈ تغییر محتوای انرژی (تغییر آنتالپی) : در دمای متغیر ⇒

نتیجه: در کلیه واکنش های شیمیایی (چه در دمای ثابت و چه در دمای متغیر)، تغییر محتوای انرژی برابر (یا تقریباً برابر) با تغییر انرژی پتانسیل است. به عبارت دیگر، گرمایی که طی انجام یک واکنش شیمیایی مبادله می شود ناشی از تغییر انرژی پتانسیل است نه تغییر انرژی گرمایی. (به همین دلیل نام دیگر انرژی پتانسیل، انرژی شیمیایی است!)

جمع بندی: واکنش های شیمیایی ممکن است در دمای متغیر انجام شوند و یا ممکن است در دمای ثابت صورت پذیرند؛ به طوری که:

- ↪ یک واکنش گرماده، یا ممکن است در دمای متغیر انجام شود و یا ممکن است در دمای ثابت صورت پذیرد.
 - ↪ یک واکنش گرماگیر، یا ممکن است در دمای متغیر انجام شود و یا ممکن است در دمای ثابت صورت پذیرد.
- واکنش مورد نظر چه در دمای ثابت انجام شود و چه در دمای متغیر، گرمای مبادله شده (آزاد شده یا مصرف شده) ناشی از تغییر انرژی پتانسیل است نه تغییر انرژی گرمایی.

جاری شدن انرژی گرمایی

✓ یکی از روش های تغییر دمای ماده ، انجام فرایندی است که در آن ، ماده گرما جذب کند یا از دست دهد.

✓ تجربه: تجربه خوردن شیر گرم در یک روز سرد زمستانی تجربه خوشایندی است، تجربه ای لذت بخش که به بدن انرژی می بخشد.

↪ اگر دمای شیر گرم در حدود 60°C باشد پس از ورود به بدن، نخست مقداری انرژی به شکل گرما از دست می دهد تا با بدن هم دما شود.

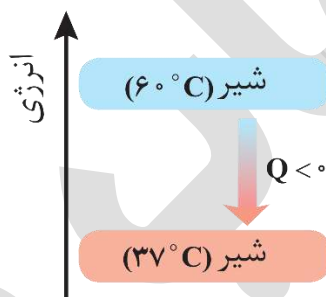
↪ شیمی دان ها برای درک آسان تر جاری شدن انرژی گرمایی در فرایندهایی از این دست، شیر گرم را سامانه و بدن را محیط پیرامون آن در نظر می گیرند،

↪ با این توصیف در این فرایند با جاری شدن انرژی از سامانه به محیط، دمای سامانه کاهش می یابد ($\Delta\theta < 0$) این ویژگی نشان می دهد که $Q < 0$ بوده و با فرایندی گرماده سروکار داریم.

↪ الگوی نوشتاری این فرایند به صورت زیر است:

گرما + شیر (37°C) → شیر (60°C)

↪ انجام این فرایند را از دیدگاه انرژی می توان با نمودار زیر نشان داد:

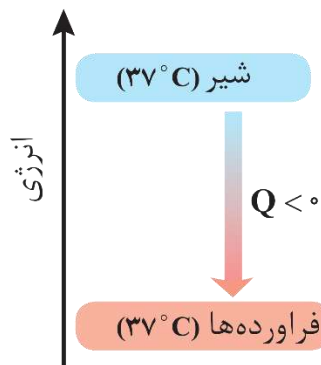


فرایند هم دما شدن شیر در بدن

✓ اما بخش عمده انرژی موجود در شیر (یا بستنی) ، هنگام فرایند گوارش و سوخت و ساز به بدن می رسد؛ فرایندهایی که با انجام واکنش های شیمیایی گوناگونی همراه است.

به دیگر سخن انجام مجموعه این واکنش ها منجر به تولید انرژی و مواد اولیه مورد نیاز سوخت و ساز یاخته ها خواهد شد.

↪ نمودار زیر، تغییر انرژی وابسته به مجموعه این واکنش ها را نشان می دهد.



آزاد شدن انرژی در فرایند گوارش و سوخت و ساز شیر در بدن

↪ در این واکنش ها با اینکه دما ثابت (37°C) است ($\Delta\theta = 0$) اما باز هم میان سامانه و محیط پیرامون انرژی داد و ستد می شود.

آنتالپی

≤ آنتالپی با نماد H نشان داده می شود.

≤ آنتالپی (H) همان محتوای انرژی است که به طور مطلق نمی توان آن را اندازه گیری کرد و فقط می توان تغییرات آن یعنی ΔH را اندازه گرفت.

≤ مقدار تغییر آنتالپی (ΔH) در یک واکنش ، مقدار گرمایی است که در تبدیل واکنش دهنده(ها) به فراورده (ها) مبادله می شود.

≤ تغییر آنتالپی واکنش (ΔH) به کمک رابطه زیر تعریف می شود:

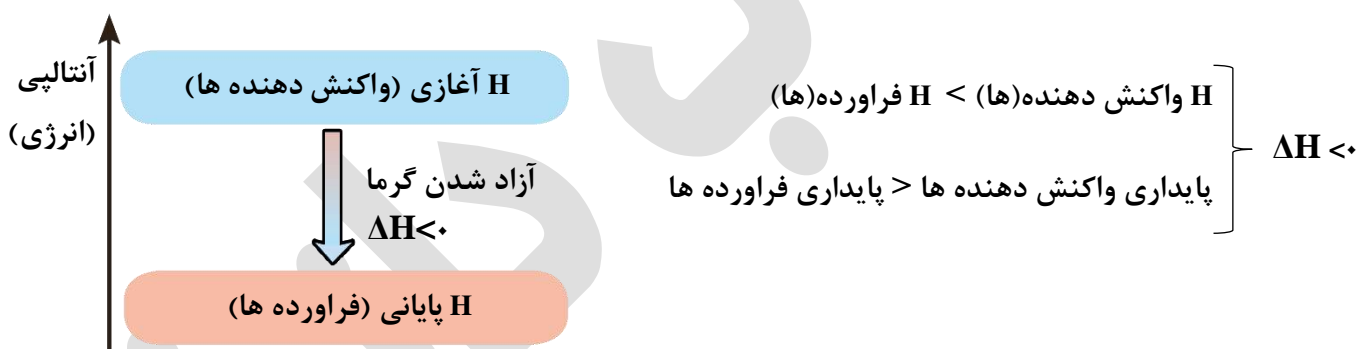
آنتالپی واکنش دهنده ها (H_1) - آنتالپی فراورده ها (H_2) = آنتالپی واکنش (ΔH)

≤ برای یک واکنش اغلب به جای تغییر آنتالپی واکنش (ΔH) ، واژه آنتالپی واکنش به کار می رود.

≤ آنتالپی واکنش (ΔH) در واقع گرمای واکنش در فشار ثابت است. ($\Delta H = Q_p$)

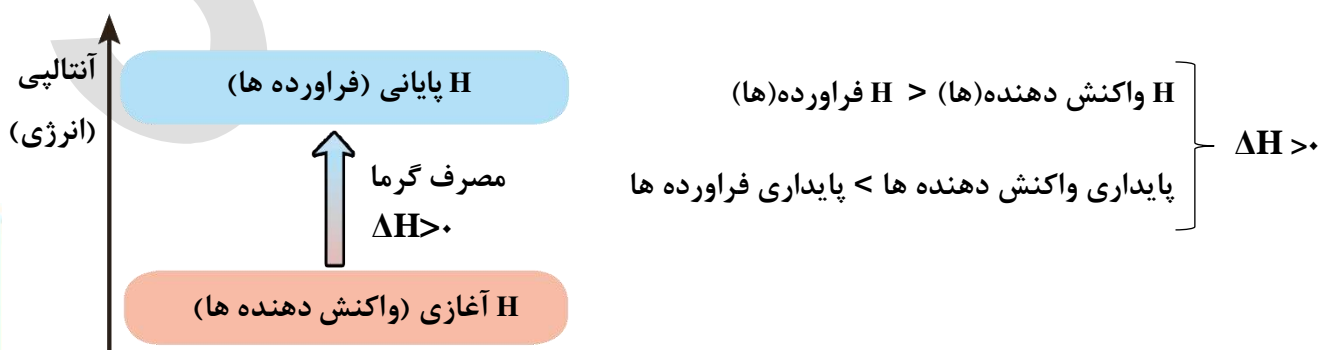
در واکنش های گرماده، آنتالپی سامانه کاهش می یابد ($\Delta H < 0$).

$\Delta H < 0 \Rightarrow$ آغازی (واکنش دهنده ها) $H <$ پایانی (فراورده ها) H : در واکنش های گرماده



در واکنش های گرماگیر، آنتالپی سامانه افزایش می یابد ($\Delta H > 0$).

$\Delta H > 0 \Rightarrow$ آغازی (واکنش دهنده ها) $H >$ پایانی (فراورده ها) H : در واکنش های گرماگیر



جمع پندی کامل واکنش های گرماده و گرماگیر:

واکنش های گرماده

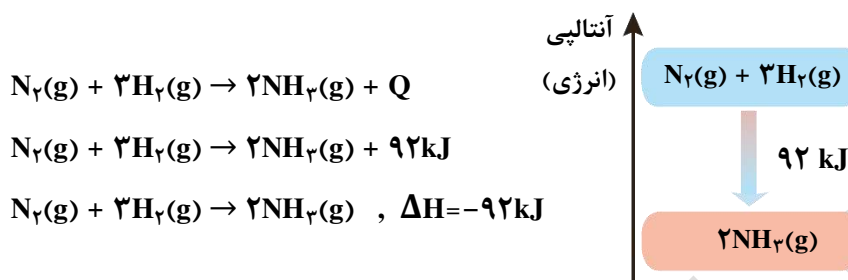
جهت انتقال گرما : از سامانه به محیط

ممکن است در دمای متغیر انجام شود و یا ممکن است در دمای ثابت صورت پذیرد.

علامت Q یا مقدار عددی انرژی در سمت راست معادله واکنش نوشته می شود.

Q و ΔH : منفی

مثال (شیوه های نمایش یک واکنش گرماده):



آنتالپی فراورده ها (H_2) > آنتالپی واکنش دهنده ها (H_1)

پایداری فراورده ها < پایداری واکنش دهنده ها

از لحاظ تئوری، در واکنش های گرماده مجموع انرژی جنبشی ذرات سازنده محیط (انرژی گرمایی محیط) افزایش می یابد.

واکنش های گرماگیر

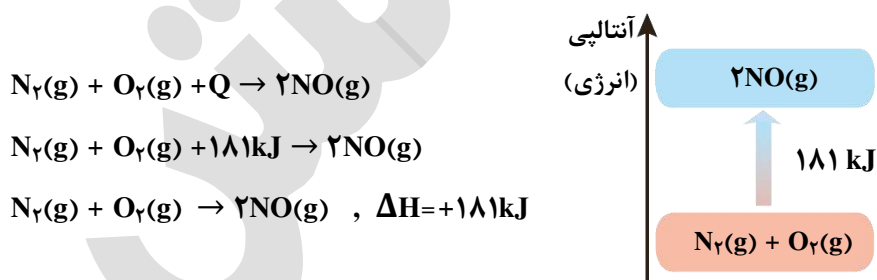
جهت انتقال گرما : از محیط به سامانه

ممکن است در دمای متغیر انجام شود و یا ممکن است در دمای ثابت صورت پذیرد.

علامت Q یا مقدار عددی انرژی در سمت چپ معادله واکنش نوشته می شود.

Q و ΔH : مثبت

مثال (شیوه های نمایش یک واکنش گرماگیر):



آنتالپی فراورده ها (H_2) < آنتالپی واکنش دهنده ها (H_1)

پایداری فراورده ها > پایداری واکنش دهنده ها

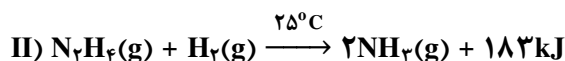
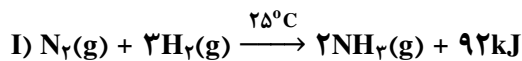
از لحاظ تئوری، در واکنش های گرماگیر مجموع انرژی جنبشی ذرات سازنده محیط (انرژی گرمایی محیط) کاهش می یابد.

نکته مهم: در مقایسه مقدار آنتالپی های واکنش (ΔH واکنش)، علامت مثبت و منفی را در نظر نمی گیریم و فقط قدرمطلق عددها را با هم مقایسه می کنیم. برای مثال مقدار آنتالپی واکنش -300kJ را نسبت به آنتالپی واکنش -200kJ بزرگتر در نظر می گیریم.

عوامل مؤثر بر گرمای واکنش (آنتالپی واکنش) (ΔH واکنش)

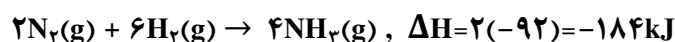
① **نوع واکنش دهنده ها و فراورده ها:** منظور از نوع واکنش دهنده ها و فراورده ها یعنی نوع و تعداد اتم های سازنده آن ها و نیز شیوه اتصال این اتم ها به یکدیگر است که تعیین کننده انرژی پتانسیل و در نهایت تعیین کننده محتوای انرژی (آنتالپی) آن ها می باشد.

مثال:



همانطور که مشاهده می شود، دما، حالت فیزیکی و نیز نوع و مقدار فراورده ها در واکنش های (I) و (II) یکسان هستند و عامل تفاوت شدید بین آنتالپی واکنش های آن ها، نوع واکنش دهنده های آن ها می باشد.

② **مقدار واکنش دهنده ها:** هر چه مقدار واکنش دهنده ها بیشتر باشد، گرمای واکنش (آنتالپی واکنش) نیز بزرگ تر می شود. برای نمونه اگر در معادله یک واکنش شیمیایی، کلیه ضرایب های استوکیومتری را در ۲ ضرب کنیم (یعنی شمار مول های مواد را ۲ برابر کنیم) گرمای واکنش نیز در ۲ ضرب می شود:



③ **دما و فشار:** تغییر دما یا فشار می تواند باعث تغییر گرمای واکنش (آنتالپی واکنش) شود. به همین دلیل گرمای هر واکنش را در دما و فشار معینی گزارش می کنند.

④ **حالت فیزیکی واکنش دهنده ها و فراورده ها:** با تغییر حالت فیزیکی واکنش دهنده ها یا فراورده ها، مقدار گرمای واکنش (آنتالپی واکنش) نیز تغییر می کند.

مثال:



علت تفاوت ΔH در دو واکنش بالا:

در سمت راست معادله واکنش (I)، H_2O به حالت گاز (g) و در سمت راست معادله واکنش (II)، H_2O به حالت مایع (l) وجود دارد.

در واقع در واکنش (II) علاوه بر گرمای حاصل از سوختن هیدروژن، مقداری گرمای اضافی بر اثر میعان دو مول آب آزاد شده است، به همین دلیل ΔH واکنش (II) منفی تر (گرماده تر) است.

گرما در واکنش های شیمیایی (گرمایشی)

✓ می دانید که هر واکنش شیمیایی ممکن است با تغییر رنگ، تولید رسوب، آزاد شدن گاز و ایجاد نور و صدا همراه باشد اما یک ویژگی بنیادی در همه آنها داد و ستد گرما با محیط پیرامون است.
 ← از این رو هر واکنش شیمیایی ممکن است گرماده یا گرماگیر باشد.

بررسی و مطالعه این ویژگی (یعنی داد و ستد گرما) در واکنش ها، منجر به پیدایش ترموشیمی (گرمایشی) شد.

✓ ترموشیمی (گرمایشی)، شاخه ای از علم شیمی که به بررسی کمی و کیفی گرمای واکنش های شیمیایی، تغییر آن و تأثیری که بر حالت ماده دارد، می پردازد.

← از آنجا که روزانه واکنش های شیمیایی بسیاری در اطراف ما و حتی درون بدن ما رخ می دهد، می توان به وسعت قلمرو ترموشیمی پی برد؛ شما نیز با کمی دقت درمی یابید که امروزه گرمایشی نقش و اهمیت بسیاری در زندگی دارد.
 ✓ چند نمونه از نقش ها و اهمیت های ترموشیمی در زندگی:

الف) مواد غذایی پس از گوارش، انرژی لازم برای سوخت و ساز یاخته ها را در بدن تأمین می کنند.

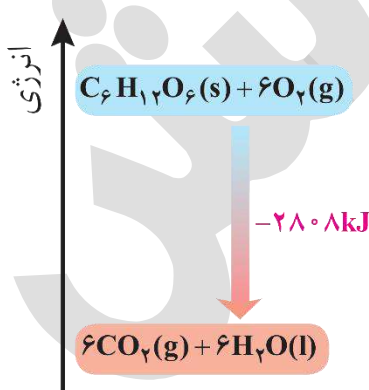
ب) سوختن سوخت ها، انرژی لازم برای حمل و نقل و نیز گرمایش محیط های گوناگون را فراهم می کنند.

پ) زغال کک (همان کربن)، واکنش دهنده ای رایج در استخراج آهن بوده که تأمین کننده انرژی لازم برای انجام این واکنش نیز است.

✓ منبع انرژی در بدن غذا است.

غذا منبعی است که انرژی آن پس از انجام واکنش های شیمیایی گوناگون به بدن می رسد. (گوارش غذا، گرماده است!)
 ← بدیهی است که هر یک از این واکنش ها می تواند گرماده یا گرماگیر باشد؛ واکنش هایی که برای انجام شدن باید گرما جذب کنند یا از دست بدهند.

✓ نمودار زیر اکسایش گلوکز ($C_6H_{12}O_6$) برای تولید انرژی در بدن را نشان می دهد:



اکسایش گلوکز در بدن، گرماده بوده و در دمای ثابت انجام شده است.
 پهن دمای قبل و بعد از واکنش، همان دمای بدن (۳۷ درجه) است.

نکته: اگر دمای مواد اولیه پیش از انجام واکنش با دمای محصولات برابر باشد، می گوییم آن واکنش در دمای ثابت انجام می شود.

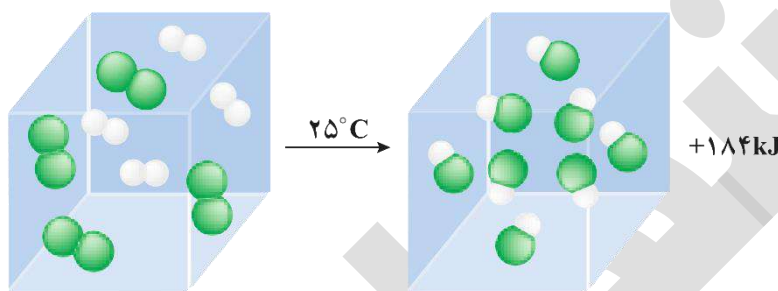
✓ جالب اینکه با وجود تولید انرژی در واکنش اکسایش گلوکز، دمای بدن تغییر محسوسی نمی کند:

← زیرا دمای مواد واکنش دهنده پیش از آغاز واکنش با دمای مواد فراورده پس از پایان واکنش برابر است.
 $(\Delta\theta=0)$

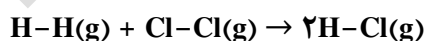
← در واقع واکنش در دمای ثابت انجام می شود.

پرسش: اما چرا با وجود دادوستد گرما میان سامانه واکنش و محیط پیرامون، دما ثابت می ماند؟

- ↪ برای پاسخ به این پرسش، یک واکنش میان مولکول های دو اتمی را بررسی می کنیم.
- ↪ سامانه ای محتوی یک مول گاز هیدروژن (H_2) و یک مول گاز کلر (Cl_2) را با دمای $25^\circ C$ در نظر بگیرید.
- ↪ با انجام واکنش شدید میان آنها افزون بر گاز هیدروژن کلرید (HCl)، گرمای زیادی نیز تولید می شود.
- ↪ آزمایش نشان می دهد هنگامی که دمای سامانه پس از انجام واکنش به $25^\circ C$ می رسد، گرمای اندازه گیری شده پس از تولید دو مول گاز هیدروژن کلرید برابر با $184 kJ$ است.
- ↪ شکل زیر انجام این واکنش گرماده در دمای ثابت را نشان می دهد:



- ↪ پژوهش ها نشان می دهد که این مقدار گرمای آزاد شده ناشی از تفاوت انرژی گرمایی (مجموع انرژی جنبشی ذره ها) در مواد واکنش دهنده و فراورده نیست! زیرا در دمای ثابت، تفاوت چشمگیری میان انرژی گرمایی آنها وجود ندارد.
- ✓ شیمی دان ها گرمای جذب یا آزاد شده در هر واکنش شیمیایی را به طور عمده وابسته به تفاوت میان انرژی پتانسیل مواد واکنش دهنده و فراورده می دانند.
- ↪ با این توصیف، انرژی پتانسیل یک نمونه ماده، انرژی نهفته شده در آن است، انرژی ای که ناشی از نیروهای نگه دارنده ذره های سازنده آن است.
- ↪ برای درک این مفهوم، به ساختار مولکول های گازی مواد شرکت کننده در واکنش یاد شده توجه کنید.

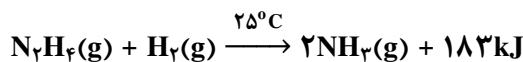
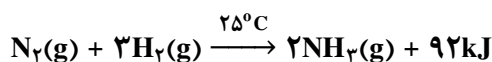


- ↪ در هر مولکول از این مواد، تنها دو اتم با یک پیوند اشتراکی به یکدیگر متصل اند، اما نوع اتم های متصل به هم در هر مولکول متفاوت از دیگری است.
- ↪ به دیگر سخن نیروهای نگهدارنده اتم در هر مولکول و در نتیجه استحکام پیوند ها از یکدیگر متفاوت خواهد بود.
- ↪ این الگو نشان می دهد که با انجام یک واکنش شیمیایی و تغییر در شیوه اتصال اتم ها به یکدیگر، تفاوت آشکاری در انرژی پتانسیل وابسته به آنها ایجاد می شود؛ تفاوت انرژی ای که در واکنش ها به شکل گرمای ظاهر می شود.

✓ حاشیه کتاب درسی: در برخی منابع از انرژی پتانسیل موجود در یک نمونه ماده، با نام انرژی شیمیایی یاد می شود.

باز هم ببیندیشیم

۱- با توجه به واکنش های زیر پاسخ دهید:



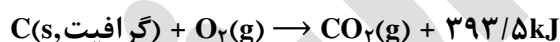
آ) چرا گرمای آزاد شده در دو واکنش متفاوت است؟ توضیح دهید.

پاسخ: همانطور که مشاهده می شود، دما، حالت فیزیکی و نیز نوع و مقدار فراورده ها در هر دو واکنش یکسان هستند و عامل تفاوت شدید بین آنتالپی واکنش های آن ها، نوع واکنش دهنده های آن ها می باشد.

ب) در کدام واکنش، مواد واکنش دهنده پایدارتر است؟ چرا؟

پاسخ:

۲- گرافیت و الماس دو آلوتروپ کربن هستند که فراورده واکنش سوختن کامل آنها، گاز کربن دی اکسید است.



توجه: در سوختن الماس گرمای بیشتری آزاد می شود.

آ) چرا گرمای حاصل از سوختن یک مول گرافیت متفاوت از یک مول الماس است؟

پاسخ: همان طور که مشاهده می شود فراورده واکنش سوختن هر دو، $\text{CO}_2(\text{g})$ است، بنابراین تفاوت گرمای آزاد شده فقط می تواند مربوط به تفاوت محتوای انرژی (آنتالپی) واکنش دهنده (یعنی گرافیت و الماس) باشد.

ب) الماس پایدارتر است یا گرافیت؟ چرا؟

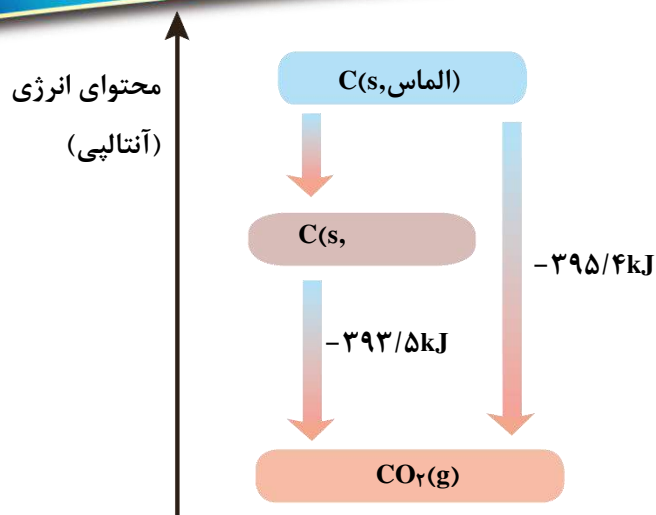
پاسخ: گرافیت - با توجه به اینکه گرمای حاصل از سوختن یک مول الماس نسبت به گرمای حاصل از سوختن یک مول گرافیت بیشتر است، درمی یابیم که انرژی ذخیره شده درون الماس نسبت به انرژی ذخیره شده درون گرافیت بیشتر بوده، پس محتوای انرژی (آنتالپی) الماس از گرافیت بیشتر است.

گرافیت > الماس : محتوای انرژی (آنتالپی)

با توجه به اینکه پایداری با محتوای انرژی (آنتالپی) رابطه عکس دارد پایداری گرافیت از الماس بیشتر است.

گرافیت < الماس : پایداری

پس می توان نمودار تغییرات محتوای انرژی (آنتالپی) به هنگام سوختن کامل الماس و گرافیت را به صورت زیر رسم کرد:



این نمودار نیز نشان می دهد که الماس نسبت به گرافیت محتوای انرژی (آنتالپی) بالاتری دارد به همین دلیل پایداری آن از گرافیت کمتر است.

پ) از سوختن کامل ۷/۲g گرافیت، چند کیلوژول گرما آزاد می شود؟

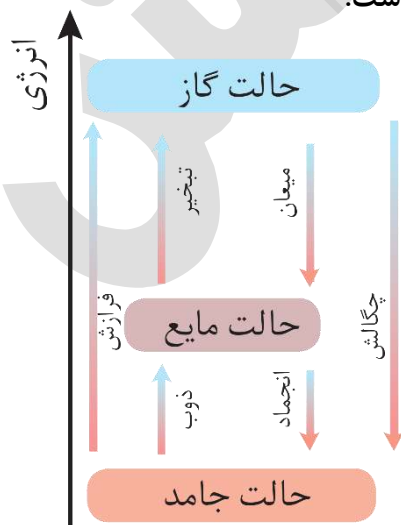
پاسخ: محاسبه با شما : ۲۳۶/۱ کیلوژول

۳- با توجه به واکنش $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g) + 484kJ$ ، پیش بینی کنید گرمای واکنش $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$ کدام است؟ (۵۷۲kJ-، ۵۷۲kJ+، ۴۲۲kJ-، ۴۲۲kJ+) چرا؟

پاسخ: در پیش نیاز ۴ قسمت عوامل موثر بر گرمای واکنش در مورد چهارم (حالت فیزیکی واکنش دهنده ها و فراورده ها) به طور مفصل توضیح داده شد!


✓ دریافتید که گرمای یک واکنش در دما و فشار ثابت، به نوع و مقدار مواد واکنش دهنده، نوع فراورده و حالت فیزیکی مواد شرکت کننده بستگی دارد. کمیتی که یکی از ویژگی های کاربردی و بنیادی هر واکنش به شمار می رود. ✓ حاشیه کتاب درسی: در شیمی پایه دهم آموختید که اتم ها در حالت پایه با جذب انرژی به اتم های برانگیخته تبدیل می شوند. اتم های برانگیخته، پرانرژی تر و ناپایدارترند.

✓ حاشیه کتاب درسی: تغییر حالت فیزیکی مواد خالص با تغییر انرژی همراه است.



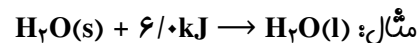
توجه: با توجه به اندازه فلش ها، همواره برای یک ماده، گرمای لازم برای تبخیر آن بیشتر از گرمای لازم برای ذوب آن است.

گرمای ذوب > گرمای تبخیر : برای یک ماده

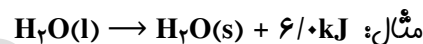
نکات مربوط به نمودار: 

گرماده یا گرماگیر بودن در تغییر حالت فیزیکی مواد خالص

◀ **ذوب** : یک فرایند گرماگیر است که طی آن حالت فیزیکی یک ماده از جامد (s) به مایع (l) تغییر می کند.



◀ **انجماد** : یک فرایند گرماده است که طی آن حالت فیزیکی یک ماده از مایع (l) به جامد (s) تغییر می کند.



◀ **تبخیر** : یک فرایند گرماگیر است که طی آن حالت فیزیکی یک ماده از مایع (l) به گاز (g) تغییر می کند.



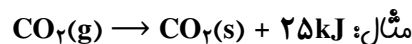
◀ **میعان** : یک فرایند گرماده است که طی آن حالت فیزیکی یک ماده از گاز (g) به مایع (l) تغییر می کند.



◀ **فرازش (تصعید)** : یک فرایند گرماگیر است که طی آن حالت فیزیکی یک ماده از جامد (s) به گاز (g) تغییر می کند.



◀ **چگالش** : یک فرایند گرماده است که طی آن حالت فیزیکی یک ماده از گاز (g) به جامد (s) تغییر می کند.



✔ با توجه به اینکه یک جامد باید گرما جذب کند تا به مایع تبدیل شود و یک مایع نیز باید گرما جذب نماید که بتواند

به گاز تبدیل شود، ترتیب محتوای انرژی (آنتالپی) حالت های فیزیکی مختلف یک ماده به صورت زیر است:

جامد > مایع > گاز : ترتیب محتوای انرژی (آنتالپی)

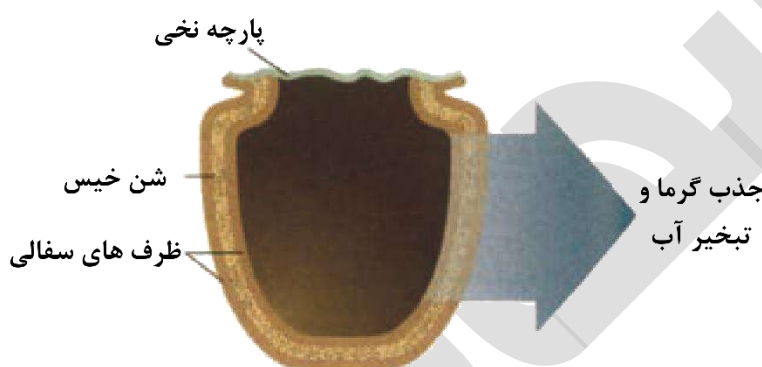
دانش

پیوند با صنعت

✓ بسیاری از مردم مسلمان کشور نیجریه واقع در قاره آفریقا، در مناطق شمالی آن که خشک، بیابانی، بادخیز و محروم است، زندگی می کنند. مناطقی که تهیه غذا در آنها دشوار اما نگهداری آن دشوارتر است.

✓ محمد باه آبا، معلم مسلمان نیجریایی با طراحی و ساخت دستگاهی ساده و ارزان (یخچال صحرایی) به مردم کشورش خدمتی ارزنده ارائه کرد. دستگاهی که همانند یک یخچال اما بدون نیاز به انرژی الکتریکی، غذا را خنک و برای مدت طولانی تری نگه می دارد.

✓ شکل زیر ساختار یخچال صحرایی را نشان می دهد:



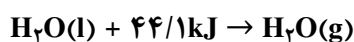
✓ مطابق شکل، او برای ساخت این دستگاه:

➡ دو ظرف سفالی (ساخته شده از خاک رس) (نه مسی!) را درون یکدیگر قرار داد و فضای میان آنها را با شن خیس پر کرد.

➡ درپوش این مجموعه، پوششی نخی و مرطوب است که تهویه را به آسانی انجام می دهد.

➡ آب در بدنه سفالی ظرف بیرونی نفوذ کرده و به آرامی (نه به سرعت!) تبخیر می شود، معادله تبخیر آب به صورت زیر است:

در فرایند تبخیر، گرما از مواد داخل ظرف گرفته می شود و همین موجب کاهش دمای فضای درونی ظرف می گردد.



این معادله نشان می دهد که برای تبخیر یک مول آب به ۴۴/۱ کیلوژول گرما نیاز است.

⇐ جذب گرما در این فرایند باعث افت دما شده و فضای درونی دستگاه همراه با محتویات آن را خنک می کند؛

شرایطی که برای سالم نگهداشتن غذا به مدت طولانی تر مناسب است.

✓ این دستگاه ساده و ارزان به سرعت در مقیاس صنعتی تولید و فراگیر شد.

✓ شرکت رولکس کشور سوئیس به پاس خدمت بشردوستانه این معلم مبتکر هر دو سال یک بار، دو قطعه از تولیدات قیمتی خود را به ایشان اهدا می کند.

آنتالپی، همان محتوای انرژی است

✓ هر نمونه ماده شامل مجموعه ای از شمار بسیار زیادی ذره های سازنده است.

این ذره ها افزون بر جنبش های نامنظم، با یکدیگر برهم کنش نیز دارند.

در واقع، ذره های سازنده یک نمونه ماده افزون بر انرژی جنبشی، دارای انرژی پتانسیل نیز هستند.

✓ می دانید که یک نمونه ماده با مقدار آن در دما و فشار معین توصیف می شود، به طوری که ۲۰۰ گرم آب در دما و فشار اتاق را می توان یک نمونه ماده دانست.

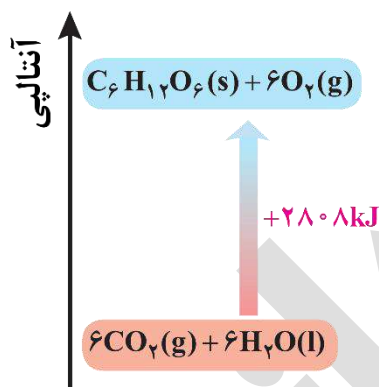
✓ ظرفی را در نظر بگیرید که محتوی ۲۰۰ گرم آب در دما و فشار اتاق باشد. چنین مجموعه ای یک سامانه به شمار می رود.

شیمی دان ها انرژی کل چنین سامانه ای را هم ارز با محتوای انرژی یا آنتالپی آن می دانند.

← با این توصیف هر سامانه در دما و فشار ثابت، آنتالپی معینی دارد.

✓ بدیهی است که با انجام واکنش شیمیایی گرماگیر در یک سامانه، مواد با محتوای انرژی (آنتالپی) کمتر به موادی با انرژی (آنتالپی) بیشتر تبدیل می شوند.

نمودار روبه رو آنتالپی واکنش در فتوسنتز را نشان می دهد:



✓ انجام واکنش فتوسنتز، برخلاف اکسایش گلوکز با جذب انرژی همراه است. (فتوسنتز: گرماگیر)

✓ از آنجا که داد و ستد انرژی در واکنش ها به طور عمده به شکل گرما ظاهر می شود، شیمی دان ها تغییر آنتالپی هر واکنش را هم ارز با گرمایی می دانند که در فشار ثابت با محیط پیرامون داد و ستد می کند و آن را با Q_p نشان می دهند.

✓ نماد آنتالپی، «H» است در حالی که نماد تغییر آنتالپی، « ΔH » می باشد؛ کمیتی که با رابطه زیر بیان می شود:

$$\Delta H(\text{واکنش}) = H(\text{مواد فراورده}) - H(\text{مواد واکنش دهنده}) = Q_p$$

✓ حاشیه: همه مواد پیرامون ما در دما و فشار اتاق، آنتالپی معینی دارند.

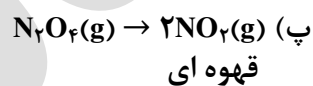
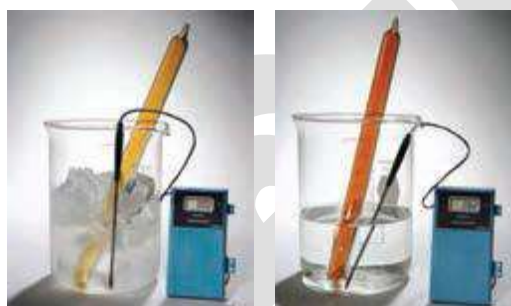
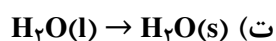
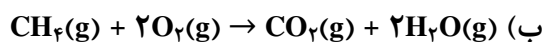
✓ حاشیه: برای یک واکنش اغلب به جای تغییر آنتالپی واکنش، واژه آنتالپی واکنش به کار می رود.

✓ حاشیه: مقدار عددی « ΔH » یک فرایند، بزرگی آن را نشان می دهد، در حالی که علامت مثبت و منفی تنها

نشان دهنده گرماگیر و گرماده بودن آن است.

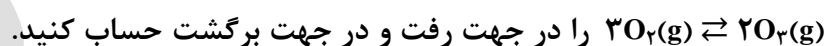
خود را یازماید

۱- نماد Q را در هر معادله وارد کرده سپس علامت « ΔH » را در هر مورد مشخص کنید.



پاسخ: آ) گرماگیر (+) / ب) گرماده (-) / پ) گرماگیر (+) / ت) گرماده (-)

۲- اگر برای تولید یک مول گاز اوزون از گاز اکسیژن، آنتالپی به اندازه 143 kJ افزایش یابد، آنتالپی واکنش



پاسخ:

آنتالپی واکنش رفت =

آنتالپی واکنش برگشت =

تلفیق ΔH با مسائل استوکیومتری واکنش

تیب تست های این قسمت:

۱- با توجه به واکنش: $C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(g)$, $\Delta H = -2056 \text{ kJ}$ اگر مخلوطی از گازهای پروپان و اکسیژن به حجم ۲۶/۸۸ لیتر (در شرایط STP) با هم به طور کامل واکنش دهند (چیزی از آنها باقی نماند) چند کیلوژول گرما آزاد می شود؟

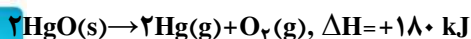
۲۱۱/۴ (۱) ۲۱۴/۱ (۲) ۴۱۱/۲ (۳) ۴۱۸/۵ (۴)

۲- اگر از سوختن کامل مقداری منیزیم در شرایط استاندارد، ۲۰ گرم منیزیم اکسید تشکیل و ۳۰۰ کیلوژول گرما آزاد شود، ΔH واکنش، $Mg(s) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow MgO(s)$ برابر چند کیلوژول است؟ ($O=16$, $Mg=24$: g.mol^{-1})

+۳۰۰ (۱) -۳۰۰ (۲) +۶۰۰ (۳) -۶۰۰ (۴)

۳- اگر آنتالپی واکنش تجزیه پتاسیم کلرات برابر ۹۰ kJ- باشد، با گرمای آزاد شده از تجزیه ۴۹ گرم از این ماده، چند گرم جیوه از تجزیه جیوه (II) اکسید به دست می آید؟

($Hg=200$, $K=39$, $Cl=35/5$, $O=16$: g.mol^{-1})



۸۰ (۴)

۶۰ (۳)

۴۰ (۲)

۲۰ (۱)

۴- با توجه به این که ΔH انحلال کلسیم کلرید در آب برابر 39 kJ.mol^{-1} است، گرمای حاصل از حل شدن $55/5$ گرم از آن در آب برای ذوب کردن چند گرم یخ در دمای صفر درجه کافی است؟ (ΔH ذوب یخ برابر 6 kJ.mol^{-1} است).

($H=1$, $O=16$, $Cl=35/5$, $Ca=40$: g.mol^{-1})

۳/۲۵(۴)

۹/۷۵(۳)

۱۹/۵(۲)

۵۸/۵(۱)

۵- ΔH واکنش حل شدن کلسیم کلرید ($M=111 \text{ g.mol}^{-1}$) در آب، برابر 35 kJ.mol^{-1} است. برای گرم کردن 250 گرم آب از دمای 25°C تا دمای 45°C چند گرم از آن باید در آب حل شود؟ (از گرمای جذب شده به وسیله کلسیم کلرید صرف نظر شود)

($c_{\text{آب}}=4/2 \text{ J.g}^{-1}.\text{C}^{-1}$)

۴۴/۴ (۱)

۶۶/۶ (۲)

۸۳/۲۵ (۳)

۱۴۹/۸۵ (۴)

۶- با توجه به واکنش: $\text{SO}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$, $\Delta H = -132 \text{ kJ}$ چند گرم گاز SO_3 باید در یک کیلوگرم آب 20°C حل شود تا دمای آن به تقریب 10°C بالاتر رود؟ (از گرمای جذب شده به وسیله ی $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ و جرم آب ترکیب شده، صرف نظر شود).

($S=32$, $O=16$: g.mol^{-1}) ($c_{\text{H}_2\text{O}}=4/2 \text{ J.g}^{-1}.\text{C}^{-1}$)

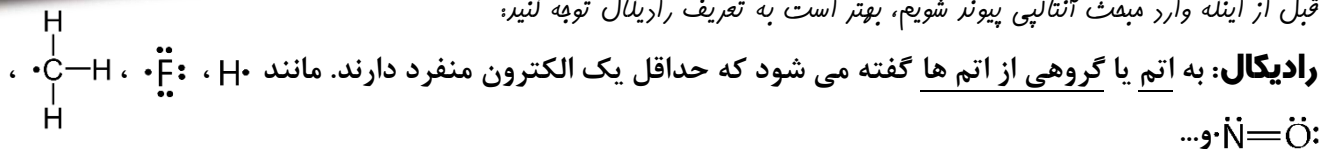
۳۵/۷(۴)

۳۴/۲(۳)

۲۵/۵(۲)

۲۰/۵(۱)

قبل از اینکه وارد مبحث آنتالپی پیوند شویم، بهتر است به تعریف رادیکال توجه کنید:



رادیکال ها گونه های بسیار ناپایداری هستند؛ زیرا در ساختار آنها، حداقل یکی از اتم ها به آرایش هشتایی نرسیده و تمایل بسیار زیادی دارد که با شرکت در واکنش های شیمیایی خود را به پایداری برساند.

همچنین به دلیل ناپایداری رادیکال ها، می توان دریافت که این گونه ها دارای محتوای انرژی (آنتالپی) بالایی هستند.

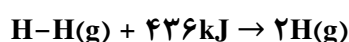
آنتالپی پیوند

به مقدار انرژی لازم (مصرف شده) برای شکستن یک مول پیوند کووالانسی در مولکول گازی شکل و تبدیل آن به اتم های گازی جدا از هم (رادیکال های گازی)، آنتالپی پیوند گفته می شود.

اتم گازی \rightarrow مولکول گازی

یکای آنتالپی پیوند، بر حسب کیلوژول بر مول ($\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$) است.

مثال:



$$\Delta\text{H}(\text{H}-\text{H}) = +436 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$



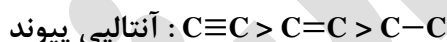
$$\Delta\text{H}(\text{N}\equiv\text{N}) = +945 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$

آنتالپی پیوند همواره مثبت است.

مقایسه آنتالپی پیوند:

تعداد پیوند بین دو اتم (مرتبه پیوند):

هر چه مرتبه پیوند بیشتر باشد، آنتالپی پیوند بیشتر است.



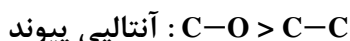
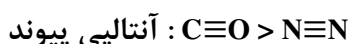
طول پیوند (شعاع اتم های شرکت کننده در پیوند):

آنتالپی پیوند با طول پیوند رابطه عکس دارد. هر چه طول پیوند کمتر باشد، آنتالپی پیوند بیشتر است. (هر چه اندازه شعاع اتم های شرکت کننده در پیوند کوچک تر باشد، طول پیوند کوتاه تر بوده و آنتالپی پیوند بیشتر خواهد بود)

آنتالپی پیوند: $\text{H}-\text{H} > \text{F}-\text{F} > \text{Cl}-\text{Cl} > \text{Br}-\text{Br} > \text{I}-\text{I}$

قطبیت پیوند (اختلاف الکترونگاتیوی بین دو اتم):

هر چه اختلاف الکترونگاتیوی بین دو اتم بیشتر باشد، آنتالپی پیوند بیشتر است.



✓ انرژی لازم برای شکستن همه ی پیوندهای C-H در ترکیب CH_4 یکسان نیست.

زیرا: این چهار پیوند در چهار مرحله ی جداگانه می شکند. پس هر یک از این پیوندهای C-H، در هر مرحله، از ماده ی متفاوتی جدا می شود. (اول از CH_4 و بعد از آن به ترتیب از CH_3 ، CH_2 و CH). بنابراین آنتالپی پیوند C-H در هر مرحله با مرحله ی قبل تفاوت دارد.)

به همین دلیل برای این گونه پیوندها از واژه ی «میانگین آنتالپی پیوند» مناسب تر است که مقدار آن برابر میانگین آنتالپی پیوند همه ی مراحل است.

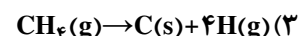
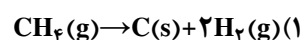
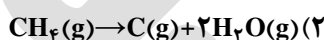
نتیجه گیری

برای پیوندهایی که فقط در مولکول های دواتمی یافت می شوند (مانند H-H ، F-F ، Cl-Cl ، O=O ، $\text{N}\equiv\text{N}$ و...) از واژه «آنتالپی پیوند» استفاده می کنیم. اما در مورد پیوندهایی که در مولکول های چنداتمی (دارای سه اتم یا بیشتر) یافت می شوند (مانند C-O ، C-C ، N=N ، C-H ، O-H ، C=O ، N=O و...) واژه «میانگین آنتالپی پیوند» را به کار می بریم. مثال: در مولکول CO_2 چون دو پیوند C=O وجود دارد، اطلاق نام متوسط آنتالپی پیوند، برای پیوند C=O مناسب تر است.

پرسش: در مورد کدام پیوند، به کار بردن واژه میانگین آنتالپی پیوند از واژه آنتالپی پیوند مناسب تر است؟

(۱) I-I (۲) N-H (۳) Cl-H (۴) هر سه مورد

تست: اگر میانگین آنتالپی پیوند C-H در مولکول متان، برابر 412 kJ.mol^{-1} در نظر گرفته شود، ΔH کدام واکنش برابر 1648 kJ است؟



تعیین ΔH واکنش با استفاده از آنتالپی پیوند

برای تعیین آنتالپی یک واکنش گازی از رابطه زیر استفاده می کنیم:

$$\Delta H(\text{واکنش}) = \left[\begin{array}{c} \text{مجموع آنتالپی پیوندها} \\ \text{در مواد واکنش دهنده} \end{array} \right] - \left[\begin{array}{c} \text{مجموع آنتالپی پیوندها} \\ \text{در مواد فراورده} \end{array} \right]$$

تست ۱: اگر انرژی پیوند های C-H، C-O، O-H، C=O، O=O به ترتیب برابر ۴۱۲، ۳۶۰، ۴۶۳، ۸۰۵، ۴۹۶ کیلوژول بر مول باشد، گرمای آزاد شده در واکنش سوختن ۸ گرم بخار متانول با فراورده های گازی برابر چند کیلوژول است؟ ($\text{H}=1, \text{C}=12, \text{O}=16 : \text{g.mol}^{-1}$)

(۱) ۱۵۴/۱۵

(۲) ۱۴۴/۵

(۳) ۱۷۲/۲۵

(۴) ۱۶۴/۷۵

تست ۲: اگر برای شکستن پیوندها در یک گرم از هر یک از گازهای H_2 , Cl_2 , HCl و تبدیل آنها به اتم های گازی مربوط، به ترتیب ۲۱۸، ۳/۴ و ۱۱/۸ کیلوژول گرما لازم باشد، ΔH واکنش: $Cl_2(g) + H_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$ برابر چندکیلوژول بر مول است؟
($H=1$, $Cl=35/5$)

-۱۸۲/۴(۱) -۱۸۴(۲) -۱۸۶/۳(۳) -۱۸۸(۴)

✓ انجام یک واکنش شیمیایی نشانه ای از تغییر در شیوه اتصال اتم ها به یکدیگر است که به تغییر در ساختار و خواص مواد منجر می شود.

✓ یکی از خواصی که در واکنش های شیمیایی تغییر می کند، محتوای انرژی مواد است.

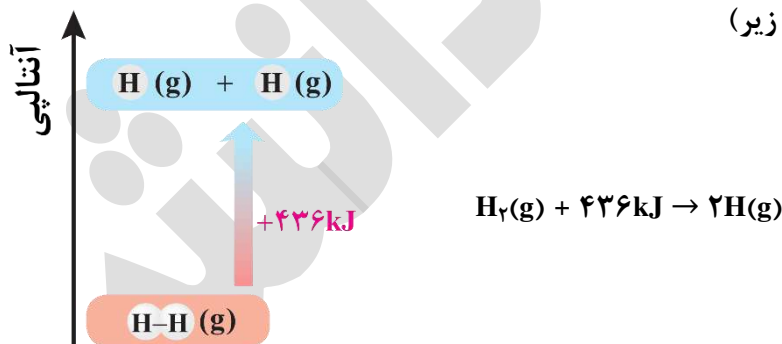
این توصیف از واکنش، اهمیت پیوندهای شیمیایی و نقش انرژی وابسته به آنها را در گرمای یک واکنش نشان می دهد.

✓ برای درک انرژی هر پیوند می توان بحث را با پیوند میان ساده ترین اتم ها ادامه داد.

✓ یک نمونه گاز هیدروژن، مجموعه ای از شمار بسیار زیادی مولکول های دواتمی (H_2) بوده و هر مولکول شامل دو اتم هیدروژن با یک پیوند اشتراکی است.

انتظار می رود برای تبدیل این مولکول ها به اتم های جدا از هم، انرژی صرف شود.

✓ شواهد تجربی نشان می دهد که انرژی لازم برای شکستن پیوندهای اشتراکی موجود در یک مول $H_2(g)$ و تبدیل آن به دو مول $H(g)$ ، حدود ۴۳۶kJ است. (نمودار زیر)



✓ در ترموشیمی به مقدار ۴۳۶kJ، آنتالپی پیوند «H-H» می گویند و آن را با نماد $\Delta H(H-H)=436kJ.mol^{-1}$ نشان می دهند.

✓ جدول زیر، آنتالپی برخی پیوندها را نشان می دهد:

پیوند	آنتالپی (kJ mol ⁻¹)
Cl-Cl	۲۴۲
Br-Br	۱۹۳
I-I	۱۵۱
H-F	۵۶۷
H-Cl	۴۳۱
O=O	۴۹۵
N≡N	۹۴۵

اینک شاید بپرسید که شیمی دان ها چگونه آنتالپی پیوند را برای مولکول های چنداتمی مانند NH_3 ، H_2O و CH_4 تعیین و گزارش می کنند؟

در مولکول هایی از این دست، اتم مرکزی به چند اتم کناری یکسان با پیوند های اشتراکی متصل است. یافته های تجربی نشان می دهد که برای چنین مولکول هایی به کار بردن میانگین آنتالپی پیوند مناسب تر است. برای نمونه براساس واکنش :



میانگین آنتالپی پیوند «C-H» در جدول ها $415 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ درج شده (چرا؟)
 ← به دیگر سخن $\Delta H(\text{C-H}) = 415 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ است.

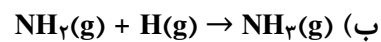
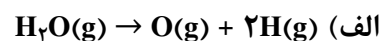
جدول رو به رو، میانگین آنتالپی برخی پیوند ها را نشان می دهد:

پیوند	میانگین آنتالپی (kJ mol^{-1})
C-O	380
N-H	391
O-H	463
C-C	348
C=C	614
$\text{C} \equiv \text{C}$	839
C=O	799
N-N	163
O-O	146

خود را یاز ما بید

با استفاده از داده های جدول بالا، آنتالپی هریک از واکنش های زیر را پیش بینی کنید.

توجه: تشکیل پیوند دقیقاً برعکس شکستن پیوند است.
 (شکستن پیوند: گرماگیر / تشکیل پیوند: گرماده)



پاسخ:

آنتالپی واکنش اول: ۹۲۶

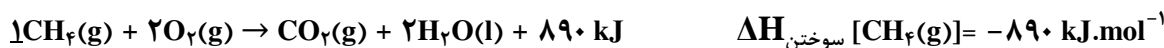
آنتالپی واکنش دوم: ۳۹۱ -

آنتالپی سوختن (ΔH سوختن)

مقدار گرمای آزاد شده به هنگام سوختن یک مول ماده در مقدار کافی اکسیژن خالص را آنتالپی سوختن می گویند.

❖ یکای آنتالپی سوختن، بر حسب کیلوژول بر مول ($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$) است.

❖ مبنای موازنه، یک مول از ماده مورد نظر است و بقیه بر مبنای آن موازنه می شوند. مثال :

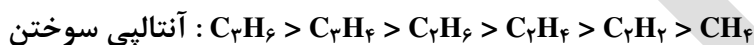


ترجمه واکنش بالا: وقتی یک مول متان یعنی ۱۶ گرم متان به طور کامل در اکسیژن پسوزد، ۸۹۰kJ گرما تولید می شود.

❖ آنتالپی سوختن مواد، همواره منفی است.

✅ در میان هیدروکربن ها، هر چه مقدار هیدروکربن بر حسب گرم بیشتر باشد، آنتالپی سوختن آن نیز بیشتر (منفی تر) خواهد بود (هر چه جرم یک نمونه هیدروکربن بیشتر باشد، از سوختن آن گرمای بیشتری آزاد خواهد شد).

◎ مقایسه آنتالپی سوختن هیدروکربن ها :



✅ در مورد الکل ها نیز مانند هیدروکربن ها، هر چه شمار اتم های کربن بیشتر باشد، جرم مولی الکل مربوطه بیشتر

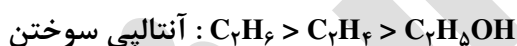
بوده و در نتیجه آنتالپی سوختن، بزرگ تر (منفی تر) خواهد بود.



✅ در صورت برابر بودن تعداد اتم های کربن، آنتالپی سوختن آلکان و آلکن نسبت به آنتالپی سوختن الکل هم کربن

خود، بزرگ تر (منفی تر) است.

آلکین > الکل > آلکن > آلکان : آنتالپی سوختن (به شرط کربن برابر)



نکته: به هنگام سوختن الکل ها، مقداری از گرمای آزاد شده، صرف شکستن

پیوند O-H می گردد. بنابراین از مقدار گرمای آزاد شده کاسته می شود.

ارزش سوختی

به مقدار انرژی که بر اثر سوختن یا اکسایش یک گرم ماده آزاد می شود، ارزش سوختی گفته می شود.

❖ یکای ارزش سوختی کیلوژول بر گرم ($\text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$) و یا کیلوکالری بر گرم ($\text{kcal} \cdot \text{g}^{-1}$) است. ($1 \text{ kcal} = 4/2 \text{ kJ}$)

✅ چنانچه آنتالپی سوختن یک ماده را در اختیار داشته باشیم، برای تعیین ارزش سوختی (بر حسب $\text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$) آن از رابطه

زیر استفاده می کنیم:

$$\text{ارزش سوختی (kJ} \cdot \text{g}^{-1}\text{)} = \frac{\text{آنتالپی سوختن (kJ} \cdot \text{mol}^{-1}\text{)}}{\text{جرم مولی (g} \cdot \text{mol}^{-1}\text{)}}$$

با اینکه همه واکنش های سوختن گرماده هستند، اما ارزش سوختی مواد، بدون علامت منفی گزارش می شود.

✓ در مقایسه ارزش سوختی هیدروکربن ها (یعنی گرمای حاصل از سوختن یک گرم از هیدروکربن ها)، ابتدا به شمار اتم های کربن در فرمول شیمیایی آن ها توجه می کنیم:

◀ بدین ترتیب که هرچه شمار اتم های کربن در فرمول مولکولی کمتر باشد، گرمای حاصل از سوختن یک گرم از هیدروکربن مورد نظر (یعنی ارزش سوختی آن) بیشتر است.

اگر شمار اتم های کربن در هیدروکربن ها یکسان بود، به نوع هیدروکربن ها توجه می کنیم:

◀ بدین ترتیب که با تعداد اتم های کربن برابر، ارزش سوختی آلکان از آلکن، و آلکن از آلکین بیشتر است.

(ارزش سوختی) $\text{CH}_4 > \text{C}_2\text{H}_6 > \text{C}_2\text{H}_4 > \text{C}_2\text{H}_2 > \text{C}_2\text{H}_6 > \text{C}_2\text{H}_4$ ترتیب گرمای حاصل از سوختن یک گرم (ارزش سوختی)

✓ ارزش سوختی الکل ها از ارزش سوختی کلیه هیدروکربن ها به میزان قابل توجهی کمتر است.

$\text{CH}_3\text{OH} < \text{CH}_4$: ارزش سوختی (گرمای حاصل از سوختن یک گرم)

$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} < \text{C}_2\text{H}_6$: ارزش سوختی (گرمای حاصل از سوختن یک گرم)

✓ در الکل ها بر خلاف هیدروکربن ها، هرچه شمار اتم های کربن در فرمول مولکولی، بیشتر باشد، ارزش سوختی نیز بیشتر است.

$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} > \text{CH}_3\text{OH}$: ارزش سوختی (گرمای حاصل از سوختن یک گرم)

✓ در میان مواد آلی مطرح شده در کتاب درسی، متان (CH_4) دارای بزرگ ترین ارزش سوختی و متانول (CH_3OH) دارای کوچک ترین ارزش سوختی است.

تیب تست های این قسمت:

تست ۱: در واکنش سوختن $\frac{5}{8}$ گرم گاز ۲- متیل پروپان، محتوای انرژی سامانه به اندازه $\frac{267}{5}$ کیلوژول کاهش یافته است.

آنتالپی سوختن این گاز بر حسب کیلوژول بر مول کدام است؟ ($\text{H}=1$, $\text{C}=12$: g.mol^{-1})

(۱) -۲۶۷۵

(۲) -۲۸۶۵

(۳) -۲۸۷۵

(۴) -۲۸۸۵

تست ۲: نمونه ای از هیدروکربن سیر شده و خالص در اکسیژن سوخته و $\frac{17}{6}$ گرم کربن دی اکسید و $\frac{10}{8}$ آب مایع و

312 kJ انرژی تولید می کند، آنتالپی سوختن این ترکیب چند کیلوژول بر مول است؟ ($\text{O}=16$, $\text{C}=12$, $\text{H}=1$: g.mol^{-1})

(۱) -۷۸۰

(۲) -۱۰۴۰

(۳) -۱۲۴۸

(۴) -۱۵۶۰

تست ۳: اگر آنتالپی سوختن متان برابر $-890 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ باشد، بر اثر جذب گرمای سوختن 0.5 مول متان، یک کیلوگرم از کدام ماده کمترین تغییر دما را خواهد داشت و دمای آن به تقریب چند درجه سلسیوس بالاتر می رود؟

ماده	آب	هلیم	آمونیاک	آهن
ظرفیت گرمایی ویژه ($\text{J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$)	۴/۲	۵/۲	۲/۰	۰/۴۵

(۱) آب - ۱۰۶

(۲) هلیم - ۸۵/۶

(۳) آهن - ۴۰

(۴) آمونیاک - ۵۵/۶

تست ۴: اگر ΔH سوختن متانول برابر $-700 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ باشد، چند گرم از آن باید بسوزد تا گرمای آزاد شده بتواند ۱۲۵ گرم آب با دمای 10°C را در فشار ۱ atm به جوش آورد؟

($c_{\text{آب}} = 4/2 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$, $\text{O}=16$, $\text{C}=12$, $\text{H}=1: \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

(۱) ۲/۱۶

(۲) ۱/۶۸

(۳) ۲/۵۲

(۴) ۳/۳۶

تست ۵: اگر گرمای سوختن یک گرم پروپانول، بتواند ۱۰۰ گرم آب با دمای 20°C را در فشار ۱ atm به جوش آورد، ΔH واکنش سوختن آن، به تقریب چند کیلوژول بر مول است؟

($\text{H}=1$, $\text{C}=12$, $\text{O}=16: \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $c_{\text{آب}} = 4/2 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$)

(۴) $-1478/4$

(۲) -2520

(۳) -2016

(۴) $-1875/5$

✓ جدول زیر آنتالپی سوختن برخی ترکیب های آلی را در 25°C نشان می دهد:

ماده آلی	آنتالپی سوختن (kJ mol^{-1})	ماده آلی	آنتالپی سوختن (kJ mol^{-1})
$\text{CH}_4(\text{g})$	-890	$\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$	-1300
$\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$	-1560	$\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$	-1938
$\text{C}_2\text{H}_5(\text{g})$	-1410	$\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$	-726
$\text{C}_2\text{H}_5(\text{g})$	-2058	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})$	-1368

✓ حاشیه کتاب درسی: یکی از فراورده های سوختن کامل مواد آلی در دمای اتاق، H_2O است که حالت مایع دارد.

خود را یازماید

۱- با توجه به جدول بالا، آنتالپی سوختن پروپان (C_3H_8) و ۱- بوتن (C_4H_8) را پیش بینی کنید.

پاسخ: ترکیباتی که نسبت به هم همولوگ هستند (در یک واحد CH_2 با هم اختلاف دارند)، اختلاف آنتالپی سوختن آن ها یکسان است. برای مثال می دانیم CH_4 با C_2H_6 و C_2H_6 با C_3H_8 در یک واحد CH_2 اختلاف دارند.

پس اختلاف آنتالپی سوختن CH_4 با C_2H_6 برابر است با اختلاف آنتالپی سوختن C_2H_6 با C_3H_8 .

$$\Delta H(\text{C}_3\text{H}_8) - \Delta H(\text{C}_2\text{H}_6) = \Delta H(\text{C}_2\text{H}_6) - \Delta H(\text{CH}_4)$$

$$x - (-1560) = -1560 - (-890) \rightarrow x = -2230 \text{ kJ}$$

مشابه این اتفاق برای C_2H_6 ، C_3H_8 و C_4H_{10} رخ می دهد:

$$\Delta H(\text{C}_4\text{H}_8) - \Delta H(\text{C}_3\text{H}_8) = \Delta H(\text{C}_3\text{H}_8) - \Delta H(\text{C}_2\text{H}_6)$$

$$x - (-2058) = -2058 - (-1410) \rightarrow x = -2706 \text{ kJ}$$

۲- با توجه به معادله واکنش سوختن کامل اتان و اتانول به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید.



توجه ۱: در شرایط یکسان (به ازای مول های برابر)، برای سوختن اتان نسبت به اتانول، اکسیژن بیشتری مصرف می شود.
(یک مول اتان برای سوختن به 3.5 مول اکسیژن و یک مول اتانول برای سوختن به 3 مول اکسیژن نیاز دارد).
توجه ۲: در هر دو واکنش در شرایط یکسان، به ازای مول های برابر از اتان و اتانول، مول های آب تولیدی برابر است.

آ) ارزش سوختی هریک را محاسبه و با یکدیگر مقایسه کنید.

پاسخ:

$$\Delta H_{\text{آنتالپی سوختن اتان}} = \frac{-3120}{2} = -1560 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\rightarrow \text{ارزش سوختن اتان} = \frac{\Delta H_{\text{آنتالپی سوختن}}}{\text{جرم مولی}} = \frac{1560}{30} = 52 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$$

$$\Delta H_{\text{آنتالپی سوختن اتانول}} = -1368 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\rightarrow \text{ارزش سوختن اتانول} = \frac{\Delta H_{\text{آنتالپی سوختن}}}{\text{جرم مولی}} = \frac{1368}{46} = 29.73 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$$

نتیجه: آنتالپی سوختن و ارزش سوختی اتان بیشتر از اتانول است.

ب) جرم CO_2 حاصل از سوختن یک گرم از هریک را محاسبه و با یکدیگر مقایسه کنید.

پاسخ:

$$\text{CO}_2 \text{ ی حاصل از } 1 \text{ g اتان} : \frac{1}{2 \times 30} = \frac{x}{4 \times 44} \rightarrow x = 2/93 \text{ g CO}_2$$

$$\text{CO}_2 \text{ ی حاصل از } 1 \text{ g اتانول} : \frac{1}{1 \times 46} = \frac{x}{2 \times 44} \rightarrow x = 1/91 \text{ g CO}_2$$

نتیجه: جرم CO_2 ی حاصل از یک گرم اتان بیشتر از یک گرم اتانول است.

پ) توضیح دهید چرا اتانول سوخت سبز به شمار می رود؟

پاسخ: ۱- در سوختن اتانول، آلاینده ها و گازهای گلخانه ای کمتری تولید می شود (به ازای سوختن یک گرم اتانول، CO_2 کمتری تولید می شود).

۲- در سوختن اتانول، اکسیژن کمتری مصرف می شود.

۳- منشأ تهیه ی آن از بقایای گیاهی است.

✓ حاشیه کتاب درسی: سوخت های سبز در ساختار خود افزون بر هیدروژن (H) و کربن (C)، اکسیژن (O) نیز دارند و از پسماند های گیاهانی مانند سویا، نیشکر و دیگر دانه های روغنی استخراج می شوند.

✓ شکل زیر، ساختار گرماسنج لیوانی را نشان می دهد:

گرماسنج لیوانی دستگاهی است که به کمک آن می توان گرمای واکنش را در فشار ثابت به روش تجربی تعیین کرد. این گرماسنج برای تعیین ΔH فرایندهای انحلال و واکنش هایی که در حالت محلول انجام می شوند، مناسب است.



تعیین گرمای واکنش های شیمیایی به روش غیر مستقیم

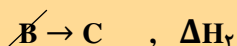
✓ آنتالپی بسیاری از واکنش های شیمیایی را نمی توان به روش تجربی (به طور مستقیم) اندازه گیری کرد، زیرا برخی از آنها مرحله ای از یک واکنش پیچیده هستند و برخی دیگر به آسانی انجام نمی شوند.

← آشکار است که تأمین شرایط بهینه برای انجام آنها بسیار دشوار است.

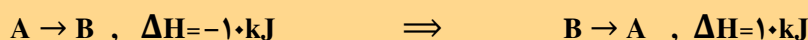
⇐ شیمی دان ها برای تعیین ΔH چنین واکنش هایی از روش های دقیق دیگری همانند قانون هس بهره می برند.

تعیین گرمای واکنش با استفاده از قانون هس

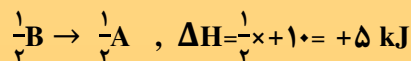
قانون هس : اگر معادله یک واکنش را بتوان از جمع معادله های دو یا چند واکنش دیگر به دست آورد، ΔH واکنش کلی، برابر مجموع جبری مقادیر ΔH واکنش های تشکیل دهنده آن است:



چنانچه یک واکنش را به صورت معکوس بنویسیم، مقدار ΔH در یک منفی ضرب می شود.

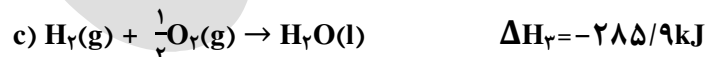
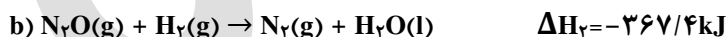
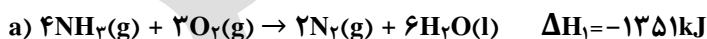


اگر واکنشی را در یک عدد ضرب کنیم یا بر یک عدد تقسیم کنیم، مقدار ΔH نیز به همان نسبت تغییر خواهد کرد.



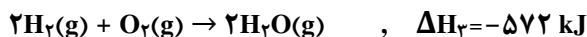
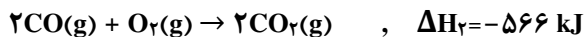
مثال های آموزشی

مثال: با به کار بردن قانون هس، ΔH واکنش های داخل کادر را به دست آورید.



تیب تست های قانون هس:

تست ۱: بر اساس داده های زیر، ΔH واکنش: $C(s) + H_2O(g) \rightarrow CO(g) + H_2(g)$ بر حسب کیلوژول کدام است؟



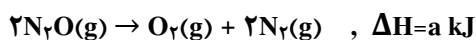
$$-120 \quad (1)$$

$$-128 \quad (2)$$

$$+175 \quad (3)$$

$$+141 \quad (4)$$

تست ۲: با توجه به واکنش های زیر:



ΔH واکنش: $N_2O(g) + NO_2(g) \rightarrow 3NO(g)$ برابر چند کیلوژول است؟

$$a+b+c \quad (1)$$

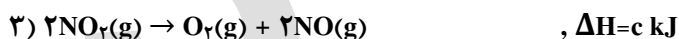
$$2a-b+c \quad (2)$$

$$\frac{2a-b+c}{2} \quad (3)$$

$$\frac{a+2b-c}{2} \quad (4)$$

تست ۳: نیتریک اسید به صورت صنعتی از اکسایش آمونیاک تهیه می شود. مقدار گرمای مبادله شده با یکای kJ برای تهیه هر مول

نیتریک اسید با استفاده از واکنش $NH_3(g) + 2O_2(g) \rightarrow HNO_3(aq) + H_2O(l)$ کدام است؟



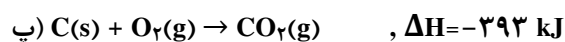
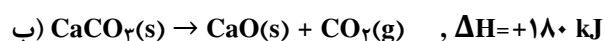
$$\frac{a-b-3c}{2} \quad (1)$$

$$\frac{a+2b+3c}{2} \quad (2)$$

$$\frac{-a+b+3c}{4} \quad (3)$$

$$\frac{a-2b-3c}{4} \quad (4)$$

تست ۴: با توجه به واکنش های داده شده، ΔH واکنش مربوط به تشکیل یک مول کلسیم کربنات از عنصرهای سازنده آن، برابر چند kJ.mol^{-1} است؟



(۱) -۱۴۸۳

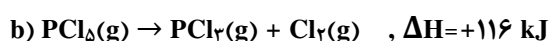
(۲) -۱۲۰۸

(۳) -۱۱۱۸

(۴) -۶۹۷

تست ۵: با توجه به واکنش های زیر، به ازای تبدیل هر گرم فسفر به فسفر پنتاکلرید، چند کیلوژول گرما آزاد می شود؟

($P = 31 \text{ g.mol}^{-1}$)



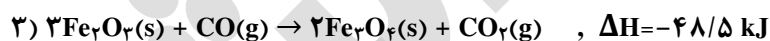
(۱) ۱۳

(۲) ۱۵

(۳) ۱۷/۵

(۴) ۲۱/۵

تست ۶: با توجه به واکنش های زیر:



گرمای مبادله شده برای کاهش هر مول آهن (III) اکسید به فلز آهن، برابر چند کیلوژول است؟

(۱) -۷۰/۵

(۲) -۹۲/۵

(۳) +۱۰۳/۵

(۴) +۲۰/۵

تست ۷: اگر از سوختن یک گرم از هریک از گازهای اتن و هیدروژن و یک گرم گرافیت (C)، به ترتیب 50 kJ ، 142 kJ ، $32/5 \text{ kJ}$ گرما

آزاد شود، ΔH واکنش: $2\text{C(s)} + 2\text{H}_2\text{(g)} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4\text{(g)}$ ، چند کیلوژول بر مول است؟ ($\text{C} = 12$, $\text{H} = 1$: g.mol^{-1})

(۱) +۵۲

(۲) -۶۴

(۳) -۷۵/۳

(۴) +۸۲/۴

تست ۸: اگر گرمای واکنش $N_2(g) + 2H_2(g) \rightarrow N_2H_4(g)$ برابر $+95 kJ.mol^{-1}$ و گرمای تبخیر مولی $N_2H_4(l)$ برابر با $+45 kJ.mol^{-1}$ باشد، از تجزیه ۶/۴ گرم $N_2H_4(l)$ و تبدیل آن به گاز های N_2 و H_2 ، چند کیلوژول گرما آزاد می شود؟

($N=14$, $H=1$) : $g.mol^{-1}$)

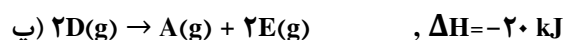
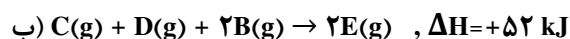
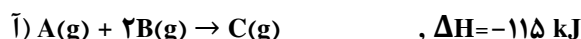
(۱) ۹/۲

(۲) ۱۰

(۳) ۱۸/۴

(۴) ۲۰

تست ۹: با توجه به واکنش های زیر:



با گرمای آزاد شده ضمن تشکیل یک مول $D(g)$ در واکنش: $2A(g) + 4E(g) \rightarrow 2C(g) + 3D(g)$ ، به تقریب چند گرم آب با دمای

$30^\circ C$ را می توان در فشار ۱ atm به جوش آورد؟ ($c_p = 4/2 J.g^{-1}.^\circ C^{-1}$)


(۱) ۱۲۶/۷

(۲) ۱۶۶/۷

(۳) ۲۶۸/۳

(۴) ۲۷۹/۳

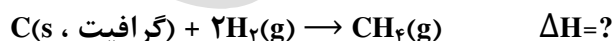
جمع پذیری گرمای واکنش ها، قانون هس

متان (CH_4)، ساده ترین هیدروکربن و نخستین عضو خانواده آلکان ها است و بخش عمده گاز طبیعی را تشکیل می دهد. 

← گاز متان (CH_4) از تجزیه گیاهان به وسیله باکتری های بی هوازی نیز در زیر آب تولید می شود.

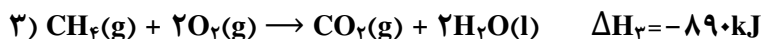
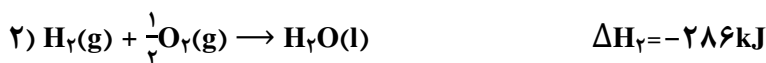
← گاز متان (CH_4) نخستین بار از سطح مرداب ها جمع آوری شده، از این رو به گاز مرداب معروف است. در سطح مرداب، گاهی وکانش سوختن متان رخ می دهد.

← شاید تصور کنید که گاز متان را می توان مطابق معادله زیر از واکنش میان گرافیت و گاز هیدروژن در آزمایشگاه تهیه کرد:



← آزمایش ها و یافته های تجربی نشان می دهند که تأمین شرایط بهینه برای انجام این واکنش بسیار دشوار و پرهزینه است، به همین دلیل برای تعیین ΔH این واکنش می توان از واکنش های دیگری بهره برد که ΔH آن ها پیش از این تعیین شده است.

← این واکنش های ترموشیمیایی می توانند واکنش سوختن یک مول گرافیت، یک مول گاز هیدروژن و یک مول گاز متان باشند که معادله هریک از آنها در 25°C به صورت زیر است:



← با کمی دقت درمی یابید که به آسانی نمی توان از جمع سه واکنش ترموشیمیایی بالا به واکنش موردنظر رسید.

در این شرایط باید از قواعد رایج در ترموشیمی بهره برد:

- در واکنش موردنظر (واکنش اصلی)، نخستین واکنش دهنده گرافیت با ضریب استوکیومتری برابر با ۱ است که در معادله نخست نیز با همان ویژگی ها دیده می شود.
- دومین واکنش دهنده (در واکنش اصلی)، گاز هیدروژن با ضریب استوکیومتری برابر با ۲ است که در معادله دوم نیز واکنش دهنده اما با ضریب استوکیومتری برابر با ۱ است؛ از این رو، باید این معادله ترموشیمیایی در ۲ ضرب شود:

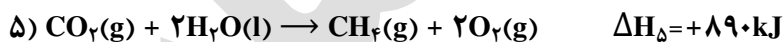


- سومین ماده در واکنش موردنظر (واکنش اصلی)، $\text{CH}_4(\text{g})$ بوده که تنها فراورده با ضریب استوکیومتری برابر با ۱ است، ماده ای که در سومین معادله، واکنش دهنده با همان ضریب استوکیومتری است. وارونه کردن این معادله هدف ما را تأمین می کند.



← اینک از جمع معادله های ۱، ۴ و ۵ می توان به معادله ترموشیمیایی مورد نظر رسید. این روند نشان می دهد که

ΔH آن برابر با جمع جبری ΔH_1 ، ΔH_2 و ΔH_3 خواهد بود.



$$= (-393/5 \text{ kJ}) + (-572 \text{ kJ}) + 890 \text{ kJ} = -75/5 \text{ kJ}$$

✓ پژوهش ها نشان می دهد که نخستین بار هنری هس دریافت که گرمای یک واکنش معین به راهی که برای انجام آن

در پیش گرفته می شود، وابسته نیست.

← به دیگر سخن با استفاده از ΔH دو یا چند واکنش دیگر می توان ΔH یک واکنش معین را به دست آورد، به شرطی که شرایط انجام همه واکنش ها یکسان باشد.

⇐ امروزه از این نتیجه با نام قانون هس یاد می شود، قانونی که به جمع پذیری گرمای واکنش ها معروف است.

✓ بیان علمی قانون هس براساس مفهوم ΔH به صورت زیر است:

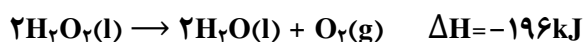
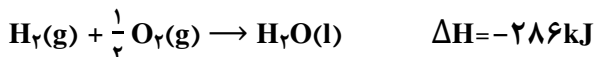
« اگر معادله واکنشی را بتوان از جمع معادله دو یا چند واکنش دیگر به دست آورد ΔH آن نیز از جمع جبری ΔH همان واکنش ها به دست می آید.»

✓ حاشیه کتاب درسی: اگر واکنش شیمیایی با ΔH وابسته به آن بیان شود، به آن واکنش گرما (ترم) شیمیایی می گویند.

خود را یاد مایید

۱- هیدروژن پراکسید (H_2O_2) ماده ای است که با نام تجاری آب اکسیژنه به فروش می رسد.

الف) با استفاده از واکنش های ترموشیمیایی زیر، آنتالپی واکنش $H_2(g) + O_2(g) \rightarrow H_2O_2(l)$ را حساب کنید.



پاسخ: جواب نهایی = -۱۸۸

ب) توضیح دهید چرا تهیه این ماده از واکنش مستقیم گازهای هیدروژن و اکسیژن ممکن نیست؟

پاسخ: آب ترکیب پایدارتری نسبت به آب است. به همین جهت از ترکیب گازهای هیدروژن و اکسیژن آب حاصل می شود و نمی توان آب اکسیژنه را از این دو گاز به دست آورد.

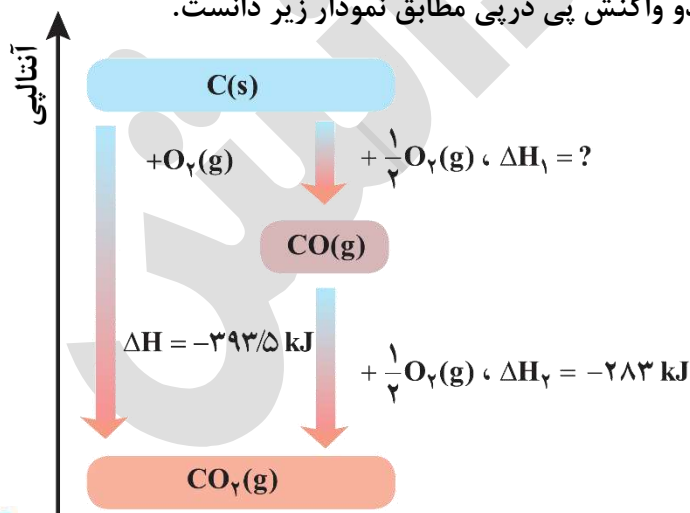
۲- در شیمی دهم آموختید که گازهای آلاینده مانند NO و CO از آگروز خودروها به هوا کره وارد می شوند. شیمی دان های هوا کره انجام واکنش زیر را برای تبدیل این آلاینده ها به گازهایی پایدارتر و با آلاینده گی کمتر، طراحی کرده اند.



آنتالپی واکنش بالا را با استفاده از واکنش های ترموشیمیایی زیر حساب کنید.



۳- واکنش سوختن کامل گرافیت را می توان مجموعه ای از دو واکنش پی در پی مطابق نمودار زیر دانست.



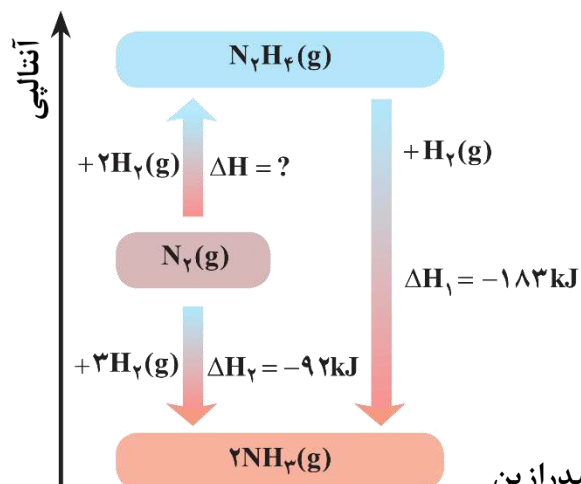
الف) شواهد نشان می دهد که ΔH واکنش تولید CO(g) را نمی توان به روش تجربی تعیین کرد.

درباره علت آن گفت و گو کنید.

پاسخ: گاز CO_2 پایدارتر از گاز CO است. به همین جهت از واکنش گرافیت با گاز اکسیژن محصول پایدارتر کربن دی اکسید حاصل می شود.

ب) ΔH واکنش تولید CO(g) را از گرافیت و گاز اکسیژن حساب کنید. پاسخ: جواب نهایی = $-110/5$

۴- شواهد تجربی نشان می دهند که تهیه آمونیاک به روش هابر از گازهای نیتروژن و هیدروژن مطابق نمودار روبه رو یک واکنش دو مرحله ای است.



الف) در شرایط یکسان، هیدرازین پایدارتر است یا آمونیاک؟ چرا؟
پاسخ: آمونیاک پایدارتر از هیدرازین است. زیرا انرژی آن پایین تر از هیدرازین است.

ب) آنتالپی واکنش تولید هیدرازین را حساب کنید.

پاسخ: جواب نهایی = $+91$

✓ تا اینجا با تغییر محتوای انرژی مواد شرکت کننده از جمله سوخت ها و مواد غذایی در واکنش ها آشنا شدید. اما از دیگر ویژگی های مهم یک واکنش، آهنگ انجام آن است؛ کمیتی که در تهیه و نگهداری مواد غذایی سالم نقش کلیدی و تعیین کننده دارد.

دانش

روابط و نکات مربوط به حل مسائل سینتیک

محل یادداشت نکات:

شهاب دانش

شهاب دانش

تست ۱: اگر در واکنش تجزیه گرمایی پتاسیم کلرات مطابق شکل: $2\text{KClO}_3(\text{s}) \rightarrow 2\text{KCl}(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g})$ پس از گذشت ۴ دقیقه ۱/۰۸ مول از آن باقی مانده و ۰/۱۸ مول گاز اکسیژن تشکیل شده باشد، مقدار اولیه پتاسیم کلرات چند مول و سرعت متوسط تشکیل پتاسیم کلرید چند مول بر دقیقه است؟ (عددها را از راست به چپ بخوانید)

۰/۰۳-۱/۲(۱)

۰/۰۳-۲/۲(۲)

۰/۰۴-۱/۲(۳)

۰/۰۴-۲/۲(۴)

تست ۲: اگر در واکنش: $2\text{KClO}_3(\text{s}) \xrightarrow{\Delta} 2\text{KCl}(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g})$ که در یک ظرف ۱۰ لیتری سر بسته انجام می گیرد، سرعت متوسط تولید گاز اکسیژن برابر $0.0015 \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$ باشد، چند دقیقه طول می کشد تا ۳۶۷/۵ گرم پتاسیم کلرات به طور کامل تجزیه شود؟ ($\text{O}=16, \text{Cl}=35.5, \text{K}=39: \text{g.mol}^{-1}$)

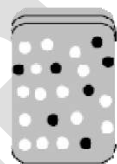
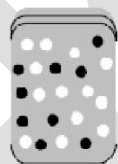
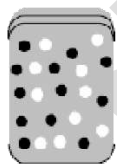
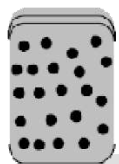
۸(۱)

۵(۲)

۴(۳)

۱۰(۴)

تست ۳: با توجه به شکل زیر، که به واکنش فرضی $A \rightarrow B$ در یک ظرف ۴ لیتری مربوط است، سرعت متوسط واکنش در فاصله زمانی t_1 تا t_2 چند $\text{mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$ و چند برابر سرعت متوسط آن در فاصله زمانی t_3 تا t_4 است؟ (هر گوی هم ارز ۰/۰۵ مول از هر ماده است)



• A
○ B

$t_1 = 0 \text{ min}$

$t_2 = 20 \text{ min}$

$t_3 = 40 \text{ min}$

$t_4 = 60 \text{ min}$

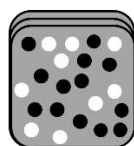
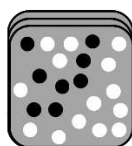
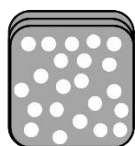
$1/5, 7/5 \times 10^{-3}$ (۱)

$1/5, 1/875 \times 10^{-3}$ (۲)

$3, 1/875 \times 10^{-3}$ (۳)

$3, 7/5 \times 10^{-3}$ (۴)

تست ۴: با توجه به شکل زیر، که به واکنش فرضی $A \rightarrow B$ در یک ظرف ۲ لیتری مربوط است، سرعت متوسط واکنش در فاصله زمانی t_1 و t_2 چند برابر سرعت متوسط واکنش در فاصله زمانی t_1 و t_3 است؟ (هر گوی هم ارز ۰/۰۲ مول از هر ماده است).



$t_1 = 0$

$t_2 = 10$

$t_3 = 20$

۱/۶۲(۱)

۱/۴(۲)

۱/۲۳(۳)

۱/۸(۴)

تست ۵: واکنش تجزیه $2A(aq) \rightarrow B(g) + 3C(g)$ در دمای $0^\circ C$ و فشار 1 atm مورد بررسی قرار گرفته است، اگر در مدت 10 دقیقه 0.4 مول از ماده A تجزیه شود، سرعت متوسط تولید گاز C بر حسب میلی لیتر بر ثانیه در شرایط STP کدام است؟

۱۴/۹(۱)

۲۲/۴(۲)

۱۴۹(۳)

۲۲۴(۴)

تست ۶: با توجه به نمودار روبرو، به تقریب چند ثانیه زمان لازم است تا 15 لیتر گاز O_2 از تجزیه پتاسیم کلرات در گرما، مطابق واکنش: $2KClO_3(s) \rightarrow 2KCl(s) + 3O_2(g)$ در مجاورت MnO_2 به دست آید؟ (چگالی گاز O_2 در شرایط آزمایش برابر 1.4 g.L^{-1} و

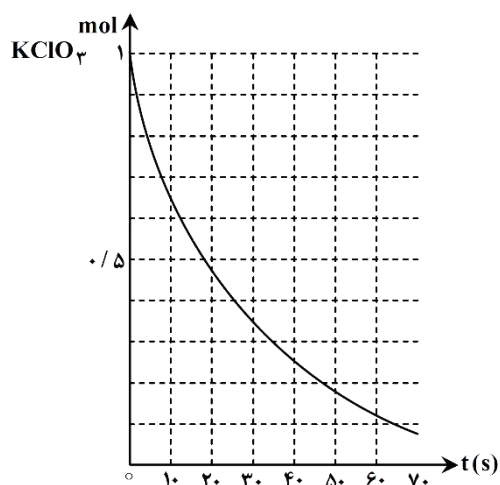
$O=16 \text{ g.mol}^{-1}$ است)

۴۵(۱)

۲۰(۲)

۲۵(۳)

۱۰(۴)



تست ۷: اگر در واکنش تجزیه $4/5$ مول گاز NO_2 مطابق واکنش زیر، بر اثر گرما پس از 10 ثانیه 138 گرم از آن باقی مانده باشد، سرعت متوسط تشکیل گاز اکسیژن، برابر چند مول بر ثانیه است و با فرض این که واکنش با همین سرعت متوسط پیش برود، چند

ثانیه طول می کشد تا $4/5$ مول از این گاز تجزیه شود؟ ($N=14$, $O=16 \text{ g.mol}^{-1}$)



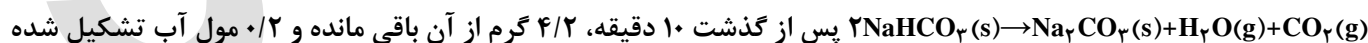
۳۰، ۰/۰۷۵(۱)

۳۰، ۰/۱۵(۲)

۴۵، ۰/۰۷۵(۳)

۴۵، ۰/۱۵(۴)

تست ۸: اگر در تجزیه ی گرمایی یک نمونه سدیم هیدروژن کربنات خالص، مطابق واکنش:



باشد، سرعت تجزیه ی سدیم هیدروژن کربنات برابر چند مول بر دقیقه است و با همین سرعت متوسط، چند ثانیه ی دیگر واکنش

کامل می شود؟ ($H=1$, $C=12$, $O=16$, $Na=23 \text{ g.mol}^{-1}$)

75 , 4×10^{-2} (۱)

75 , 2×10^{-2} (۲)

60 , 4×10^{-2} (۳)

60 , 2×10^{-2} (۴)

تست ۹: داده های زیر برای واکنش: $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ به دست آمده است. سرعت متوسط مصرف NO_2 در فاصله زمانی بررسی شده برابر چند $\text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$ است و اگر واکنش پس از ۳۰ ثانیه ی نخست با سرعت متوسط ثابتی انجام می گرفت، زمان کل انجام این واکنش چند ثانیه می شد؟

زمان (s)	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰
$[\text{NO}_2]$	۰/۵	۰/۴۲	۰/۳۶	۰/۳۲	۰/۳

(۱) 1.6×10^{-2}

(۲) 1.6×10^{-3}

(۳) 1.9×10^{-2}

(۴) 1.9×10^{-3}

تست ۱۰: واکنش: $\text{AB}_2(\text{g}) \rightarrow \text{A}(\text{g}) + 2\text{B}(\text{g})$ به صورتی پیش می رود که در هر ساعت غلظت ماده ی اولیه نصف می شود. اگر غلظت ماده ی اولیه برابر 1 mol.L^{-1} باشد، برای تجزیه ی ۹۳/۷۵٪ مولکول AB_2 چند ساعت زمان لازم است؟

(۱) ۴

(۲) ۵

(۳) ۸

(۴) ۱۰

تست ۱۱: با توجه به جدول زیر n و m به ترتیب کدام اند؟

زمان (s) \ مولار	۰	۱۰	۲۰
[A]	۲/۳	۱/۹	۱/۶
[B]	۰	۰/۲	m
[C]	۰	۰/۸	n

(۱) ۰/۶ ، ۰/۲۵

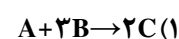
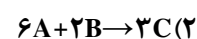
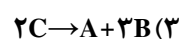
(۲) ۱/۴ ، ۰/۳۵

(۳) ۱/۴ ، ۰/۲۵

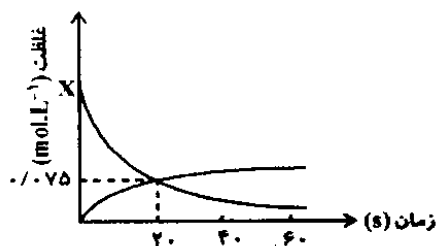
(۴) ۰/۶ ، ۰/۳۵

تست ۱۲: اگر در یک واکنش شیمیایی فرضی، بین مواد شرکت کننده در واکنش رابطه ی زیر برقرار باشد، معادله ی آن واکنش کدام است؟

$$R_{\text{واکنش}} = \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = \left(\frac{1}{3}\right) \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \left(-\frac{1}{2}\right) \frac{\Delta[C]}{\Delta t}$$



تست ۱۳: نمودار زیر غلظت دو ماده را در واکنش گازی $2A \rightarrow 2B + C$ بر حسب زمان نشان می دهد. کدام گزینه به ترتیب مقدار x در



نمودار و همچنین سرعت واکنش را از آغاز تا ثانیه ی بیستم به درستی نشان می دهد؟

(۱) 0.245 و $3/75 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

(۲) 0.225 و $0.45 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

(۳) 0.245 و $8/5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

(۴) 0.225 و $0.225 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

تست ۱۴: مقدار معینی پتاسیم کلرات در یک ظرف ۲ لیتری مطابق واکنش: $2\text{KClO}_3(\text{s}) \rightarrow 2\text{KCl}(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g})$ تجزیه می شود. با توجه به اطلاعات جدول زیر که مربوط به یکی از مواد شرکت کننده در واکنش است، سرعت متوسط تولید پتاسیم کلرید از آغاز تا پایان واکنش بر حسب $\text{mol} \cdot \text{min}^{-1}$ تقریباً کدام است؟ (در آغاز، فقط پتاسیم کلرات در ظرف وجود داشته است).

زمان (s)	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵
غلظت mol.L^{-1}	۱/۳	۱/۷	۱/۹	۲	۲

(۱) ۸ (۲) ۵/۳۳ (۳) ۵/۲ (۴) ۶/۹۳

تست ۱۵: یک قطعه سیم مسی در ۲۰۰mL محلول ۰/۴ مولار نقره نیترات قرار داده شده است. اگر سرعت متوسط واکنش برابر $0.15 \text{ mol.min}^{-1}$ باشد، چند ثانیه زمان لازم است تا غلظت مس (II) نیترات به ۰/۱ مول بر لیتر برسد و اگر $\text{Ag}(\text{s})$ تنها بر روی قطعه ی مس بنشیند، جرم این قطعه در این لحظه، چند گرم تغییر می کند؟ (گزینه ها را از راست به چپ بخوانید)

($\text{Cu}=64$, $\text{Ag}=\text{g.mol}^{-1}$)

(۱) ۳/۰۴، ۸۰

(۲) ۰/۸۸، ۸۰

(۳) ۳/۰۴، ۴۰۰

(۴) ۰/۸۸، ۴۰۰

تست ۱۶: یک تکه فلز مس درون ظرف دارای نیتریک اسید غلیظ انداخته شده است. پس از گرم کردن و کامل شدن واکنش: (موازنه نشده) $\text{Cu}(\text{s}) + \text{HNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + \text{NO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ در مدت ۱۰ دقیقه ۹۴ گرم ترکیب یونی به دست آمده

است. سرعت متوسط تولید گاز NO_2 در این واکنش، mL.s^{-1} است؟ (حجم مولی گازها در شرایط آزمایش ۲۴ L است)

($\text{Cu}=64$, $\text{O}=16$, $\text{N}=14$: g.mol^{-1})

(۱) ۲۰

(۲) ۴۰

(۳) ۶۰

(۴) ۸۰

تست ۱۷: واکنش تجزیه ی هیدروژن پراکسید با سرعت 0.02 mol.s^{-1} در حال انجام است. چند ثانیه زمان لازم است تا در شرایطی که حجم مولی اکسیژن برابر ۳۲ لیتر است. بادکنک گردی به شعاع ۲۰cm از آن پر شود؟ (بادکنک قبل از واکنش خالی بوده است. عدد π را ۳ فرض کنید)

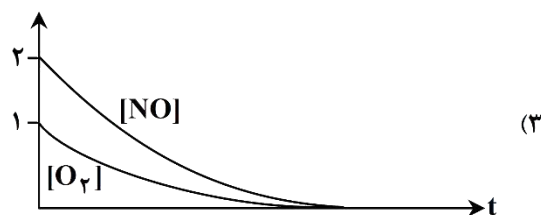
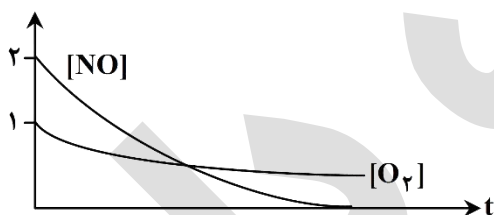
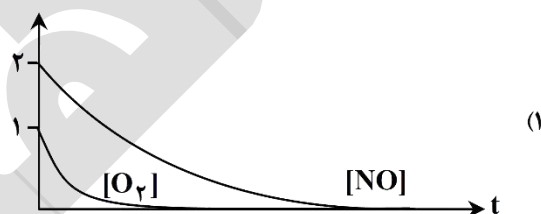
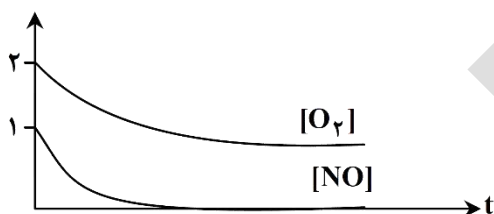
۵۰(۱)

۱۰۰(۲)

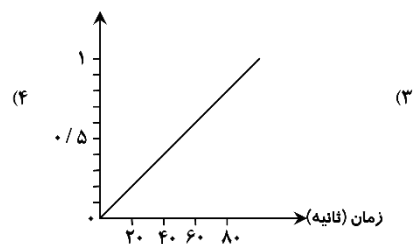
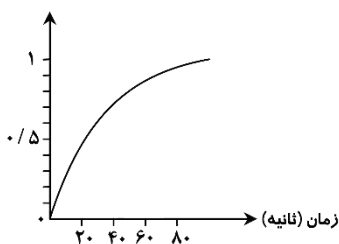
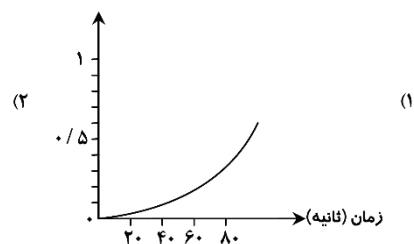
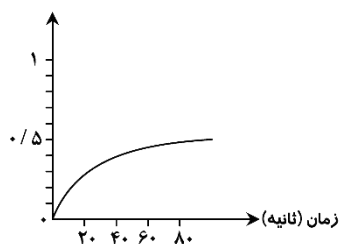
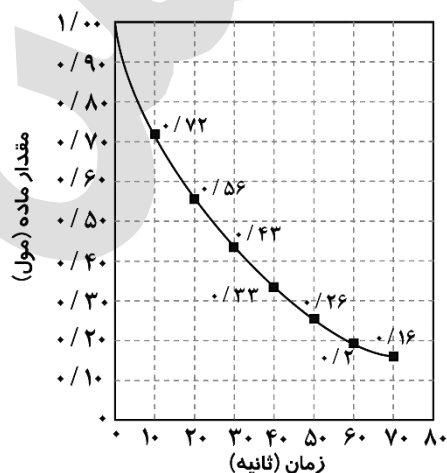
۲۰۰(۳)

۲۵۰(۴)

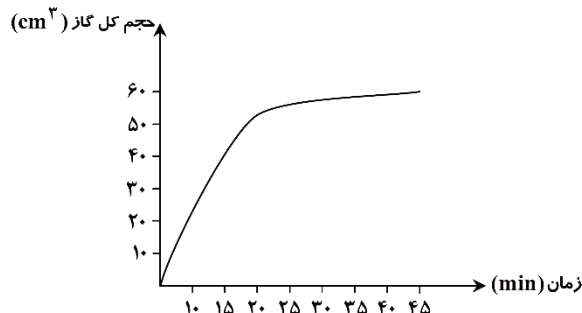
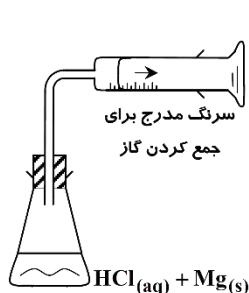
تست ۱۸: با توجه به معادله ی واکنش: $\text{NO(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{N}_2\text{O}_3\text{(g)}$ پس از موازنه، کدام نمودار درباره ی تغییر غلظت $\text{O}_2\text{(g)}$, NO(g) نسبت به زمان درست است؟ (غلظت اولیه ی $\text{O}_2\text{(g)}$, NO(g) به ترتیب ۲ و ۱ مول بر لیتر فرض می شود)



تست ۱۹: اگر نمودار پیشرفت واکنش تجزیه ی هیدروژن پراکسید به صورت روبرو باشد، کدام نمودار نشان دهنده ی تقریبی تغییر مقدار اکسیژن در این واکنش است؟



تست ۲۰: در یک ظرف شیشه ای دارای ۱۰۰ mL محلول ۰/۰۶ M هیدروکلریک اسید که دهانه آن به یک سرنگ استوانه ای به قطر ۲ cm متصل است، یک تکه نوار منیزیم به وزن ۲ گرم انداخته می شود. برای انجام نیمی از این واکنش، به چند ثانیه زمان نیاز است و در این هنگام، پیستون چند cm نسبت به محل اولیه ی خود جابجا می شود؟ (حجم مولی گاز در شرایط آزمایش برابر ۲۰ L و $\pi=3$)



فرض شود. ($Mg=24 : g.mol^{-1}$)

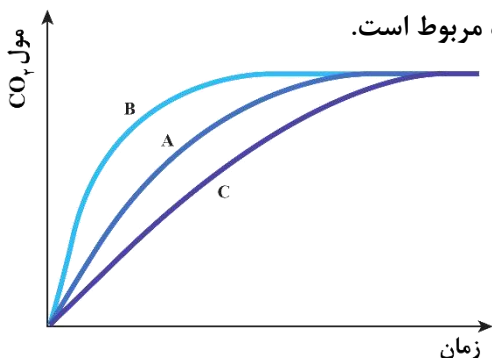
۱۰،۶۰۰(۱)

۲۰،۶۰۰(۲)

۲۰،۶۰(۳)

۱۰،۶۰(۴)

تست ۲۱: با توجه به شکل زیر که درباره ی واکنش مقدار معینی از کلسیم کربنات با هیدروکلریک اسید (در سه ظرف جداگانه) در دماهای ۲۵°C و ۰°C با محلول ۰/۱ مولار هیدروکسید اسید و دمای ۲۵°C با محلول ۰/۲ مولار این اسید است. می توان دریافت که نمودار به واکنش در دمای ۰°C وبا محلول مولار اسید مربوط است.



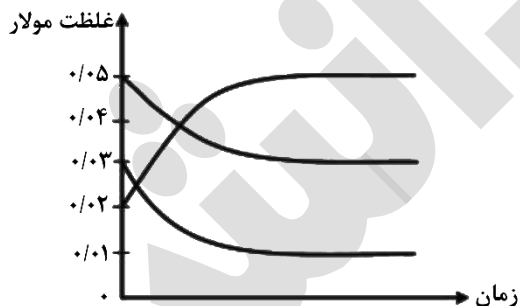
۰/۱، ۰، A(۱)

۰/۲، ۰، A(۲)

۰/۲، ۲۵، B(۳)

۰/۱، ۲۵، C(۴)

تست ۲۲: با توجه به نمودار پیشرفت واکنش نسبت به زمان زیر، مجموع ضریب های استوکیومتری مواد شرکت کننده در واکنش، کدام است؟



۳(۱)

۴(۲)

۵(۳)

۷(۴)

تست ۲۳: مقدار کافی از مفتول مسی در ۲۵۰ mL محلول ۰/۲۴ مولار نقره نیترات قرار داده شده است. اگر کامل شدن این واکنش، ده دقیقه طول بکشد سرعت متوسط مصرف فلز مس چند مول بر ثانیه و غلظت کدام گونه در طول واکنش، به تقریب ثابت است؟

(۱) 5×10^{-5} ، یون نیترات

(۲) 5×10^{-5} ، کاتیون مس (II)

(۳) 10^{-4} ، یون نیترات

(۴) 10^{-4} ، کاتیون مس (II)

انرژی فعال سازی در واکنش های شیمیایی

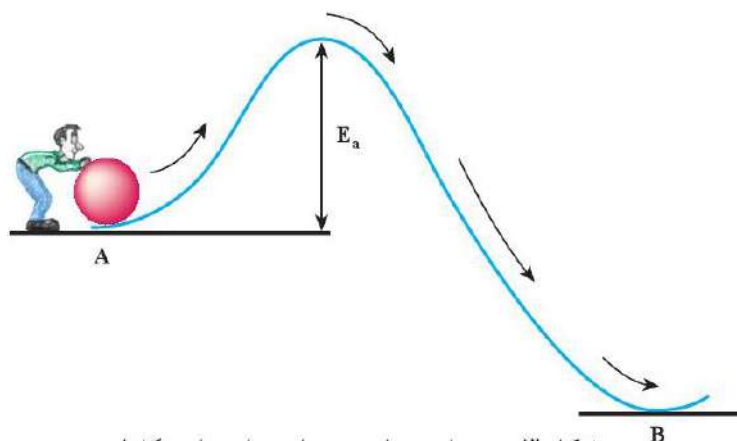
✓ واکنش های شیمیایی با سرعت های گوناگون انجام می شوند.

← برای نمونه واکنش زنگ زدن آهن گند در حالی که واکنش سوختن متان، تند است.

✓ سوالات زمینه ساز: به راستی چرا سرعت واکنش های شیمیایی با هم تفاوت دارند؟ همچنین می دانید که افزایش دما سبب افزایش سرعت واکنش های شیمیایی می شود؛ برای نمونه گاز نیتروژن با گاز اکسیژن در دمای اتاق واکنش نمی دهد اما درون موتور خودرو اندکی از آنها به نیتروژن مونوکسید تبدیل می شود. آیا می دانید چرا این واکنش در دمای اتاق انجام نمی شود؟

✓ هر واکنش برای انجام شدن به حداقلی از انرژی نیاز دارد. در واقع برای اینکه یک واکنش شیمیایی آغاز شود باید واکنش دهنده ها مقدار معینی انرژی داشته باشند که به آن انرژی فعال سازی (E_a) می گویند.

برای درک بهتر این موضوع، فرض کنید شخصی می خواهد گلوله ای را از نقطه A به نقطه B منتقل کند.



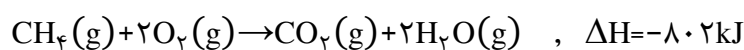
شکل ۳- عبور از سد انرژی برای جابه جایی گلوله

← برای این منظور، او دست کم باید انرژی لازم برای رساندن گلوله به بالای قله را تأمین کند؛ زیرا از آن به بعد گلوله بر اثر نیروی گرانش روی سطح شیب دار به پایین سرازیر می شود. بدیهی است هر چه ارتفاع قله کمتر باشد، انتقال گلوله آسان تر و سریع تر انجام می شود.

🔬 حاشیه کتاب درسی: دمای موتور خودروها بیشتر از 1000°C است

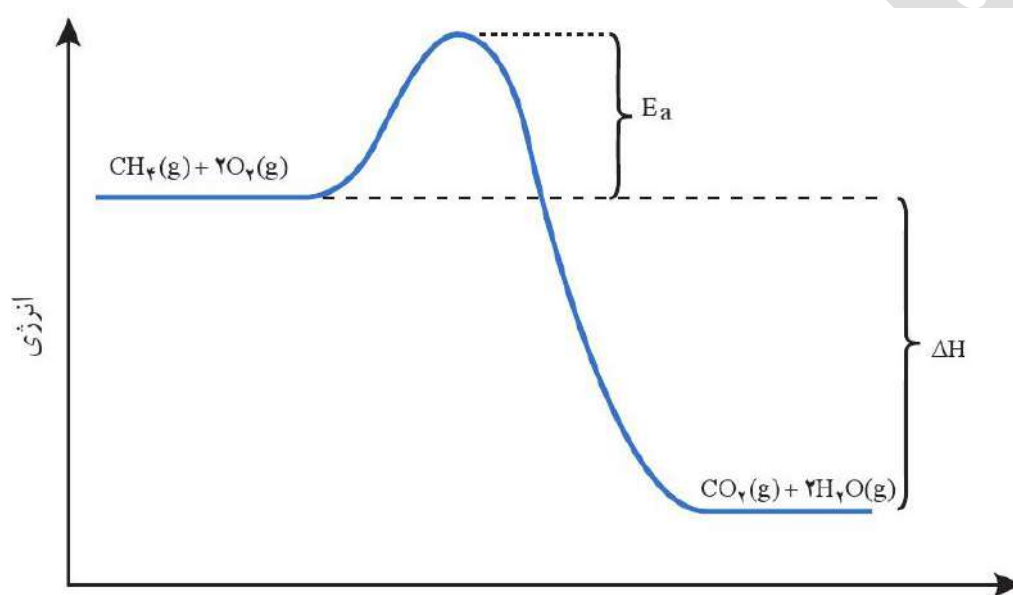
✓ برای واکنش های شیمیایی نیز چنین است، به طوری که برای آغاز هر واکنش شیمیایی، مقدار معینی از انرژی لازم است که به آن انرژی فعال سازی واکنش (E_a) می گویند.

✓ یکی از روش های تأمین این انرژی، گرما دادن به واکنش دهنده ها است. جالب اینکه واکنش های شیمیایی صرف نظر از اینکه گرماده یا گرماگیر باشند، برای آغاز شدن به انرژی نیاز دارند؛ برای نمونه به واکنش سوختن متان (گاز شهری) در اجاق گاز توجه کنید.



← هر چند این واکنش گرماده است اما برای آغاز شدن به جرقه یا شعله نیاز دارد. در واقع جرقه یا شعله فندک و کبریت، انرژی فعال سازی واکنش را تأمین می کند.

✓ شکل زیر، نمودار انرژی به پیشرفت واکنش سوختن متان را نشان می دهد:



✓ این نمودار نشان می دهد که واکنش دهنده ها برای آغاز واکنش باید حداقلی از انرژی را داشته باشند تا با عبور از سد انرژی به فراورده ها تبدیل شوند.

فراورده هایی که در این واکنش پایدارتر از واکنش دهنده ها هستند.

به دیگر سخن اگر انرژی فعال سازی این واکنش تأمین نشود، واکنش دهنده ها دست نخورده باقی می مانند.

✓ بدیهی است که هر چه انرژی فعال سازی واکنشی بیشتر باشد، سرعت آن کمتر است. در نتیجه واکنش در شرایط دشوارتر و دمای بالاتری انجام می شود زیرا بزرگ بودن E_a نشان می دهد که واکنش دهنده ها برای عبور از این سد به انرژی بیشتری نیاز دارند.

از این رو با افزایش دما، انرژی واکنش دهنده ها بیشتر می شود. به طوری که شمار ذره هایی که در واحد زمان می توانند به فراورده ها تبدیل شوند، افزایش یافته و در نتیجه سرعت واکنش افزایش می یابد.

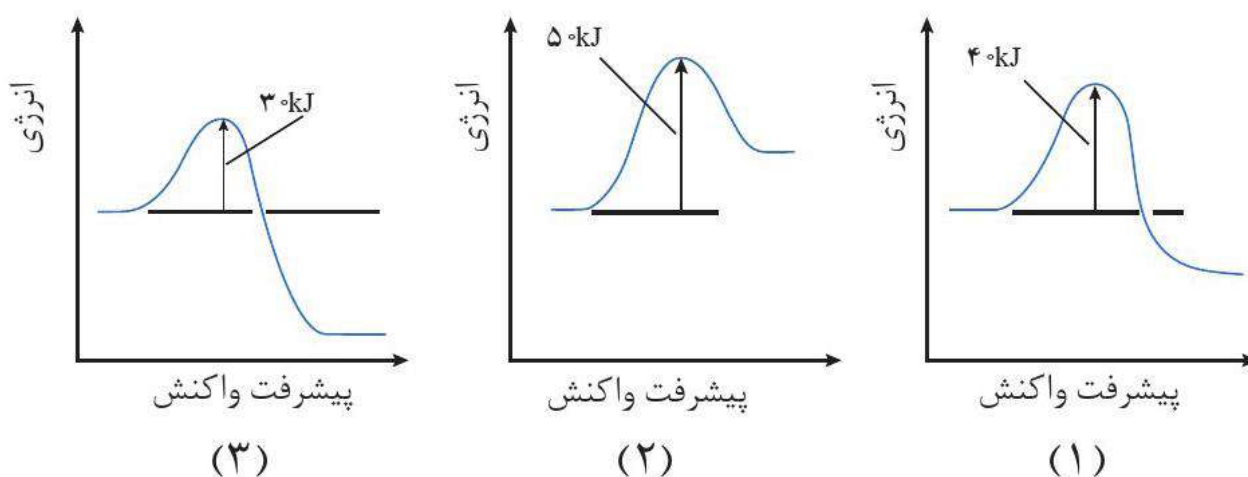
← این توصیف کمک می کند تا بتوان با مقایسه E_a واکنش ها، درباره سرعت و شرایط آغاز آنها اظهار نظر کرد.

حاشیه کتاب درسی: هنگامی که نوک کبریت روی سطح زبر قوطی کبریت کشیده شود، گرما تولید می شود. این گرما انرژی فعال سازی واکنش شیمیایی انجام شده را تأمین می کند.

حاشیه کتاب درسی: انرژی فعال سازی واکنش را با E_a نمایش میدهند و با یکای کیلوژول گزارش می کنند.

خود را بیازماید

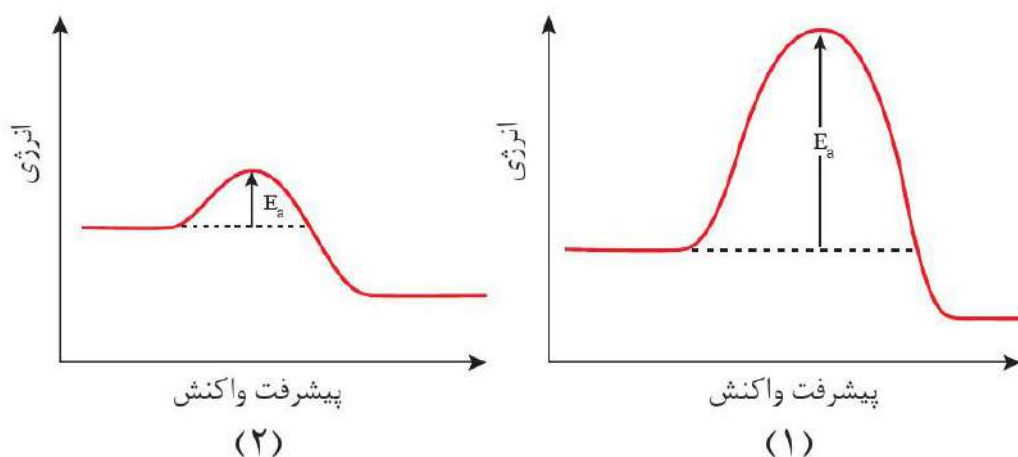
با توجه به نمودارهای زیر به پرسش ها پاسخ دهید .



(آ) گرماده یا گرماگیر بودن هر یک از واکنش ها را مشخص کنید و پاسخ خود را توضیح دهید. پاسخ:

(ب) کدام واکنش در شرایط یکسان سریع تر انجام می شود؟ چرا؟ پاسخ:

(پ) فسفر سفید برخلاف گاز هیدروژن در هوا و در دمای اتاق می سوزد. با توجه به این واقعیت کدام نمودار به کدام واکنش مربوط است؟ چرا؟ پاسخ:



✓ برخی واکنش ها در صنعت فقط در دما و فشار بالا انجام می شوند و تولید فراورده ها در آنها صرفه اقتصادی ندارد (زیرا انرژی فعال سازی زیادی دارند)

← از این رو شیمییدان ها در پی یافتن شرایط بهینه (دما و فشار پایین تر) برای انجام چنین واکنش هایی هستند. (کاهش انرژی فعال سازی با استفاده از کاتالیزگر)

📖 **حاشیه کتاب درسی:** کاتالیزگرها در واکنش شرکت می کنند؛ اما در پایان واکنش باقی می مانند. از این رو می توان آنها را بارها و بارها به کار برد. همچنین استفاده از کاتالیزگرها در صنایع گوناگون، سبب کاهش آلودگی محیط زیست می شود.

با هم بیندیشیم

۱- جدول زیر برخی داده ها برای واکنش میان گازهای هیدروژن و اکسیژن را در شرایط گوناگون نشان می دهد، با توجه به آن به پرسش ها پاسخ دهید.

شرایط آزمایش	دما ($^{\circ}\text{C}$)	سرعت واکنش	آنتالپی واکنش (kJ)
بدون حضور کاتالیزگر	۲۵	ناچیز	-۵۷۲
ایجاد جرقه در مخلوط	۲۵	انفجاری	-۵۷۲
در حضور پودر روی	۲۵	سریع	-۵۷۲
در حضور توری پلاتینی	۲۵	انفجاری	-۵۷۲

آ) توضیح دهید چرا این واکنش در دمای اتاق بدون حضور کاتالیزگر انجام نمی شود؟

پاسخ:

ب) نقش جرقه در انجام واکنش چیست؟

پاسخ:

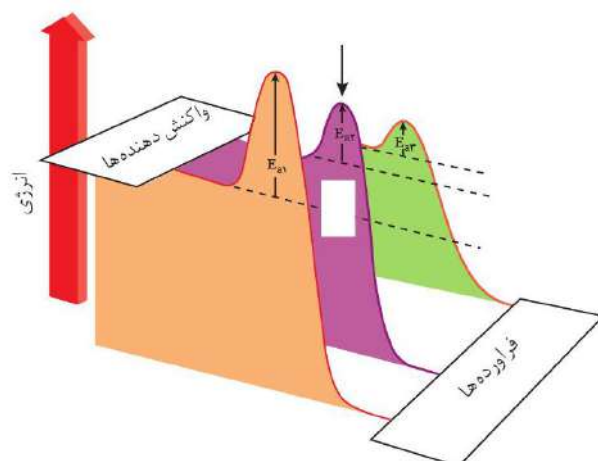
پ) نقش پودر روی و توری پلاتینی در این واکنش چیست؟

پاسخ:

ت) کدام کمیت برای این واکنش در هر شرایطی ثابت می ماند؟

پاسخ:

۲- هر یک از نمودارها را به کدام شروع واکنش می توان نسبت داد؟ توضیح دهید.



۳- با خط زدن واژه نادرست در هر مورد، عبارت داده شده را کامل کنید.

کاتالیزگر در هر واکنش شیمیایی با $\frac{\text{کاهش}}{\text{افزایش}}$ انرژی فعال سازی، سرعت واکنش را افزایش را $\frac{\text{کاهش}}{\text{افزایش}}$ می دهد، اما آنتالپی واکنش

ثابت می ماند

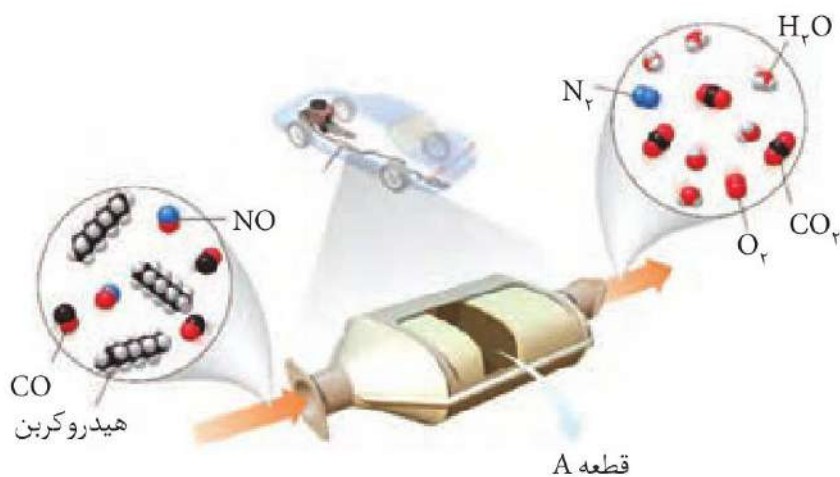
افزایش می یابد

حاشیه کتاب درسی: کاتالیزگر را می توان به تونلی در یک جاده کوهستانی تشبیه کرد. تونل با کوتاه کردن مسیر حرکت سبب می شود که مسافران زودتر به مقصد برسند، کاتالیزگر نیز با تغییر مسیر واکنش، انرژی فعال سازی را کاهش داده و سبب می شود واکنش دهنده ها سریع تر به فرآورده ها تبدیل شوند.

✓ پی بردید که انرژی فعال سازی واکنش را می توان با استفاده از گرما تأمین کرد یا با استفاده از کاتالیزگر کاهش داده تا واکنش ها را با سرعت دلخواه انجام داد. اینک زمان آن رسیده است که در نقش یک شیمیدان یا مهندس شیمی با تکیه بر دانش شیمی خود، راهکارهایی برای کاهش یا حذف آلاینده های خروجی از آگروز خودروها ارائه کنید. نکته شایان توجه این است که این آلاینده ها در کسری از ثانیه از موتور خودرو خارج و وارد هوا کره می شوند. همچنین دمای آنها در این زمان بسیار کوتاه به سرعت کاهش می یابد.

بازم بیندیشیم

۱- برای حذف آلاینده های موجود در اگزوز خودروها (CO , SO_x , NO , C_xH_y) قطعه ای را در مسیر خروج گازها قرار می دهند. با توجه به شکل زیر به پرسش ها پاسخ دهید.



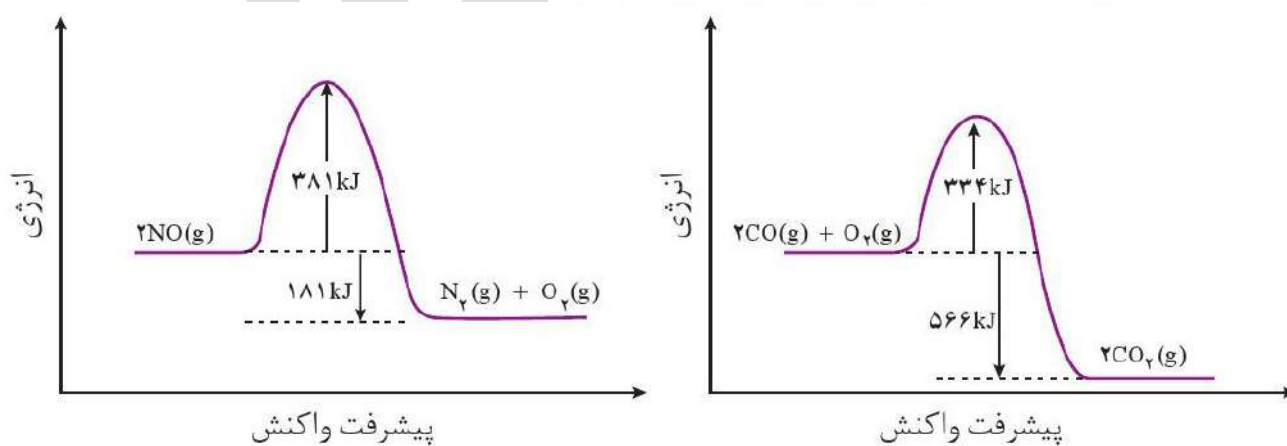
آ) هر آلاینده پس از عبور از قطعه A به چه فراوردهای تبدیل می شود؟

پاسخ:

ب) معادله شیمیایی حذف هر یک از آلاینده ها را بنویسید و موازنه کنید.

پاسخ:

۲- با توجه به نمودارهای زیر به پرسش ها پاسخ دهید.



آ) چرا این واکنش ها در دماهای پایین انجام نمی شوند یا بسیار کند هستند؟

پاسخ:

ب) انرژی فعال سازی و آنتالپی هر واکنش را تعیین کنید.

پاسخ:

۳- جدول زیر مقدار این آلاینده ها را در حضور و غیاب قطعه A نشان می دهد.

(آ) با توجه به آن پیش بینی کنید نقش این قطعه چیست؟

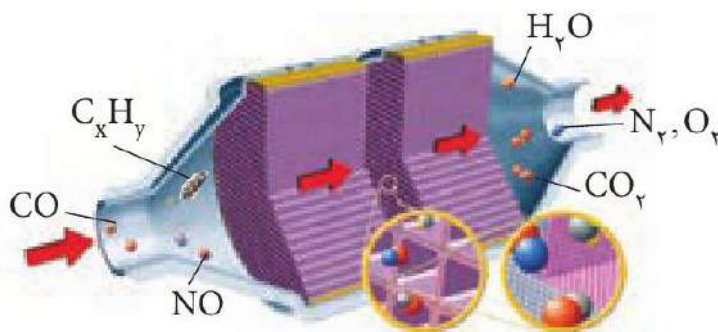
NO	C _x H _y	CO	فرمول شیمیایی آلاینده	
۱/۰۴	۱/۶۷	۵/۹۹	در غیاب قطعه A	مقدار آلاینده بر حسب گرم
۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۶۱	در حضور قطعه A	به ازای طی یک کیلومتر

پاسخ:

ب) تجربه نشان می دهد که کارایی قطعه A به نوع کاتالیزگر های موجود در آن بستگی دارد. این قطعه محتوی سه نوع کاتالیزگر است. با این توصیف کدام عبارت زیر درست است؟ چرا؟

پاسخ:

- ☒ هر کاتالیزگر می تواند به همه واکنش ها سرعت ببخشد. هر کاتالیزگر به شمار معدودی واکنش سرعت می بخشد.
- ☒ در مسیر گازهای خروجی از خودروها قطعه ای (مبدل کاتالیسی) قرار می دهند که می تواند باعث حذف یا کاهش آلاینده ها شود.
- ☒ بر روی سطح این قطعه سرامیکی که به شکل توری به کار می رود، فلزهای رودیم (Rh)، پالادیم (Pd) پلاتین (Pt) نشانده شده است.
- ☒ برای افزایش کارایی مبدل کاتالیستی، گاهی سرامیک را به شکل مش (دانه) های ریز در می آورند و کاتالیزگرها را روی سطح آن می نشانند.
- ☒ در سطح سرامیک های درون مبدل کاتالیستی، توده های فلزی با قطر ۲ تا ۱۰ نانومتر وجود دارند.



☒ با اینکه مبدل کاتالیستی برای مدت طولانی کار می کند اما پس از مدت معینی کارایی آن کاهش می یابد و دیگر قابل استفاده نیست.

☒ سوخت مناسب برای خودروهای مجهز به مبدل کاتالیستی، بنزین بدون سرب است.

خود را ایازماید

۱- با وجود مبدل کاتالیستی، در گازهای خروجی از اگزوز خودروها به هنگام روشن و گرم شدن خودرو به ویژه در روزهای سرد زمستان گازهای CO ، SO_2 ، NO ، C_xH_y بیشتری مشاهده می شود.

آ) دلیل این پدیده را توضیح دهید.

پاسخ:

ب) چه راهکاری برای برطرف کردن این مشکل پیشنهاد می کنید؟

پاسخ:

۲- درباره درستی جمله های زیر گفت و گو کنید.

• کاتالیزگر اغلب اختصاصی و انتخابی عمل می کند.

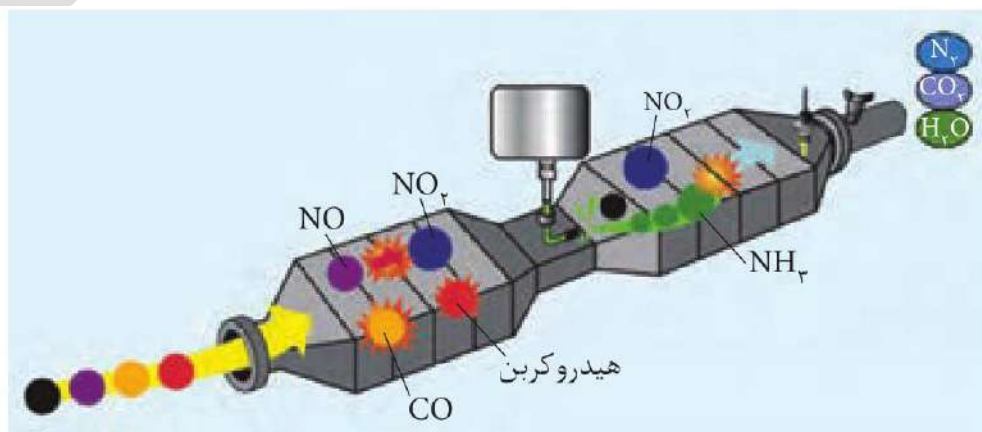
• در حضور کاتالیزگر نباید واکنش های ناخواسته دیگری انجام شود.

• کاتالیزگر در شرایط انجام واکنش باید پایداری شیمیایی و گرمایی مناسبی داشته باشد.

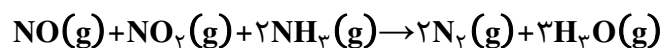
✓ با استفاده از مبدل کاتالیستی می توان از ورود آلاینده های تولید شده در خودروهای بنزینی به هوا کره جلوگیری کرد.

اما بررسی ها نشان میدهد که با استفاده از این نوع مبدل ها نمی توان گازهای NO و NO_2 خروجی از خودروهای دیزلی را به گاز نیتروژن تبدیل کرد.

✓ پژوهشگران و مهندسان برای خودروهای دیزلی مبدل کاتالیستی به شکل زیر طراحی کرده اند:



⇐ در این مبدل با ورود آمونیاک و انجام واکنش زیر، گازهای NO و NO₂ به گاز N₂ تبدیل شده و تا حدود زیادی از ورود گازهای NO و N به هوا کره جلوگیری می شود.



✓ افزایش کربن دی اکسید سبب ایجاد اثر گلخانه ای و بالارفتن دمای کره زمین شده است.

در نتیجه یخهای قطبی در حال آب شدن هستند.

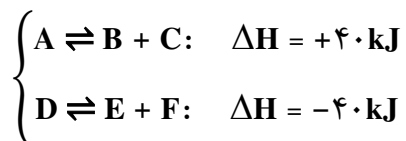
این مسئله سبب خواهد شد تا رفت و آمد کشتی ها و همچنین حفاری در اعماق اقیانوس قطب شمال و استخراج سوختهای فسیلی آن منطقه آسان تر شود.

بر این اساس عده ای معتقدند که نیازی به کنترل کربن دی اکسید هواکره نیست.

فاب دانش

تیب تست های انرژی فعال سازی:

۱- اگر در واکنش های نمادین برگشت پذیر روبه رو:

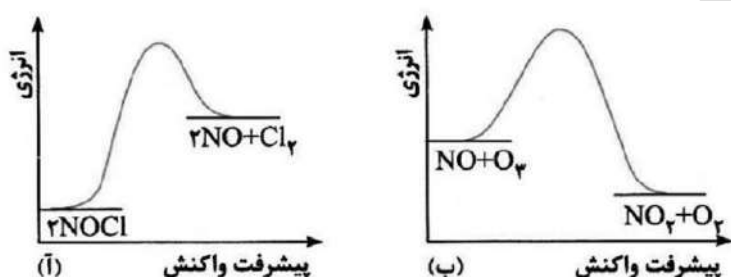


مقدار انرژی فعال سازی (در جهت رفت) در هر یک از آن ها برابر ۸۰ kJ باشد، چند مورد از مطالب زیر درباره ی آنها درست است؟

- فراورده های واکنش ۱ در مقایسه با واکنش ۲ پایدار ترند.
- انرژی فعال سازی در جهت برگشت در واکنش ۲، دو برابر واکنش ۱ است.
- تفاوت انرژی فعال سازی دو واکنش در جهت برگشت، برابر ۸۰ کیلوژول است.

۰ (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴)

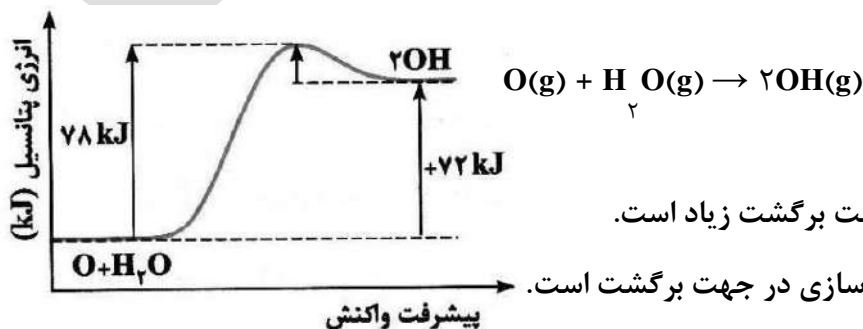
۲- با توجه به نمودارهای «انرژی - مسیر» واکنش زیر، چند مورد از مطالب زیر درست است؟



- واکنش ب، گرماده است و با سرعت بیشتری انجام می گیرد.
- واکنش ب، گرماگیر است و سرعت آن در جهت برگشت کمتر می باشد.
- با استفاده از کانالیزگر، ΔH واکنش آ، کاهش بیشتری پیدا می کند.

۰ (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴)

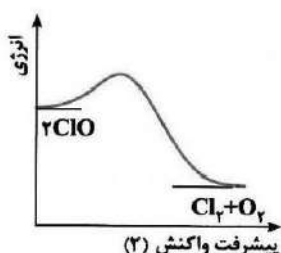
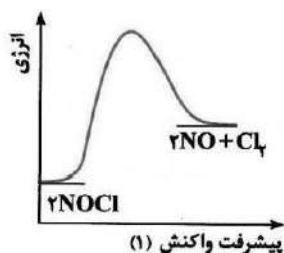
۳- با توجه به شکل زیر، که نمودار انرژی بر حسب پیشرفت واکنش را برای واکنش زیر نشان می دهد، چند مورد از مطالب زیر درست است؟



- واکنشی گرماده است و سرعت آن در جهت برگشت زیاد است.
- مقدار ΔH آن، ۱۲ برابر مقدار انرژی فعال سازی در جهت برگشت است.
- واکنشی گرماگیر است و فراورده ی آن از واکنش دهنده ها پایدارتر است.

۰ (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴)

۴- با توجه به شکل زیر، که به نمودارهای انرژی - پیشرفت واکنش در واکنشهای تجزیه NOCl و ClO مربوط است، می توان دریافت که واکنش گرما تجزیه تر و مقدار انرژی فعال سازی آن است.



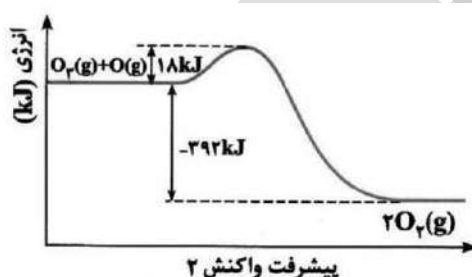
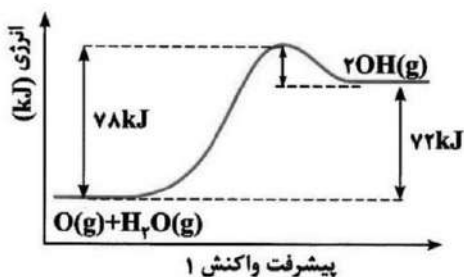
(۱) گیر - NOCl دشوار - کم تر

(۲) ده - ClO آسان - کم تر

(۳) گیر - NOCl آسان - بیش تر

(۴) ده - ClO دشوار - کم تر

۵- با توجه به نمودارهای شکل زیر، کدام بیان نادرست است؟



(۱) سرعت واکنش ۱، از سرعت واکنش ۲، کمتر است.

(۲) تفاوت ΔH دو واکنش، برابر با 320 kJ است.

(۳) در واکنش ۱، انرژی فعالسازی در جهت رفت، 13 برابر آن در جهت برگشت است.

(۴) واکنش ۲ گرماده و انرژی فعالسازی آن در جهت برگشت برابر 410 kJ است.

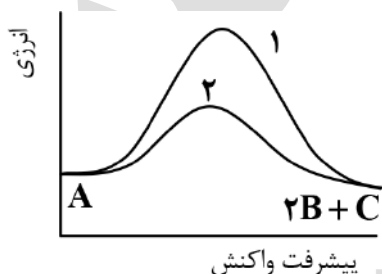
۶- با توجه به شکل روبه رو، کدام مطلب نادرست است؟

(۱) سرعت واکنش، در مسیر (۱)، کمتر است.

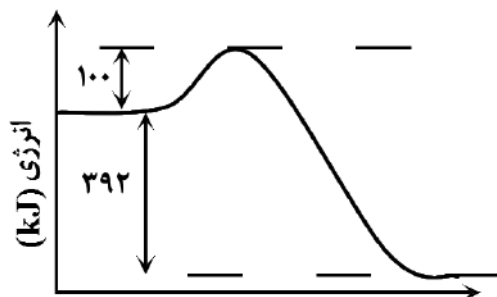
(۲) واکنش گرماده است.

(۳) مسیر (۲)، به استفاده از یک کاتالیزگر مربوط است.

(۴) کاتالیزگر، با کوتاه کردن مسیر واکنش، ΔH آن را کاهش داده است.

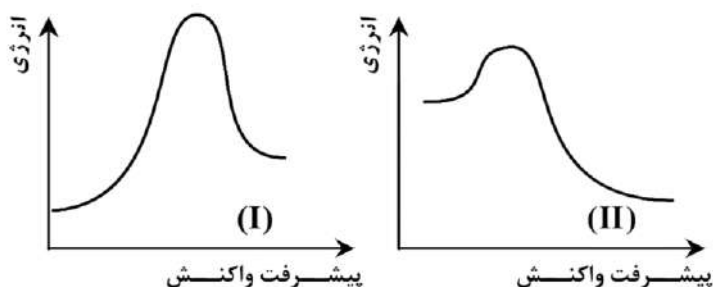


۷- با توجه به نمودار زیر و داده های آن، می توان دریافت که این واکنش در جهت گرما
 سرعت آن در این جهت است و ΔH آن در این جهت، برابر با کیلوژول است.



- (۱) برگشت - ده - بیش تر - ۴۹۲ -
- (۲) برگشت - گیر - کمتر - ۳۹۲ +
- (۳) رفت - گیر - کمتر - ۳۹۲ +
- (۴) رفت - ده - بیش تر - ۴۹۲ -

۸- با توجه به نمودارهای انرژی - پیشرفت واکنش « روبه رو، کدام مطلب، نادرست است؟



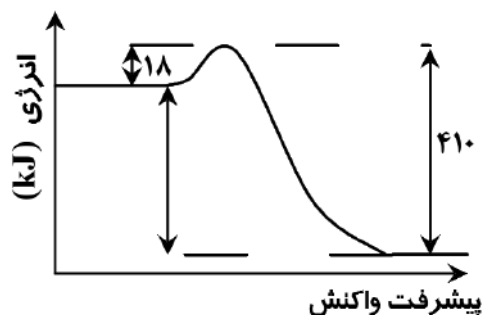
(آ) ΔH واکنش (II) از ΔH° واکنش (I) بزرگتر است.

(ب) سرعت واکنش (II) در جهت برگشت در مقایسه با واکنش (I) در جهت برگشت بیشتر است.

(پ) واکنش (I)، گرماگیر و مجموع انرژی های پیوندی فراورده ها در آن، نسبت به واکنش دهنده ها کمتر است.

- (۱) ۴ (۲) ۳ (۳) ۲ (۴) ۱

۹- با توجه به نمودار روبه رو و داده های آن، می توان دریافت که این واکنش در جهت گرما
 و سرعت آن در این جهت است و ΔH آن در جهت برگشت برابر کیلوژول است.

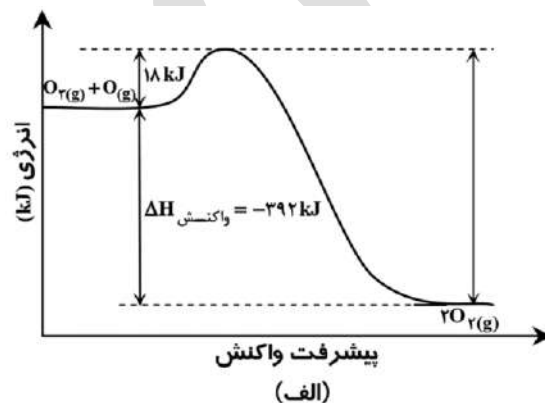
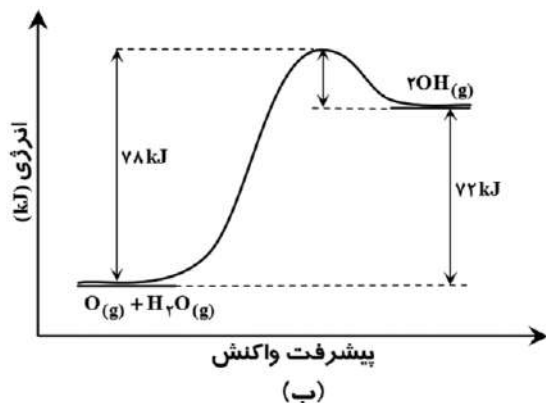


- (۱) رفت - ده - بیشتر - ۳۹۲ +
- (۲) رفت - ده - کمتر - ۳۹۲ -
- (۳) برگشت - گیر - کمتر - ۴۱۰ -
- (۴) برگشت - گیر - بیشتر - ۴۱۰ +

۱۰- در واکنش های شیمیایی، هر چه مقدار انرژی فعالسازی باشد، سرعت واکنش است.

- (۱) کمتر - بیشتر
(۲) کمتر - کمتر
(۳) بیشتر - کمتر
(۴) بیشتر - بیشتر

۱۱- با توجه به نمودارهای انرژی - پیشرفت واکنش زیر، کدام گزینه نادرست است؟



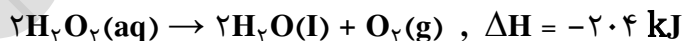
(۱) واکنش $2\text{OH}(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{O}(\text{g})$ با آزاد شدن ۷۸ کیلوژول گرما همراه است.

(۲) دو واکنش از نگاه آنتالپی با هم تفاوت دارند.

(۳) انرژی فعال سازی واکنش آدر جهت رفت، سه برابر انرژی فعال سازی واکنش ب، در جهت برگشت است.

(۴) سرعت واکنش آ، بیشتر است و تشکیل هر مول گاز اکسیژن با آزاد شدن ۱۹۶ کیلوژول گرما همراه است.

۱۲- ۲۰۰ گرم محلول ۱۷ درصد جرمی هیدروژن پراکسید، در دو ظرف A و B به صورت همزمان و در شرایط یکسان ریخته شده است. اگر به ظرف A مقداری KI(s) به عنوان کاتالیزگر اضافه شود، چند مورد از عبارت های زیر درست است؟ (H = ۱, O = ۱۶)



• دمای ظرف A با سرعت بیشتری افزایش می یابد.

• انرژی فعال سازی واکنش، در ظرف های A و B یکسان است.

در پایان، مقدار گاز آزاد شده در هر دو ظرف یکسان و در شرایط STP برابر ۱۲/۴ است

- (۱) ۰ (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۳

- ۱۳- اگر در واکنش فرضی: $A_2(g) + B_2(g) \rightarrow 2AB(g)$ ، ΔH واکنش برابر $+80 \text{ kJ}$ ، (برگشت) E_a در مجاورت کاتالیزگر برابر 30 kJ و تفاوت سطح انرژی پیچیده ی فعال در مجاورت کاتالیزگر و در نبود کاتالیزگر برابر 120 kJ باشد، چند مورد از مطالب زیر درست اند؟
- در نبود کاتالیزگر، (رفت) E_a برابر 230 kJ است.
- در نبود کاتالیزگر، (برگشت) E_a برابر 150 kJ است.
- در مجاورت کاتالیزگر، تفاوت ΔH واکنش با (رفت) E_a برابر 70 kJ است.
- واکنش، گرماده و سطح انرژی واکنش دهنده ها در مقایسه با فرآورده بالاتر است.

(۱) ۱۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

- ۱۴- در صورتی که در شهری $1,000,000$ خودرو وجود داشته باشد و هر خودرو سالیانه به طور میانگین $10,000$ کیلومتر مسافت طی کند، استفاده از مبدل کاتالیستی به تقریب سبب کاهش چند درصدی جرم کل آلاینده ها شده و مقدار آلاینده ها پس از کاربرد مبدل کاتالیستی در یک سال، چند تن خواهد بود؟

آلاینده		CO	C_xH_y	NO
مقدار آلاینده با یکای گرم بر کیلومتر	در نبود مبدل	۶	$1/67$	$1/04$
	با کاربرد مبدل	$0/6$	$0/07$	$0/04$

(۲) $7500,85$

(۱) $7100,85$

(۴) $7500,92$

(۳) $7100,92$

- ۱۵- کدام موارد از مطالب زیر، درست اند؟
- (آ) هر کاتالیزگر می تواند، یک واکنش معین را سرعت ببخشد.
- (ب) کاتالیزورها، باید در برابر شرایط انجام واکنش های شیمیایی پایدار بمانند.
- (پ) مبدل کاتالیستی خودروها، توری هایی از جنس فلزهای پلاتین، پالادیم و رودیم هستند.
- (ت) گاز N_2O خروجی اگزوز خودروها در مجاورت مبدل کاتالیستی، به سرعت به گاز NO_2 مبدل می شود.

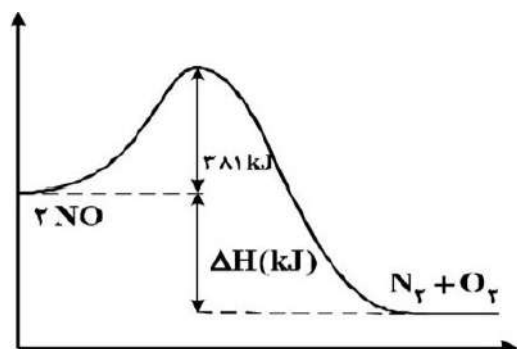
(۲) آ، ب، پ

(۱) آ، ب

(۴) ب، پ، ت

(۳) پ، ت

۱۶- با توجه به شکل زیر، اگر انرژی پیوند های $N=O$ و $N\equiv N$ و $O=O$ به ترتیب برابر ۶۰۷ ، ۹۴۴ و ۴۹۶ کیلوژول بر مول باشد، جمع جبری ΔH و E_a در واکنش (رفت) نشان داده شده، چند کیلوژول است؟



(۱) $+۱۵۵$

(۲) $+۱۸۷$

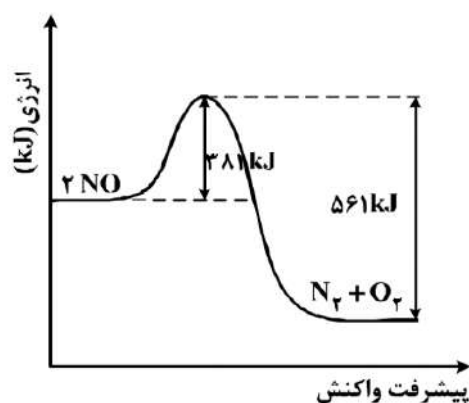
(۳) $+۴۲۱$

(۴) $+۶۰۷$

۱۷- با توجه به نمودار و داده های جدول زیر، در اثر پیمایش ۱۰۰ km مسافت به وسیله یک خودروی دارای مبدل کاتالیستی، چند کیلو ژول گرما در مبدل کاتالیستی تولید می شود؟

($O=۱۶$, $N=۱۴:g.mol^{-1}$)

مقدار آلاینده بر حسب گرم	بدون مبدل کاتالیستی	با مبدل کاتالیستی
در هر کیلوگرم پیمایش	$۱/۰۴$	$۰/۰۴$



(۱) ۲۰۰

(۲) ۲۶۰

(۳) ۳۰۰

(۴) ۳۶۰

ثابت تعادل و نکات آن

ممل یادداشت نکات:

شهاب دانش

شهاب دانش

آمونیاک و بهره وری در کشاورزی

✓ غذا به عنوان محور رشد و سلامتی، یکی از ضرورت های زندگی برای ادامه آن به شمار می رود. اما محدودیت منابع و روند رو به افزایش جمعیت سبب شده تا تأمین غذا به یکی دیگر از چالش های زندگی تبدیل شود.

✓ بهترین راه حل برای این مسئله، افزایش بهره وری در تولید فراورده های کشاورزی است.

← در این راستا شناسایی، تولید و افزودن کودهای شیمیایی مناسب به خاک راهگشا خواهد بود.

✓ گیاهان با جوی سرشار از گاز نیتروژن احاطه شده اند اما نمی توانند این عنصر ضروری برای رشد خود را به طور مستقیم از هوا جذب کنند ← از این رو باید نیتروژن را به شکل ترکیب های نیتروژن دار از جمله آمونیاک و اوره به خاک افزود.

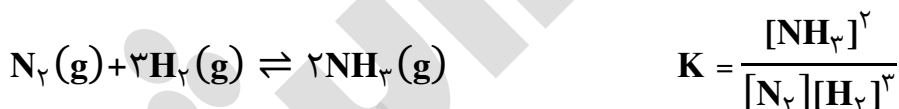
✓ در برخی کشورها برای افزایش بازده فراورده های کشاورزی، آمونیاک مایع را به عنوان کود شیمیایی به طور مستقیم به خاک تزریق می کنند.

حاشیه ی کتاب درسی: گیاهان برای رشد افزون بر کربن دی اکسید و آب به عنصرهایی مانند S، P، N، K و ... نیاز دارند.

✓ در دمای اتاق، واکنش میان گازهای نیتروژن و هیدروژن حتی در حضور کاتالیزگر یا جرقه پیش نمی رود (چرا؟). از سوی دیگر این واکنش، برگشت پذیر است و می تواند در شرایط مناسب به تعادل برسد. تعادلی که در دمای معین، مخلوطی از گازهای واکنش دهنده و فراورده با غلظت ثابت است.

خودرأیازماید

با توجه به معادله واکنش تعادلی تولید گاز آمونیاک و عبارت ثابت تعادل آن به پرسش ها پاسخ دهید.



آ توضیح دهید چگونه می توان از روی معادله یک واکنش، عبارت ثابت تعادل را برای آن نوشت؟
پاسخ:

ب) جدول زیر غلظت تعادلی گونه ها را در دمای معینی برای این واکنش نشان می دهد. با محاسبه K، مشخص کنید میزان پیشرفت واکنش در این دما کم است یا زیاد؟ چرا؟

$[NH_3]$	$[H_2]$	$[N_2]$	K
۰/۰۲	۰/۱۵	۰/۴

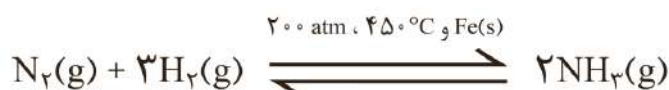
پاسخ:

✓ تولید فراورده بیشتر در شرایط معین، به میزان پیشرفت واکنش در آن شرایط بستگی دارد.

(هر چه میزان پیشرفت واکنش بیشتر باشد، درصد بیشتری از واکنش دهنده ها به فراورده ها تبدیل می شوند.)

⇐ از این رو شیمییدان ها به دنبال یافتن شرایطی هستند که در آن، واکنش دهنده ها تا حد ممکن به فراورده ها تبدیل شده باشند.

✓ فریتس هابر برای یافتن چنین شرایطی، این واکنش را بارها و بارها در شرایط گوناگون انجام داد و سرانجام موفق شد شرایط بهینه واکنش را بیابد:

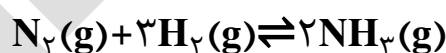


✓ **اصل لوشاتلیه:** اگر تغییری سبب به هم خوردن یک سامانه تعادلی شود، تعادل در جهتی جابه جا می شود که تا حد امکان اثر آن تغییر را جبران کند.

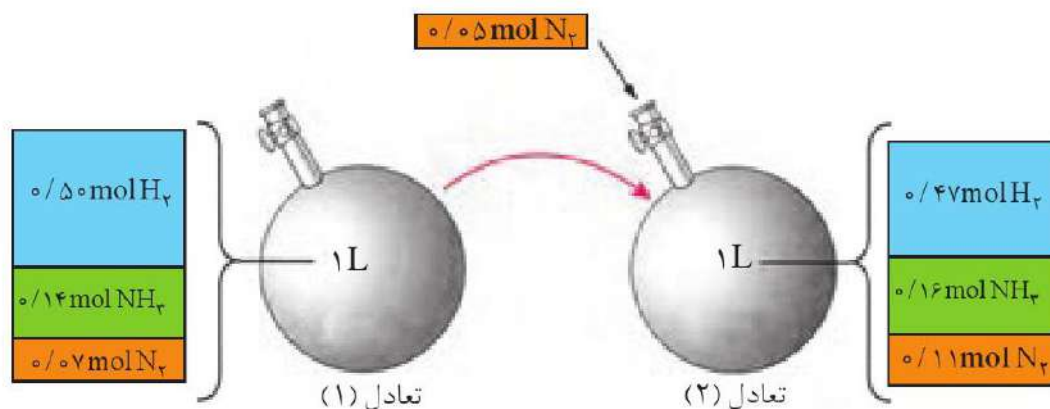
✓ **اثر تغییر غلظت:** واکنش تعادلی با افزایش غلظت یکی از مواد شرکت کننده در دمای ثابت، در جهتی پیش می رود که تا حد امکان مقداری از آن را مصرف کند و به تعادل جدید برسد اما در این جابه جایی، K ثابت می ماند. و با کاهش غلظت هر ماده شرکت کننده، واکنش تا حد امکان در جهت تولید آن ماده پیش خواهد رفت.

با هم بیندیشیم

در محفظه ای به حجم یک لیتر، تعادل زیر در دمای 200°C برقرار است.



شکل زیر افزودن مقداری نیتروژن را به این سامانه در دمای ثابت نشان می دهد. با توجه به شکل به پرسش ها پاسخ دهید.



۱- جدول زیر را کامل کنید.

K	$[N_2]$	$[H_2]$	$[NH_3]$	کمیت تعادل
				۱
				۲

۲- غلظت کدام مواد در تعادل (۲) در مقایسه با تعادل (۱) افزایش یافته است؟ پاسخ:

۳- با افزودن N_2 به تعادل (۱)، واکنش در چه جهتی پیش رفته است تا به تعادل جدید برسد؟ چرا؟

پاسخ:

۴- K در این آزمایش چه تغییری کرده است؟ از این ویژگی چه نتیجه ای می گیرید؟

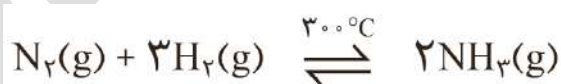
پاسخ:

۵- با خط زدن واژه نادرست در هر مورد، عبارت زیر را کامل کنید.

هنگامی که در دمای ثابت، غلظت یکی از مواد شرکت کننده در سامانه تعادلی $\frac{\text{کاهش}}{\text{افزایش}}$ یابد، واکنش در جهت $\frac{\text{تولید}}{\text{مصرف}}$ آن تا حد امکان پیش می رود تا به تعادل $\frac{\text{آغازی}}{\text{جدید}}$ برسد.

خود را بیازماید

واکنش تعادلی زیر در سامانه ای با حجم و دمای ثابت برقرار است. با هر یک از تغییر های زیر تعادل در چه جهتی جابه جا می شود؟ چرا؟



(آ) خارج کردن مقداری گاز آمونیاک از سامانه

پاسخ:

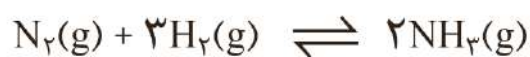
(ب) وارد کردن مقداری گاز هیدروژن در سامانه

پاسخ:

تغییر حجم سامانه در تعادل های گازی

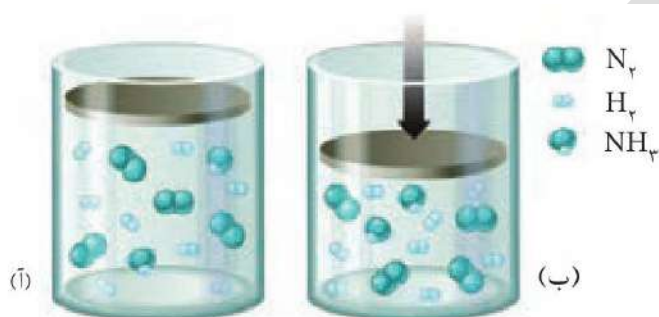
✓ در دما و حجم ثابت با افزایش شمار مول های یکی از مواد شرکت کننده، غلظت آن افزایش می یابد و مطابق اصل لوشاتلیه واکنش تعادلی تا حد امکان در جهت مصرف آن جابه جا می شود.

✓ برای تغییر غلظت مواد شرکت کننده می توان از روش دیگری نیز بهره برد. روشی که در آن حجم سامانه در دمای ثابت تغییر می کند. برای نمونه اگر تعادل:



در سیلندری مجهز به پیستون روان (شکل زیر) برقرار باشد، با افزایش فشار بر روی پیستون می توان حجم چنین سامانه ای را در دمای ثابت کاهش داد.

← شکل زیر کاهش حجم سامانه تعادلی در دمای ثابت را نشان می دهد:



در تعادل جدید شمار مول های آمونیاک افزایش یافته و شمار مول های نیتروژن و هیدروژن کاهش می یابد اما ثابت تعادل تغییری نمی کند (شکل زیر).

شکل زیر برقراری تعادل جدید برای کاهش اثر فشار را نشان می دهد:



⇐ این جابه جایی نشان می دهد که کاهش حجم سامانه گازی در دمای ثابت، تعادل را در جهت مول های گازی کمتر جابه جا می کند.

✓ کاهش حجم یک سامانه محتوی تعادل گازی یا افزایش فشار بر این سامانه در دمای ثابت سبب می شود که تعادل در جهت شمار مول های گازی کمتر جابه جا شود.

← زیرا هر چه شمار مول های گاز موجود در یک سامانه کمتر باشد، شمار برخورد مولکول ها به دیواره ها کمتر و در نتیجه فشار گاز کمتر خواهد شد.

✓ افزایش فشار بر یک واکنش تعادلی با شمار مول های گازی برابر در دو سوی معادله واکنش، تأثیری بر جابه جایی تعادل نخواهد داشت.

مثال:
$$\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$$

دما، عاملی برای جابه جایی تعادل و تغییر K

با رفتار تعادل گازی در برابر تغییر غلظت مواد شرکت کننده و تغییر فشار وارد بر سامانه در دمای ثابت آشنا شدید، رفتاری که با اصل لوشاتلیه توجیه می شود.

✓ تنها عاملی که افزون بر جابه جا کردن تعادل، توانایی تغییر K را نیز دارد، دماست.

← هنگامی که دمای یک سامانه محتوی تعادل گازی تغییر می کند، پس از رسیدن به تعادل جدید افزون بر تغییر غلظت مواد شرکت کننده، K نیز تغییر خواهد کرد.

✓ اثر تغییر دما بر تعادل های گوناگون، یکسان نیست و به گرماده یا گرماگیر بودن آنها بستگی دارد.

با هم بیندیشیم

۱- جدول داده شده اثر دما را بر ثابت تعادل زیر نشان می دهد. با توجه به آن به پرسش ها پاسخ دهید.



دما (°C)	۲۵	۲۲۵	۴۳۵
K	$2/5 \times 10^{-25}$	4×10^{-11}	4×10^{-5}

آ) عبارت ثابت تعادل را برای آن بنویسید.

پاسخ:

ب) میزان پیشرفت واکنش در کدام دما بیشتر است؟ چرا؟

پاسخ:

پ) با افزایش دما K چه تغییری کرده است؟ این تغییر، جابه جا شدن تعادل را در چه جهتی نشان می دهد؟

پاسخ:

ت) اگر برای این واکنش $\Delta H > 0$ باشد، جابه جا شدن تعادل و افزایش K را به کمک اصل لوشاتلیه توجیه کنید.

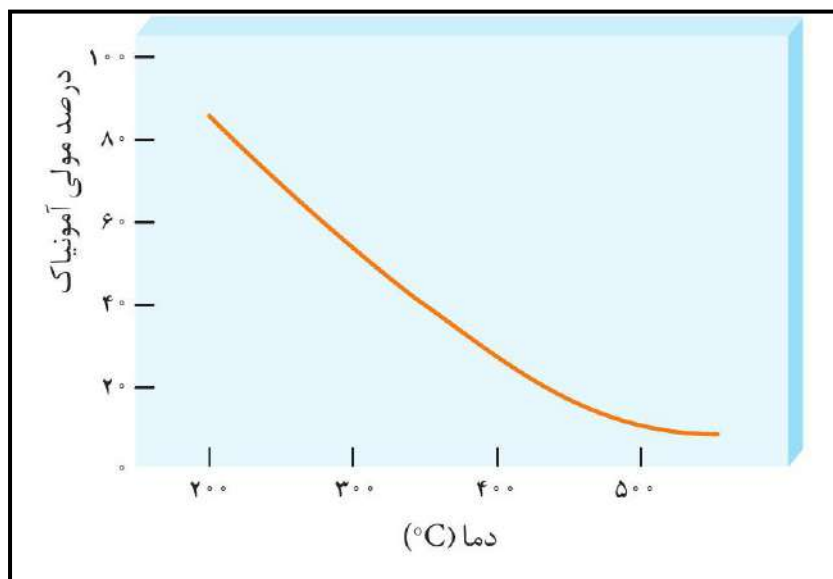
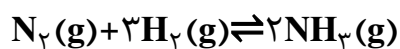
پاسخ:

۲- با خط زدن واژه نادرست در هر مورد، عبارت زیر را کامل کنید.

هنگامی که دمای یک سامانه تعادلی افزایش می یابد، واکنش در جهت $\frac{\text{گرمای مصرف}}{\text{تولید}}$ پیش می رود، اگر این واکنش گرماگیر

باشد مقدار $\frac{\text{فراورده ها}}{\text{واکنش دهنده ها}}$ در سامانه کاهش می یابد.

۳- نمودار زیر درصد مولی آمونیاک را برای سامانه تعادلی زیر در فشار ثابت نشان میدهد. با توجه به آن به پرسش ها پاسخ دهید .



آ) با افزایش دما در صد مولی آمونیاک در سامانه چه تغییری می کند؟

پاسخ:

ب) این واکنش گرماده است یا گرماگیر؟ چرا؟

پاسخ:

پ) مقدار ثابت تعادل آن در سه دمای ۲۵، ۲۰۰ و ۴۰۰ درجه سلسیوس به صورت زیر است

$$K_1 = 6/2 \times 10^{-4} \quad , \quad K_2 = 2/24 \quad , \quad K_3 = 6/0 \times 10^5$$

کدام یک، ثابت تعادل را در دمای اتاق نشان می دهد؟ توضیح دهید.

شرایط بهینه برای تولید آمونیاک توسط هابر

✓ با تغییر غلظت، فشار و دما می توان سامانه های تعادلی را در جهت دلخواه جابه جا کرد.

فریتس هابر نیز انتظار داشت که با تغییر این عوامل بتواند مقدار آمونیاک را در مخلوط تعادلی افزایش دهد.

✓ با افزایش دما و تأمین انرژی فعال سازی، سرعت بود واکنش افزایش خواهد یافت. از این رو واکنش را در دماهای بالاتر بررسی کرد.

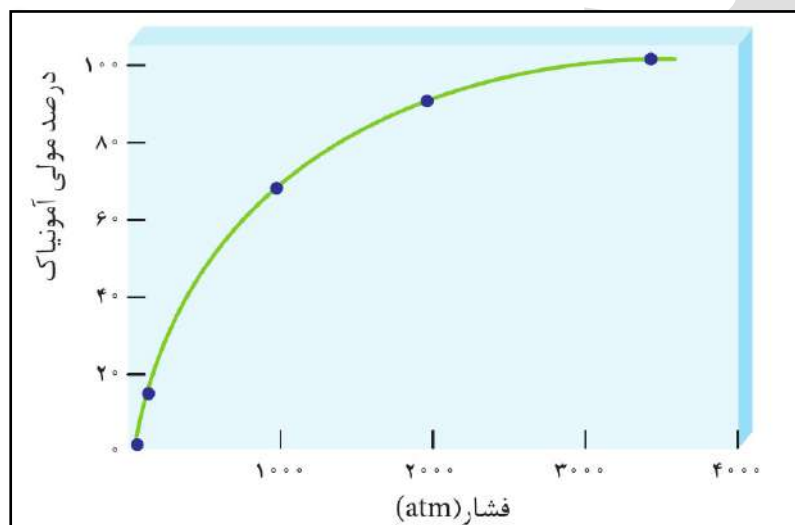
دماهایی که در آنها واکنش با سرعت چشمگیری انجام می شد، اما با پیشرفت کمی به تعادل می رسید به طوری که سامانه محتوی مخلوطی از هر سه گاز بود.

او هر چه دما را بالاتر می برد، در صد مولی آمونیاک در مخلوط کاهش می یافت.

✓ هابر دریافت که افزایش دما نمی تواند برای تولید آمونیاک بیشتر ثمربخش باشد.

او با استفاده از کاتالیزگر توانست واکنش را در دماهای پایین تر با سرعت مناسب انجام دهد، هر چند که هنوز هم در صد مولی آمونیاک در مخلوط مطلوب نبود.

او برای رفع این مشکل، از افزایش فشار بر سامانه بهره برد.



⇐ در دمای ثابت، با افزایش فشار درصد مولی آمونیاک در سامانه افزایش می یابد.

✓ به این ترتیب هابر توانست شرایط بهینه برای تولید آمونیاک را بیابد. (شرایطی که در آن، تنها ۲۸ درصد مولی مخلوط را آمونیاک تشکیل می دهد).

✓ در پایان برای جداسازی آمونیاک از مخلوط واکنش، از تفاوت آشکار در نقطه جوش آمونیاک با دو گاز دیگر استفاده کرد.

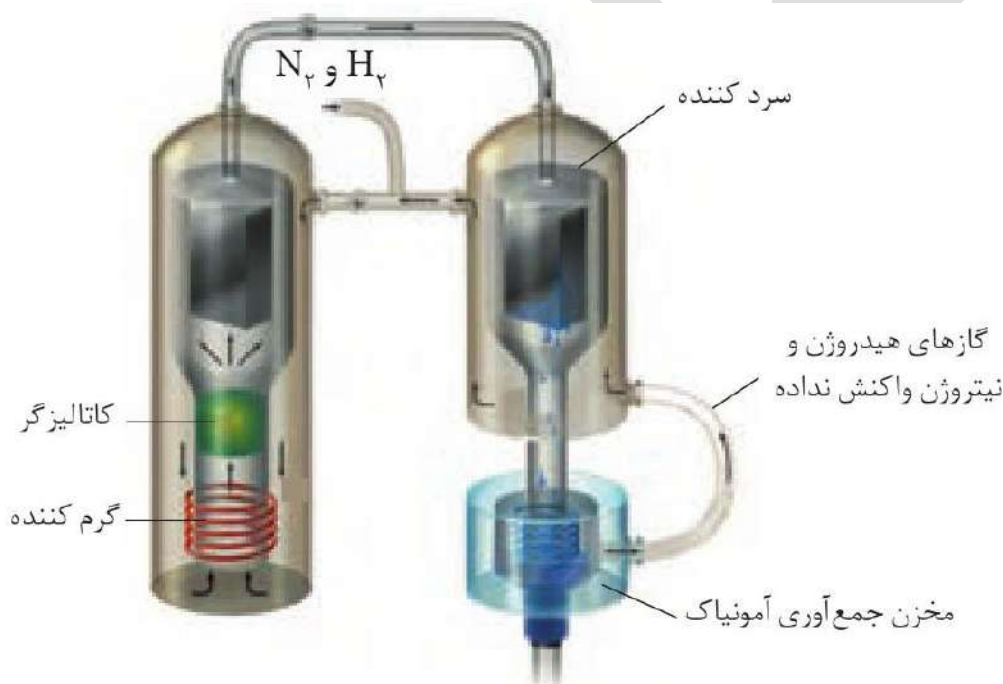
H_2	N_2	NH_3	
-۲۵۳	-۱۹۶	-۳۳	نقطه جوش

✓ حاشیه کتاب درسی: فرایند هابر نمونه تاریخی جالبی از تأثیر پیچیده شیمی بر زندگی ماست.

هر چند تولید آمونیاک باعث طولانی تر شدن جنگ جهانی اول گردید؛ اما به دنبال آن شرایط تولید کودهای شیمیایی و افزایش بازدهی فراورده های کشاورزی فراهم شد.

خود را بیازماید

با توجه به شکل زیر که نمایی از فناوری تولید آمونیاک به روش هابر را نشان می دهد به پرسش ها پاسخ دهید.



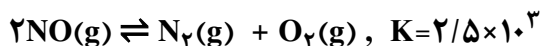
(آ) در مورد روش کار هابر در این فناوری با یکدیگر گفت و گو کنید.

(ب) اگر نقطه جوش آمونیاک، نیتروژن و هیدروژن به ترتیب -33°C ، -196°C و -253°C درجه سلسیوس باشد، کدام دما (40°C یا -200°C) را برای سرد کننده مناسب می دانید؟ توضیح دهید.

پاسخ:

تیپ تست های ثابت تعادل و اصل لوشاتلیه

۱- در ظرف سربسته ای با حجم 400 cm^3 ، مقدار 0.0404 مول گاز NO را گرما می دهیم تا تعادل گازی زیر برقرار شود. غلظت تعادلی گازهای N_2 ، O_2 و NO بر حسب مول بر لیتر در حالت تعادل، به ترتیب کدام اند؟



(۱) 0.02 ، 0.02 ، 0.98 (۲) 0.005 ، 0.005 ، 0.01

(۳) 0.05 ، 0.05 ، 0.01 (۴) 0.002 ، 0.002 ، 0.98

۲- با توجه به واکنش تعادلی گازی: $\Delta H = -92 \text{ kJ}$ ، $3\text{H}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ می توان دریافت که این تعادل، بر اثر در جهت رفت، با در جهت برگشت و با انتقال به ظرف در دمای ثابت، در جهت رفت پیشرفت می کند.

(۱) کاهش دما، حذف مقداری گاز نیتروژن، کوچکتر

(۲) کاهش دما، افزایش مقداری گاز آمونیاک، بزرگتر

(۳) افزایش دما، حذف مقداری گاز آمونیاک، بزرگتر

(۴) افزایش دما، افزایش مقداری گاز نیتروژن، کوچکتر

۳- اگر در واکنش تعادلی گازی: $\Delta H < 0$ ، $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ ، که در یک ظرف سربسته در دمای معین برقرار است، دما را افزایش دهیم، تعادل در جهت جابه جا می شود و ثابت تعادل،

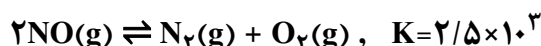
(۱) برگشت - کوچکتر می شود.

(۲) رفت - بزرگتر می شود. ۳.

(۳) برگشت - بدون تغییر باقی می ماند.

(۴) رفت - بدون تغییر باقی می ماند.

۴- اگر مقداری گاز NO را در ظرف سربسته ی ۴ لیتری گرما دهیم تا تعادل گازی زیر:



برقرار شود و در حالت تعادل مقدار 0.04 مول گاز NO باقی مانده باشد، مقدار اولیه این گاز، چند گرم بوده است؟
(N = 14, O = 16)

(۴) $3/0.3$

(۳) $12/12$

(۲) $4/0.4$

(۱) $10/15$

۵- اگر در تعادل گازی: $2\text{NH}_3(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$ که در یک ظرف سربسته ی ۱۰ لیتری برقرار است، مقدار گاز نیتروژن برابر ۰/۲ مول و مقدار آمونیاک برابر ۰/۱۵ مول باشد، ثابت این تعادل در شرایط آزمایش کدام است؟

$$(1) \quad 1/9 \times 10^{-2} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2} \quad (2) \quad 1/9 \times 10^{-2} \text{ mol}^3 \cdot \text{L}^{-2}$$

$$(3) \quad 3/86 \times 10^{-3} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2} \quad (4) \quad 3/86 \times 10^{-3} \text{ mol}^3 \cdot \text{L}^{-2}$$

۶- اگر در واکنش تعادلی گازی: $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g}), \Delta H > 0$ که در یک ظرف سربسته در دمای معین برقرار است، دما را کاهش دهیم، تعادل در جهتی که جابه جا می شود و ثابت

(۱) فرآورده تجزیه می شود - کوچکتر می شود.

(۲) واکنش دهنده ها با هم ترکیب می شوند - بزرگتر می شود.

(۳) فرآورده تجزیه می شود - بدون تغییر باقی می ماند.

(۴) واکنش دهنده ها با هم ترکیب می شوند - بدون تغییر باقی می ماند.

۷- اگر در واکنش تعادلی گازی: $n\text{A} \rightleftharpoons m\text{B}, \Delta H > 0$ ، کدام عبارت همواره درباره ی آن درست است؟
(n و m یکسان نیستند.)

(۱) ثابت تعادل آن بزرگ تر از واحد است.

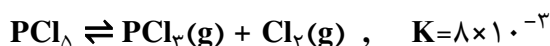
(۲) سرعت رسیدن آن به حالت تعادل، زیاد است.

(۳) افزایش دما، سبب افزایش مقدار ثابت تعادل می شود.

(۴) با انتقال به ظرف کوچک تر در دمای ثابت، مقدار B افزایش می یابد.

۸- مقدار ۶/۲۵۵ گرم PCl_5 را در ظرف سربسته های گرما می دهیم تا تعادل زبر برقرار شود. اگر در حالت تعادل، ۲/۷۵ گرم PCl_3 در ظرف موجود باشد، حجم ظرف واکنش، چند لیتر است؟

$$(P=31, Cl=35.5: \text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$$



$$(1) \quad 2 \quad (2) \quad 3 \quad (3) \quad 4 \quad (4) \quad 5$$

۹- مخلوطی شامل یک مول گاز CO و یک مول بخار آب را در یک ظرف سربسته ی ۱۰ لیتری گرما می دهیم تا تعادل گازی: $\text{CO(g)} + \text{H}_2\text{O(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_2\text{(g)} + \text{H}_2$ برقرار شود. اگر در حالت تعادل، مقدار ۰.۱۶ مول گاز CO_2 در مخلوط گازی وجود داشته باشد، ثابت این تعادل در شرایط آزمایش کدام است؟

(۱) ۱/۶ (۲) ۲/۲۵ (۳) ۱/۱۵ (۴) ۲/۴

۱۰- با توجه به تعادل گازی $\text{CH}_4\text{(g)} + \text{H}_2\text{O(g)} \rightleftharpoons \text{CO(g)} + 3\text{H}_2$ ، $K = 5 \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$ ، در یک ظرف سربسته ی دو لیتری برقرار است، اگر مقدار اولیه ی گاز متان برابر با ۱/۱۲ مول و مقدار گاز CO در حالت تعادل برابر ۰/۴ مول باشد، مقدار H_2O ، در ظرف واکنش، برابر چند مول است؟

(۱) ۰/۱۴۱ (۲) ۰/۰۲۴ (۳) ۰/۰۴۸ (۴) ۰/۳۲۶

۱۱- فرایند هابر، گرما است و کاهش دما، سبب می شود که واکنش در جهت تولید آمونیاک جابه جا شود، اما سبب سرعت واکنش های رفت و برگشت می شود. به همین دلیل، این واکنش را در دماهای انجام می دهند.

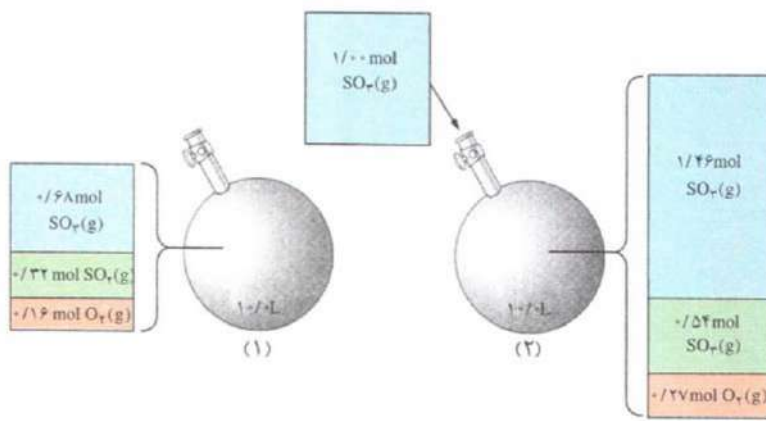
(۱) ده، بیشتر، کاهش، بالاتر

(۲) ده، کمتر، افزایش، پایین تر

(۳) گیر، بیشتر، کاهش، بالاتر

(۴) گیر، کمتر، افزایش، پایین تر

۱۲- با توجه به شکل زیر که به واکنش تعادلی گازی، $2SO_2(g) + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ در یک ظرف سر بسته ۱۰ لیتری مربوط است، کدام عبارت درست است؟



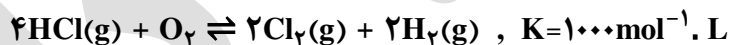
(۱) ثابت تعادل برابر با $1.6 \times 10^{-2} \text{ mol}^{-1} \cdot \text{L}$ است.

(۲) مقدار $SO_3(g)$ در تعادل جدید، برابر $1.26 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ است.

(۳) با افزایش یافتن غلظت $SO_2(g)$ واکنش در جهت برگشت جابه جا و ثابت تعادل کوچکتر می شود.

(۴) با افزایش غلظت $SO_3(g)$ و برقراری تعادل جدید، نسبت غلظت مولی واکنش دهنده های ثابت باقی می ماند

۱۳- با توجه به واکنش تعادلی زیر :



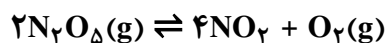
اگر غلظت Cl_2 و O_2 در حالت تعادل به ترتیب برابر با 0.2 و 0.16 مول بر لیتر باشد، غلظت HCl برابر چند مول بر لیتر است؟

(۱) 0.1 (۲) 0.01 (۳) 0.08 (۴) 0.008

۱۴- اگر واکنش: $Br_2(g) + Cl_2 \rightleftharpoons 2Cl_2(g) + 2BrCl(g)$, $K = 1.6 \times 10^{-3}$ در ظرفی سر بسته با حجم ۲ لیتر در دمای معین انجام شود و مقدار ۴ مول از هر یک از گازهای کلر و برم در مخلوط تعادلی موجود باشد، مقدار $BrCl(g)$ در حالت تعادل برابر چند مول است؟

(۱) 0.08 (۲) 0.18 (۳) 0.16 (۴) 0.09

۱۵- اگر مقدار ۱ مول گاز N_2O_5 را در یک ظرف سربسته ی ۲ لیتری گرما دهیم تا تعادل گازی زیر:



برقرار شود و در حالت تعادل، ۵۰ درصد این گاز تجزیه شده باشد، ثابت این تعادل در دمای آزمایش، برحسب ما برحسب $mol^{-1}L$ کدام است؟

- (۱) ۰/۲ (۲) ۰/۲۵ (۳) ۰/۱۲۵ (۴) ۲/۵

۱۶- باتوجه به داده های جدول زیر، که به واکنش تعادلی گازی : $2AH_2(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$ در سه دمای مختلف مربوط است، کدام مطلب درست است؟

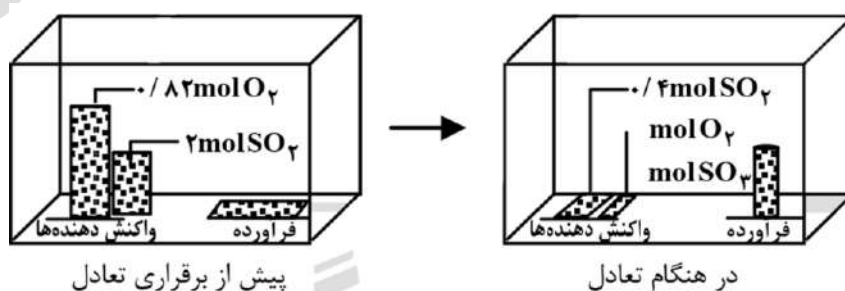
دما (°C)	$K (mol^{-1}.L)$
۲۵	4×10^{-24}
۲۲۷	$3/5 \times 10^{-10}$
۴۲۷	3×10^{-4}

- (۱) با کاهش دما، واکنش در جهت برگشت جابه جا می شود.
 (۲) واکنشی گرماگیر و با افزایش آنتالپی همراه است.
 (۳) مقدار $[C]^2$ از مقدار $[A][B]$ در این واکنش، بسیار بیشتر است.
 (۴) مجموع ΔH های پیوند واکنش دهنده ها در آن، نسبت به فراورده ها بزرگتر است.

۱۷- با توجه به داده های زیر، که مقدار گازهای SO_2 و O_2 را قبل و بعد از برقراری تعادل گازی :

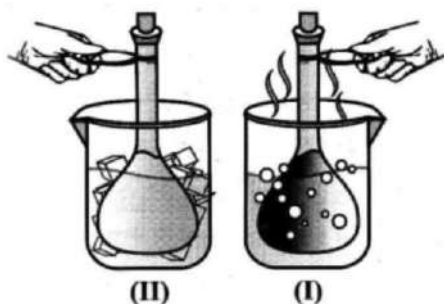


در یک ظرف سربسته ی یک لیتری نشان می دهند، ثابت این تعادل در شرایط آزمایش، برحسب $mol^{-1}L$ کدام است؟



- (۱) ۶۰۰ (۲) ۶۱۰ (۳) ۸۰۰ (۴) ۸۱۰

۱۸- با توجه به واکنش تعادلی: $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ که در دو ظرف I (درون آب گرم) و II (درون آب یخ) مطابق شکل روبه رو، برقرار است و با مشاهده ی تفاوت شدت رنگ مخلوط گازی در دو ظرف، کدام مطلب نادرست است؟



- (۱) واکنش در جهت رفت، گرماگیر است.
- (۲) شمار مولکول های NO_2 در ظرف II کمتر است.
- (۳) واکنش در جهت رفت، با افزایش سطح انرژی همراه است.
- (۴) نسبت شمار مول های گاز N_2O_4 به گاز NO_2 ، در ظرف بیشتر است.

۱۹- اگر تعادل گازی: $2\text{HI}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$ در ظرفی با حجم ثابت روی دهد، جابه جایی تعادل به سمت چپ، راست و راست، به ترتیب، بر اثر گاز ، گاز و گاز انجام می گیرد.

- (۱) افزایش H_2 - کاهش I_2 - افزایش HI
- (۲) افزایش I_2 - کاهش H_2 - کاهش HI
- (۳) کاهش HI - افزایش HI - افزایش H_2
- (۴) کاهش I_2 - افزایش HI - کاهش H_2

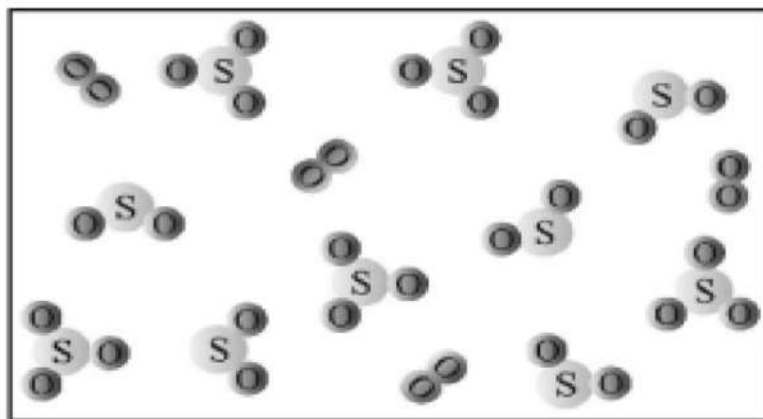
۲۰- از دیدگاه نظری (تئوری)، در واکنش تعادلی گازی: $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ ، دمای و فشار دو شرط لازم برای پیشرفت این واکنش اند.

- (۱) پایین - پایین
- (۲) بالا - بالا
- (۳) پایین - بالا
- (۴) بالا پایین

۲۱- اگر در تعادل گازی: $K = 10 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{L}$ ، $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2$ ، در دمای معین در یک ظرف سر بسته، مقدار 0.1 مول گاز CO ، 0.3 مول گاز متان و 0.001 مول بخار آب وجود داشته باشد، حجم ظرف واکنش، چند لیتر است؟

۱(۱) ۲(۲) ۳(۳) ۴(۴)

۲۲- با توجه به شکل زیر که مخلوطی از گازهای SO_2 و SO_3 را در ظرف سر بسته ی یک لیتری در دمای 827°C به حالت تعادل: $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ ، $\Delta H < 0$ ، نشان می دهد، کدام مطلب درست است؟ (هر ذره را معادل 0.1 مول گاز در نظر بگیرید)



۱) ثابت این تعادل، $2/25 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{L}$ برابر است.

۲) با بالا رفتن دما، ثابت این تعادل، بزرگتر می شود.

۳) با افزایش دما، شمار مولکول های گاز در ظرف واکنش افزایش می یابد.

۴) با کاهش دما، نسبت شمار مولکول های گاز SO_3 به شمار مولکول های گاز SO_2 ، کاهش می یابد.

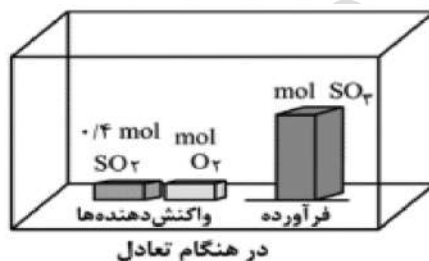
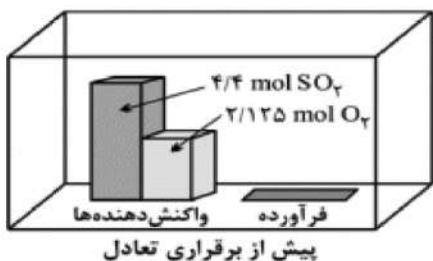
۲۳ - با توجه به اینکه واکنش گازی : $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ ، مطابق شکل زیر در یک ظرف سر بسته ی یک لیتری در دمای معین به حالت تعادل در آمده است، مقدار ثابت تعادل بر حسب $L \cdot mol^{-1}$ و غلظت تعادلی گاز اکسیژن (بر حسب مول بر لیتر) به ترتیب کدام اند؟

(۱) $0.25 - 800$

(۲) $0.125 - 800$

(۳) $0.25 - 810$

(۴) $0.125 - 810$



۲۴ - اگر واکنش $Br_2(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2BrCl(g)$ ، $K = 1/6 \times 10^{-3}$ در ظرفی سر بسته با حجم ۴ لیتر در دمای معین انجام شود، مقدار ۲ مول از هر یک از گازهای کلر و برم در مخلوط تعادلی موجود باشد، مقدار $BrCl$ در حالت تعادل برابر چند مول است؟

(۱) 0.08 (۲) 0.16 (۳) 0.09 (۴) 0.18

۲۵ - مخلوطی از ۵ مول گاز HCl را با ۱/۱ مول گاز اکسیژن در ظرف سر بسته ی دو لیتری تا رسیدن به حالت تعادل $4HCl(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2Cl_2(g) + 2H_2O$ گرم می کنیم. اگر در حالت تعادل، ۸۰ درصد گاز HCl تجزیه شده باشد، ثابت این تعادل در شرایط آزمایش بر حسب $L \cdot mol^{-1}$ کدام است؟

(۱) 3×10^{-2} (۲) 4×10^{-2} (۳) $3/2 \times 10^{-2}$ (۴) $4/2 \times 10^{-2}$

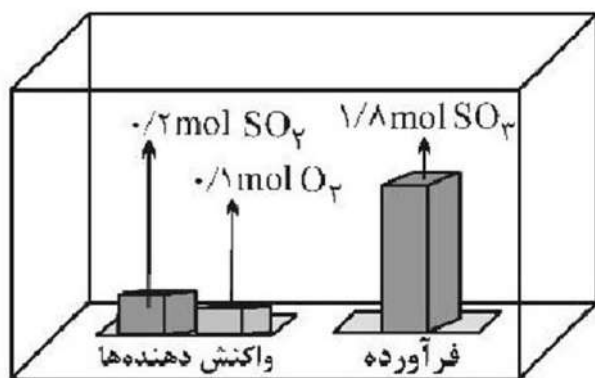
۲۶- اگر در تعادل گازی: $K = 10 \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$ ، $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$ که در دمای معین در یک ظرف سربسته برقرار است، $1/10$ مول گاز CO ، $3/10$ مول گاز CH_4 و $1/100$ مول بخار آب وجود داشته باشد، حجم ظرف واکنش، چند لیتر است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۷- در واکنش تعادلی $K = 250$ ، $2\text{NOCl}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ که در یک ظرف سربسته ی دو لیتری در دمای آزمایش برقرار است. اگر در حالت تعادل مقدار $4/10$ مول NO_2 و $2/10$ مول NOCl در ظرف وجود داشته باشد، مقدار گاز اکسیژن در مخلوط به حالت تعادل چند مول است؟

۱) $23/10$ ۲) $28/10$ ۳) $32/10$ ۴) $38/10$

۲۸- با توجه به شکل زیر، که مخلوطی از گازهای SO_2 ، SO_3 و O_2 را در ظرف سربسته ی یک لیتری در دمای معین به حالت تعادل گازی: $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ $\Delta H < 0$ نشان میدهد. کدام مطلب، درست است؟



در هنگام تعادل

۱) ثابت این تعادل برابر $10^2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ است

۲) مقدار اولیه ی گاز اکسیژن برابر ۱ مول بوده است.

۳) با بالا رفتن دما، ثابت این تعادل بزرگ تر می شود.

۴) با کاهش یافتن دما، نسبت شمار مول های SO_2 به شمار مول های SO_3 کاهش می یابد.

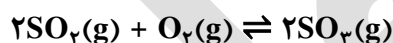
۲۹- اگر ۳ مول گاز NOCl را در یک ظرف سربسته تا برقرار شدن تعادل گازی زیر:



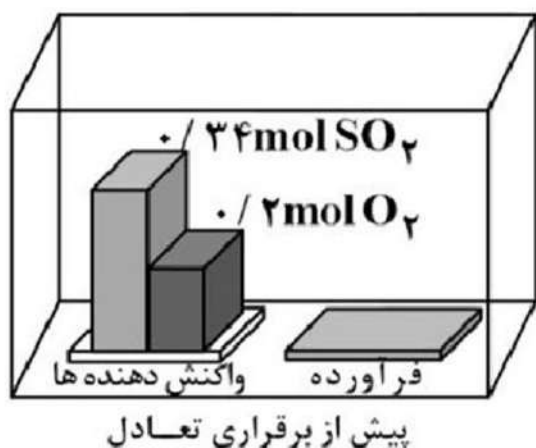
گرم کنیم و در این حالت ۴۰ درصد گاز NOCl تجزیه نشده باقی بماند، حجم ظرف واکنش، چند لیتر است؟

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۳۰- باتوجه به شکل زیر و داده های آن، اگر پس از برقرار شدن حالت تعادل گازی زیر:



در ظرف واکنش، ۰/۰۵ مول گاز اکسیژن باقی بماند، ثابت این تعادل برحسب mol^{-1}L کدام است؟



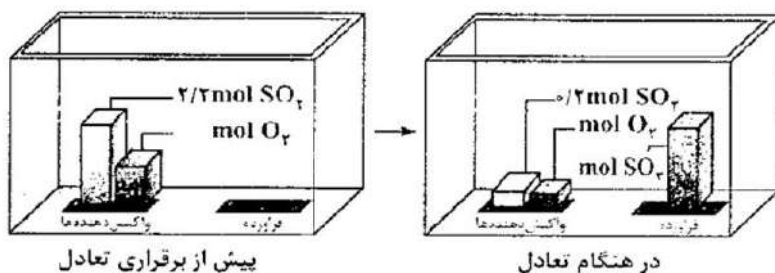
- ۱ (۱) ۸۱۰ (۲) ۸۱۲ (۳) ۱۰۱۲ (۴) ۱۱۲۵

۳۱- تعادل گازی: $\text{CO(g)} + 3\text{H}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{CH}_4\text{(g)} + \text{H}_2\text{O(g)}$, $K = 0.81 \text{ mol}^{-2} \cdot \text{L}^2$ در دمای معین در ظرفی

سربسته برقرار است. اگر در حالت تعادل مقدار ۰/۱ مول گاز CO، ۰/۰۳ مول گاز CH_4 و ۰/۱ مول گاز هیدروژن در ظرف وجود داشته باشد، حجم ظرف واکنش، چند لیتر است؟

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۳۲- با توجه به واکنش گازی زیر، که مطابق شکل، در یک ظرف یک لیتری سربسته در دمای معین به حالت تعادل در آمده است، مقدار گاز اکسیژن در مخلوط اولیه (در آغاز واکنش)، چند مول بوده است؟



۱/۱۱۵ (۴)

۱/۱۲۵ (۳)

۰/۱۲۵ (۲)

۰/۱۱۵ (۱)

۳۳- ۲/۴۸ مول گاز N_2 را با ۱/۶۸ مول گاز O_2 در یک ظرف دو لیتری سربسته گرم می کنیم تا تعادل گازی: $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)$ برقرار شود، اگر در حالت تعادل ۰/۰۸ مول گاز NO در مخلوط وجود داشته باشد، ثابت تعادل این واکنش کدام است؟

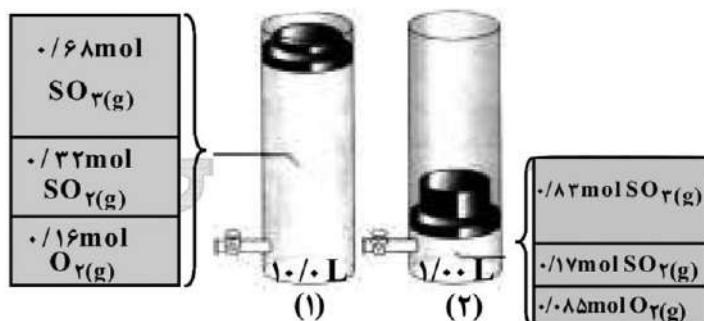
۱/۶ × ۱۰^{-۴} (۴)

۱/۸ × ۱۰^{-۳} (۳)

۱/۶ × ۱۰^{-۴} (۲)

۱/۶ × ۱۰^{-۳} (۱)

۳۴- باتوجه به شکل روبه رو و ثابت در نظر گرفتن دما، کدام مطلب نادرست است؟



(۱) مقدار ثابت تعادل در حالت ۱ برابر ۲۸۲/۲ است.

(۲) کاهش حجم، سبب جابه جا شدن تعادل در جهت رفت شده است.

(۳) با کاهش حجم ظرف، غلظت اکسیژن ۴/۳ برابر شده است.

(۴) غلظت $SO_2(g)$ بر اثر افزایش فشار، ۱۲/۲ برابر شده است.

۳۵- کدام مطلب درباره ی واکنش به حالت تعادل زیر، در ظرف سربسته نادرست است؟



(۱) یک واکنش تعادلی ناهمگن سه فازی است.

(۲) خارج کردن مقداری سدیم کربنات از سامانه، تعادل را به سمت چپ جابه جا می کند.

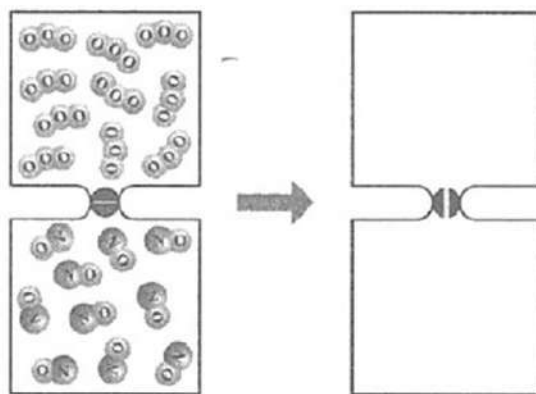
(۳) با خارج کردن مقداری از بخار آب از سامانه، از جرم مواد جامد کاسته می شود.

(۴) رابطه ی ثابت تعادل این واکنش به صورت $[\text{CO}_2][\text{H}_2\text{O}]$ است.

۳۶- اگر ۰/۵ مول گاز اوزون و ۰/۵ مول گاز NO در دو ظرف یک لیتری مطابق شکل، با یکدیگر مخلوط شوند و واکنش برگشت پذیر:



انجام گیرد، پس از برقراری تعادل، چند مول اکسیژن در مخلوط گازی، وجود خواهد داشت؟



(۱) $\frac{1}{9}$ (۲) $\frac{2}{9}$ (۳) $\frac{4}{9}$ (۴) $\frac{7}{9}$

۳۷- ۴/۱ مول گاز SO_2 را با ۲/۲ مول گاز O_2 در ظرف دو لیتری سربسته مخلوط و گرم می کنیم تا تعادل گازی:

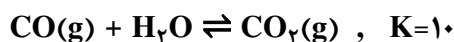
$$2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$$

برقرار شود. اگر در حالت تعادل، ۴ مول گاز SO_3 در ظرف وجود داشته باشد، مقدار

ثابت این تعادل چند $\text{mol}^{-1} \text{L}$ است؟

(۱) 1×10^{-1} (۲) $1/6 \times 10^{-4}$ (۳) 2×10^{-1} (۴) $2/5 \times 10^{-4}$

۳۸- مقداری بخار آب را با ۰/۶ مول گاز CO در ظرف سربسته ی ۳ لیتری مخلوط و گرم می کنیم تا تعادل گازی زیر برقرار شود. اگر در حالت تعادل، ۰/۳ مول گاز CO در ظرف وجود داشته باشد، مقدار بخار آب در مخلوط اولیه برابر چند مول بوده است؟



(۱) ۰/۱۱ (۲) ۰/۲۱ (۳) ۰/۳۳ (۴) ۰/۴۲

۳۹- با توجه به داده های جدول زیر که به واکنش تعادلی گازی زیر مربوط است؛ کدام مطلب نادرست است؟



(۱) ΔH واکنش منفی است.

(۲) با افزایش دما، تعادل در جهت برگشت جابه جا می شود.

(۳) واکنش گرماده است و افزایش دما سبب کاهش سرعت آن می شود.

(۴) انرژی فعال سازی واکنش در جهت رفت کمتر از مقدار آن در جهت برگشت است.

دما (°C)	$K(\text{mol}^{-1} \cdot \text{L})$
۲۵	2×10^{24}
۲۲۷	$2/5 \times 10^{10}$
۴۳۶	$2/5 \times 10^4$

۴۰- اگر در واکنش تعادلی تجزیه ی آمونیاک: $\text{N}_2\text{(g)} + 3\text{H}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_3\text{(g)}$ ، $K=12$ که در یک ظرف دو لیتری در بسته در دمای معین برقرار است، مقدار ۱/۲ مول هیدروژن وجود داشته باشد، مقدار اولیه ی آمونیاک برابر چند مول بوده است؟

(۱) ۰/۹۲ (۲) ۰/۸۴ (۳) ۰/۶۸ (۴) ۰/۵۲

۴۱- تعادل شیمیایی: $\text{AB(g)} \rightleftharpoons \text{A(g)} + \text{B(g)}$ ، در ظرف سربسته ی ۱۰ لیتری در دمای اتاق برقرار است. کدام گزینه درباره ی این تعادل درست است؟

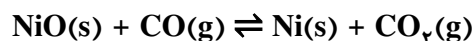
(۱) با کاهش فشار، سرعت واکنش رفت نسبت به واکنش برگشت افزایش می یابد.

(۲) با کاهش حجم ظرف به ۵ لیتر، ثابت تعادل نصف می شود.

(۳) برای این تعادل، عبارت $\Delta H - T\Delta S$ عددی منفی است.

(۴) اگر با افزایش دما، مقدار B افزایش یابد، واکنش رفت گرماده است.

۴۲- با افزایش دمای یک ظرف یک لیتری سربسته که دارای ۰/۱ مول CO(g) ، ۰/۱ مول CO و ۰/۲۱ مول NiO (s) و ۰/۲۱ مول Ni(s) است، ثابت تعادل واکنش زیر از ۱ به ۹۹ رسیده است:



غلظت $\text{CO}_2\text{(g)}$ در این حالت برابر چند $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ است؟

- (۱) ۰/۰۹۸ (۲) ۰/۱۲۸ (۳) ۰/۱۵۲ (۴) ۰/۱۹۸

۴۳- یک مول از گاز A تا دمای 500 K در ظرف یک لیتری در بسته گرم می شود. اگر در حالت تعادل، ۲۰ درصد از این گاز مطابق واکنش: $2\text{A(g)} \rightleftharpoons 2\text{B(g)} + \text{C(g)} + \text{D(s)}$ تفکیک شده باشد، مقدار عددی ثابت تعادل این واکنش در دمای آزمایش کدام است؟

- (۱) $2/5 \times 10^{-2}$ (۲) 5×10^{-2} (۳) $6/25 \times 10^{-3}$ (۴) $6/25 \times 10^{-4}$

۴۴- اگر ۲ مول CaCO_3 در ظرف ۳ لیتری در بسته تا دمای 827°C گرم شود، شمار تقریبی مولکول های CO_2 موجود در ظرف، پس از برقراری تعادل، کدام است؟ ($K = 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)

- (۱) $1/8 \times 10^{22}$ (۲) $1/8 \times 10^{23}$ (۳) 6×10^{21} (۴) 6×10^{22}

۴۵- براساس واکنش تعادلی: $\text{H}_2\text{O(g)} + \text{C(s)} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{(g)} + \text{CO(g)}$ ، $K = 10$ ، در یک ظرف سربسته ی ۲ لیتری، مقدار ۰/۴ مول زغال را با مقداری بخار آب مخلوط کرده، تا رسیدن به حالت تعادل گرم می کنیم. اگر در حالت تعادل، ۰/۲ مول CO (g) در ظرف واکنش وجود داشته باشد، مقدار اولیه ی بخار آب در مخلوط، به تقریب برابر چند گرم بوده است؟ ($\text{O} = 16, \text{H} = 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

- (۱) ۳/۶۴ (۲) ۴/۹۶ (۳) ۴/۲۵ (۴) ۳/۲۵

۴۶- مخلوط ۱ مول $H_2(g)$ و ۱ مول $I_2(g)$ را در ظرفی یک لیتری گرم می کنیم. مقدار تقریبی $HI(g)$ هنگام برقراری تعادل، برابر چند گرم است؟ $K=64$ ($H=1, I=127 \text{ g.mol}^{-1}$)

(۱) ۳۵۱ (۲) ۲۰۴/۸ (۳) ۱۷۵ (۴) ۱۰۲/۴

۴۷- اگر ۳/۲ گرم گاز هیدروژن و ۱ مول گاز نیتروژن را در یک ظرف دو لیتری مخلوط کرده و گرما دهیم تا تعادل گازی: $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ برقرار شود و در حالت تعادل ۶/۸ گرم گاز آمونیاک در مخلوط تعادلی وجود داشته باشد، ثابت این تعادل برابر چند $\text{mol}^2.L^{-2}$ است؟

($H=1, N=14 \text{ g.mol}^{-1}$)

(۱) ۰/۶۰ (۲) ۰/۶۵ (۳) ۰/۸۰ (۴) ۰/۸۵

۴۸- یک مول $NH_3(g)$ و یک مول $O_2(g)$ در یک ظرف یک لیتری در بسته، مطابق واکنش زیر، در دمای معین به تعادل رسیده اند. اگر در حالت تعادل، ۰/۲ مول $N_2(g)$ در مخلوط وجود داشته باشد، غلظت مولار کدام گاز در مخلوط از همه بیشتر و ثابت تعادل به تقریب کدام است؟

(۱) آب - ۰/۰۴۲ (۲) آب - ۰/۱۲۵ (۳) اکسیژن - ۰/۰۴۲ (۴) اکسیژن - ۰/۱۵۲

۴۹- اگر ۴/۸۸ گرم $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ را در ظرف سربسته ی دو لیتری طبق واکنش زیر گرما دهیم و ۰/۳۶g بخار آب در حالت تعادل وجود داشته باشد، ثابت تعادل این واکنش در شرایط آزمایش کدام است؟

($H=1, O=16 \text{ g.mol}^{-1}$)

$BaCl_2 \cdot 2H_2O(s) \rightleftharpoons BaCl_2(s) + 2H_2O(g)$

(۱) 1×10^{-4} (۲) 1×10^{-2} (۳) 2×10^{-4} (۴) 2×10^{-2}

باقی می ماند؟ $(H=۱, O=۱۶ \text{ g.mol}^{-1})$

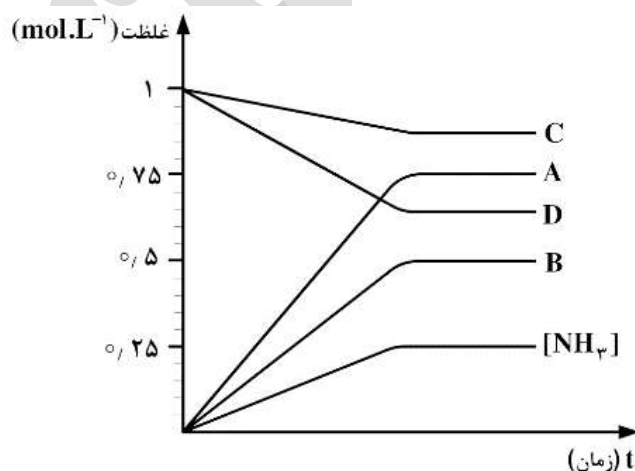
$$\frac{1}{2}(4) \quad \frac{1}{2}(3) \quad \frac{1}{2}(2) \quad \frac{1}{2}(1)$$

گاز CO و ۱۵٪ مول گاز NO₂ در مخلوط گازی به حال تعادل وجود داشته باشد، ثابت این تعادل کدام است؟

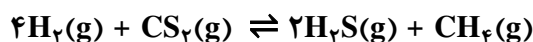
۲۵(۴) ۱/۵ (۳) ۱۵ (۲) ۲/۵ (۱)

مول از هریک از واکنشگرها آغاز شده است، کدام نمودار به تغییر غلظت هیدروژن مربوط است؟

D(۴ C (۳ B (۲ A(۱

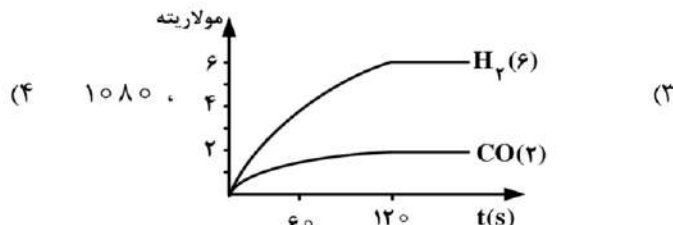
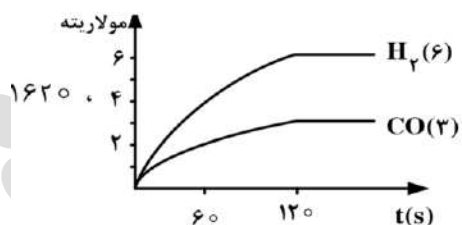
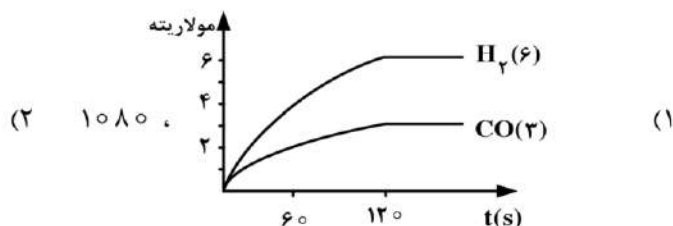
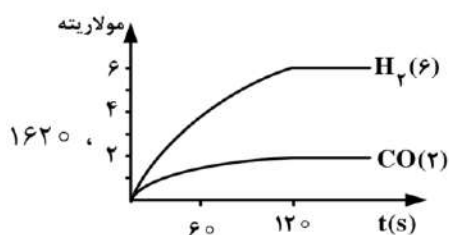


۵۳- سه مول $H_2(g)$ و یک مول $CS_2(g)$ در یک ظرف یک لیتری مطابق واکنش زیر، به تعادل می رسند. اگر در لحظه تعادل از واکنش دهنده $CS_2(g)$ ، 0.5 مول در ظرف باقی مانده باشد، ثابت تعادل این واکنش برابر چند $L.mol^{-1}$ است؟



۱(۱) ۲ (۲) ۴ (۳) ۱۰ (۴)

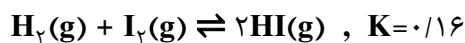
۵۴- ۴ مول متان و $2/2$ مول بخار آب را در یک ظرف یک لیتری وارد کرده، گرم می کنیم تا در یک واکنش تعادلی به گازهای هیدروژن و کربن مونوکسید مبدل شوند. اگر در لحظه ی تعادل، مقدار گاز متان برابر ۲ مول باشد، کدام نمودار برای تغییر غلظت فراورده های این واکنش درست و ثابت تعادل، به تقریب کدام است؟



۵۵- اگر ۸ مول $N_2O_4(g)$ را در یک ظرف دو لیتری وارد کرده، تا رسیدن به حالت تعادل گرم کنیم، مقدار $NO(g)$ باقیمانده در ظرف برابر چند مول است؟ ($K=0.8 mol.L^{-1}$)

۶/۴ (۱) ۳/۲ (۲) ۱/۶ (۳) ۰/۸ (۴)

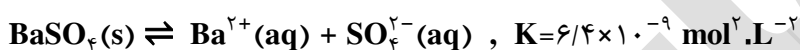
۵۶- ۳ مول گاز I_2 با ۳ مول گاز H_2 در یک ظرف یک لیتری مخلوط شده اند. شمار مولکول های گاز HI پس از رسیدن به تعادل به تقریب کدام است؟



$$(1) \quad 3.011 \times 10^{23} \quad (2) \quad 6.022 \times 10^{23}$$

$$(3) \quad 3.011 \times 10^{22} \quad (4) \quad 6.022 \times 10^{22}$$

۵۷- مقداری باریم سولفات $M=233 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ مطابق واکنش تعادلی زیر در ۱۰۰۰ گرم آب در دمای معین حل می شود. غلظت این ماده در آب، در این دما به تقریب برابر چند ppm است؟ (چگالی محلول برابر $1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ است.)



$$(1) \quad 9/32 \quad (2) \quad 18/64 \quad (3) \quad 64 \quad (4) \quad 80$$

۵۸- اگر در یک ظرف ۲ لیتری با پیستون متحرک، در دمای معین مقداری PCl_5 گرما داده شود، پس از تشکیل ۷۱ گرم گاز کلر، تعادل: $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g), K=1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ برقرار می شود. چنانچه در آن شرایط و دمای ثابت حجم ظرف واکنش نصف شود، واکنش در کدام جهت جابه جا شده و مقدار PCl_5 اولیه، چند مول بوده است؟ ($Cl=35/5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

$$(1) \quad \text{رفت } 2/5 \quad (2) \quad \text{رفت } 1/5 \quad (3) \quad \text{برگشت } 2/5 \quad (4) \quad \text{برگشت } 1/5$$

۵۹- در یک فرایند، مقدار ۱۰ مول $N_2O_4(g)$ در یک ظرف ۵ لیتری وارد شده است. پس از گرم شدن و برقراری تعادل: $K = 4 \times \text{mol} \cdot L^{-1}$ ، $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ ، نسبت غلظت مولار N_2O_4 به غلظت مولار NO_2 و مجموع مول های گاز درون ظرف، کدام است؟

(۱) ۱۰-۴ (۲) ۱۵-۴ (۳) ۱۰-۲ (۴) ۱۵-۲

۶۰- در یک ظرف استوانه ای با پیستون روان با حجم ۳ لیتر، ۳ مول از هر یک گازهای شرکت کننده در واکنش: $COCl_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + Cl_2(g)$ در حالت تعادل اند. اگر حجم ظرف در دمای ثابت، به یک لیتر کاهش یابد، غلظت تعادلی $COCl_2$ ، چند مول بر لیتر می شود؟

(۱) ۴ (۲) ۳ (۳) ۲/۵ (۴) ۱/۵

۶۱- در فرایند تعادلی تولید $SO_3(g)$ ، ۶ مول از هر یک گازهای SO_2 و O_2 در یک ظرف ده لیتری واکنش می دهند. پس از خارج شدن ۲ مول از فراورده ها و برقراری دوباره تعادل، غلظت $SO_3(g)$ به ۰/۲ مول بر لیتر رسیده است. مقدار ثابت تعادل این واکنش چند $L \cdot \text{mol}^{-1}$ است؟

(۱) ۱/۲۵ (۲) ۲/۵ (۳) ۱۲/۵ (۴) ۲۵

۶۲- ۱/۶ مول گاز SO_2Cl_2 را در یک ظرف دو لیتری سربسته تا رسیدن به تعادل زیر گرما می دهیم: $SO_2Cl_2(g) \rightleftharpoons SO_2(g) + Cl_2(g)$ اگر در حالت تعادل، مجموع شمار مول های گازی در ظرف واکنش برابر ۲/۴ باشد، ثابت تعادل در شرایط آزمایش چند $L \cdot \text{mol}^{-1}$ است؟

(۱) ۳/۲ (۲) ۱/۶ (۳) ۰/۳۲ (۴) ۰/۴

۶۳- بر اساس واکنش: $N_2(g) + 2O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ ، به ترتیب ۵ و ۱ مول از گازهای اکسیژن و نیتروژن در ظرف یک لیتری در بسته ای وارد و گرم شده اند. اگر این واکنش پس از تبدیل ۵۰٪ از گاز نیتروژن به فرآورده، به تعادل برسد، مقدار K بر حسب $L \cdot mol^{-1}$ کدام است؟

(۱) ۰/۱۲۵ (۲) ۰/۲۵ (۳) ۱ (۴) ۴

۶۴- دو مول از اکسید فلز M و یک مول از CO(g) در ظرف یک لیتری در بسته وارد و گرما داده شده اند تا تعادل: $CO(g) + MO(s) \rightleftharpoons M(s) + CO_2(g)$ ، $K=0/25$ برقرار شود، در حالت تعادل، پ نسبت مولی $\frac{MO(s)}{M(s)}$ کدام است؟

(۱) ۱۶ (۲) ۱۲ (۳) ۹ (۴) ۴

۶۵- دو مول گاز دی نیتروژن پنتوکسید در ظرف دو لیتری به گاز اکسیژن و گاز نیتروژن دی اکسید در یک واکنش تعادلی تجزیه می شود. اگر پس از ۶۰ ثانیه، تعادل برقرار شود و نیم مول اکسیژن در ظرف وجود داشته باشد، مقدار عددی ثابت تعادل و سرعت متوسط واکنش تا رسیدن به تعادل، بر حسب $mol \cdot L^{-1} \cdot min^{-1}$ (به ترتیب از راست به چپ) کدام اند؟

(۱) ۰/۵، ۰/۲۵ (۲) ۱، ۰/۲۵ (۳) ۰/۲۵، ۰/۲۵ (۴) ۱، ۰/۵

۶۶- اگر ۲ مول از گاز SO_3 در یک ظرف سربسته یک لیتری وارد و گرم شود، پس از برقراری تعادل زیر، چند مول گاز اکسیژن در ظرف وجود خواهد داشت؟ $K=0/5 mol \cdot L^{-1}$ ، $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$

(۱) ۱ (۲) ۰/۷۵ (۳) ۰/۵ (۴) ۰/۲۵

۶۷- مقدار ۶ مول بخار متانول را در یک ظرف دربسته ۲ لیتری تا رسیدن به تعادل گازی زیر:

$\text{CH}_3\text{OH(g)} \rightleftharpoons \text{CO(g)} + 2\text{H}_2\text{(g)}$ گرما می دهیم. اگر در لحظه برقراری تعادل، ۸۰ درصد متانول تجزیه شده باشد، غلظت H_2 در حالت تعادل برابر چند مول بر لیتر و ثابت تعادل (به ترتیب از راست به چپ)، کدام اند؟

(۱) $92/16 \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$, $4/8$ (۲) $62/15 \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$, $4/8$

(۳) $92/16 \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-1}$, $2/4$ (۴) $62/15 \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-1}$, $2/4$

۶۸- ۱ مول گاز اوزون را در یک ظرف یک لیتری در بسته تا رسیدن به حالت تعادل زیر گرم می کنیم؛

$2\text{O}_3\text{(g)} \rightleftharpoons 3\text{O}_2\text{(g)}$ اگر در لحظه تعادل، غلظت مولار گاز اوزون برابر $\frac{1}{6}$ غلظت مولار گاز اکسیژن باشد، ثابت تعادل این واکنش کدام است؟

(۱) $43/2 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ (۲) $43/2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

(۳) $0/6 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ (۴) $0/6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

۶۹- اگر در واکنش ۶ مول گاز NO با ۴ مول گاز CO در یک ظرف در بسته ۲ لیتری در دمای معین، در لحظه

تعادل ۴۲ g گاز نیتروژن وجود داشته باشد، مقدار K با یکای $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$ و مجموع شمار مول های گاز در ظرف

واکنش، به ترتیب از راست به چپ ، کدام است؟ ($N=14 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

(۱) $4/25$, 3 (۲) $8/5$, 3 (۳) $4/25$, $1/5$ (۴) $8/5$, $1/5$

۷۰- با توجه به واکنش: $\Delta H < 0$, $\text{NiO(s)} + \text{CO(g)} \rightleftharpoons \text{Ni(s)} + \text{CO}_2\text{(g)}$ ، چند مورد از مطالب زیر درست اند؟

• رابطه ثابت تعادل آن، به صورت $K = \frac{[\text{CO}_2]}{[\text{CO}]}$ است.

• با کاهش دما، تعادلی جدید با ثابت K بزرگتری برقرار می شود.

• با حذف مقداری از Ni(s) از سامانه واکنش، تعادل در جهت رفت جابه جا می شود.

• با انتقال به ظرف کوچکتر (در دمای ثابت)، تعادل جدید با ثابت K کوچک تری برقرار می شود.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۷۱- در یک آزمایش تولید آمونیاک در بهترین شرایط، ۲۵ درصد از گاز نیتروژن وارد شده در محفظه واکنش به فراورده تبدیل شده است. اگر گازهای هیدروژن و نیتروژن به نسبت مولی ۳/۷۵ به ۱، در محفظه واکنش یک لیتری وارد شده باشند، مقدار K با یکای $\text{L}^2 \cdot \text{mol}^{-2}$ به تقریب کدام است؟

۱ (۱) ۰/۱۱ ۲ $1/23 \times 10^{-2}$

۳ (۳) $9/26 \times 10^{-3}$ ۴ $3/7 \times 10^{-2}$

۷۲- در واکنش به حالت تعادل: $\text{A(g)} \rightleftharpoons \text{X(g)} + \text{D(g)}$ که در یک ظرف سربسته دو لیتری قرار دارد، مقدار هریک از مواد برابر ۴ / ۰ مول است. اگر در همان آزمایش، این مخلوط تعادلی به یک ظرف سربسته ۴ لیتری منتقل شود، مقدار X (g) در تعادل جدید، به تقریب برابر چند مول خواهد بود؟

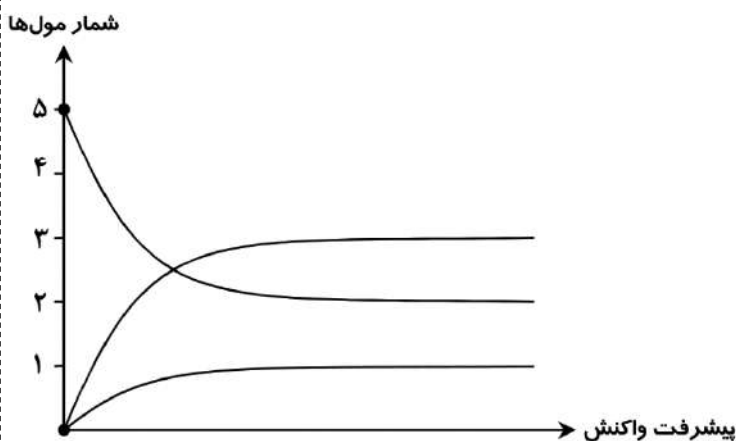
$$\sqrt{0/2} = 0/45$$

۱ (۱) ۰/۱ ۲ (۲) ۰/۵ ۳ (۳) ۰/۶۵ ۴ (۴) ۰/۸۵

۷۳- اگر یک مول گاز هیدروژن با دو مول گاز کربن دی اکسید در یک ظرف یک لیتری در بسته مخلوط شده، به گونه تعادلی با هم واکنش دهند و K برابر ۱/۸ باشد، نسبت جرم $\text{H}_2\text{O(g)}$ به جرم $\text{H}_2\text{(g)}$ در مخلوط به حالت تعادل، کدام است؟ ($\text{H}=1, \text{O}=16 \text{ g.mol}^{-1}$)

۱ (۱) ۳/۶ ۲ (۲) ۵/۲ ۳ (۳) ۹ ۴ (۴) ۲۷

۷۴- با توجه به نمودار زیر که به تجزیه تعادلی (s) A به فرآورده های گازی مربوط است، مقدار K در شرایط آزمایش کدام است؟ (حجم ظرف، ده لیتر است.)



(۱) $1 \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$

(۲) $3/375 \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-1}$

(۳) $9 \times 10^{-3} \text{ mol}^3 \cdot \text{L}^{-3}$

(۴) $2/7 \times 10^{-3} \text{ mol}^4 \cdot \text{L}^{-4}$

۷۵- ۵ مول (g) CO با ۱۶g از $\text{H}_2(\text{g})$ در یک ظرف پنج لیتری در بسته، مطابق معادله زیر:



اگر پس از نیم ساعت و با تولید ۹۶ g متانول، واکنش به تعادل برسد، سرعت متوسط مصرف $\text{H}_2(\text{g})$ ، چند $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ و مقدار K با یکای $\text{L}^2 \cdot \text{mol}^{-2}$ کدام است؟

($\text{H}=1, \text{C}=12, \text{O}=16: \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

(۱) $9/375, 6/67 \times 10^{-4}$

(۲) $3/75, 2/78 \times 10^{-4}$

(۳) $9/375, 2/78 \times 10^{-4}$

(۴) $3/75, 6/67 \times 10^{-4}$

۷۶- با توجه به واکنش تعادلی: $\text{FeO}(\text{s}) + \text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ که در دمای معین در یک ظرف در بسته یک لیتری و با یک مول از هر واکنش دهنده آغاز شده است، اگر مقدار ۰/۰۵ مول گاز CO در تعادل وجود داشته باشد، ثابت تعادل کدام و مقدار Fe(s) موجود در تعادل، چند گرم است؟

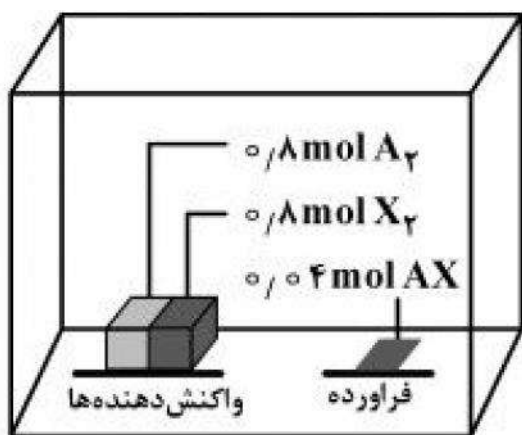
(۱) $5/32, 0/98$

(۲) $53/2, 0/95$

(۳) $5/32, 19$

(۴) $53/2, 19/4$

۷۷- با توجه به داده های شکل زیر که مقدار واکنش دهنده ها و فراورده ها را در حالت تعادل در یک ظرف دو لیتری در بسته در دمای معین نشان می دهد، ثابت تعادل کدام است و اگر بتوانیم حجم ظرف را در دمای ثابت، به نصف کاهش دهیم، چه روی خواهد داد؟ (همه مواد گازی شکل اند).



(۱) $2/5 \times 10^{-3}$ وضعیت تعادل حفظ می شود

(۲) $1/66 \times 10^{-3}$ وضعیت تعادل حفظ می شود

(۳) $2/5 \times 10^{-3}$ تعادل در جهت رفت جابه جا می شود

(۴) $1/66 \times 10^{-3}$ تعادل در جهت برگشت جابه جا می شود

۷۸- ۲ مول از $AX_2(s)$ در یک ظرف ۵ لیتری در بسته، گرما داده می شود. اگر مقدار K برای واکنش:،

$AX_2(s) \rightleftharpoons A(g) + X_2(g)$ در دمای $100^\circ C$ و $300^\circ C$ ، به ترتیب برابر 10^4 و $10^{-1} (mol^2.L^{-2})$ باشد، غلظت تعادلی

$X_2(g)$ در $300^\circ C$ ، به تقریب چند برابر آن در $100^\circ C$ است؟

(۱) $25/4$ (۲) $31/6$ (۳) 100 (۴) 1000

۷۹- در واکنش تعادلی: $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ ، $\Delta H < 0$ ، سبب جا به جا شدن تعادل در جهت رفت، می شود؟

(أ) افزایش فشار

(ب) افزایش دما

(پ) به کار بردن کاتالیزگر

(ت) افزایش حجم واکنش گاه

(ث) وارد کردن اکسیژن اضافی به واکنش گاه

(۱) آ، ب (۲) آ، ث

(۳) ب، پ، ت (۴) ب، پ، ث

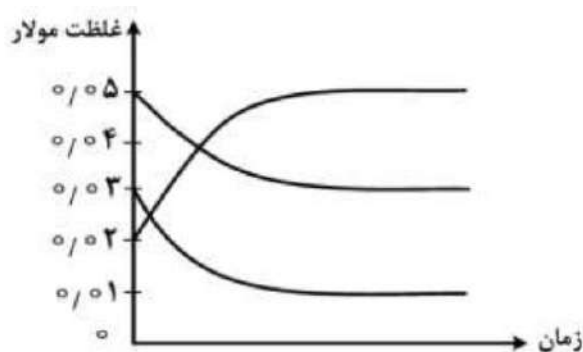
۸۰- با توجه به نمودار پیشرفت واکنش نسبت به زمان رو به رو، مجموع ضریب های استوکیومتری مواد شرکت کننده در واکنش، کدام است؟

(۱) ۳

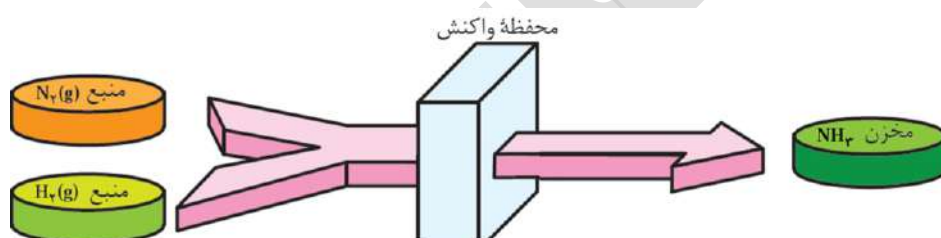
(۲) ۴

(۳) ۵

(۴) ۷



۸۱- با توجه به شکل داده شده، چند مورد از مطالب زیر، درست است؟



تلاش های موفق برای انجام این واکنش، به اهدای جایزه نوبل شیمی، ختم شد.

• این واکنش به گونه کامل پیشرفت ندارد و در دمای معین به حالت تعادل می رسد.

• اگر ۱/۵ مول آمونیاک تولید شود، ۴/۵ مول هیدروژن و ۳ مول نیتروژن مصرف می شود.

• با افزایش پیوسته فشار و دما در واکنش گاه، می توان بازده درصدی واکنش را افزایش داد.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

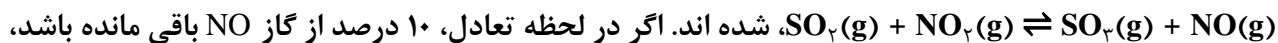
۸۲- اگر در یک واکنش گاه به حجم ۱۵۰ لیتر، ۵ کیلوگرم SnO_2 به همراه ۵/۶ کیلوگرم گاز CO وارد شده و پس از

واکنش و برقراری تعادل: $\text{SnO}_2(s) + 2\text{CO}(g) \rightleftharpoons \text{Sn}(s) + 2\text{CO}_2(g)$ ، ۲/۴ کیلوگرم فلز قلع به دست آید، ثابت

تعادل، کدام است؟ $C=12, O=16, \text{Sn}=120 \text{ g.mol}^{-1}$ سامانه واکنش بسته فرض شود.

(۱) ۰/۰۶۲۵ (۲) ۰/۰۲۵ (۳) ۰/۶۲۵ (۴) ۰/۲۵

۸۳- در یک ظرف ۵ لیتری در بسته، سه مول $\text{SO}_2(\text{g})$ و دو مول $\text{NO}_2(\text{g})$ وارد واکنش تعادلی:



مقدار K کدام است و درصد جرمی کدام گاز در مخلوط تعادلی، بیشتر است؟

$$(N=14, O=16, S=32; \text{g.mol}^{-1})$$

NO, ۱۳/۵ (۴) SO_3 , ۱۳/۵ (۳) NO, ۹ (۲) SO_3 , ۹ (۱)

۸۴- یک مول $\text{H}_2(\text{g})$ و سه مول $\text{CuO}(\text{s})$ در یک ظرف یک لیتری در بسته در واکنش تعادلی:



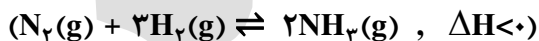
اضافی در دمای ثابت وارد ظرف شود، پس از برقراری دوباره تعادل، غلظت $\text{H}_2(\text{g})$ برابر چند مول بر لیتر، خواهد شد؟

۰/۴ (۱) ۰/۶ (۲) ۱/۴ (۳) ۱/۶ (۴)

۸۵- در ظرف ۲ لیتری در بسته ای، ۱ مول گاز آمونیاک، ۲ مول گاز هیدروژن و ۲ مول گاز نیتروژن، در دمای معین،

به حالت تعادل قرار دارند. ثابت این تعادل برابر $L^2 \cdot \text{mol}^{-2}$ است و با اندکی پایین آوردن دمای

سامانه واکنش، ثابت تعادل و واکنش در جهت جابه جا می شود.



(۱) ۰/۲۵ بزرگ تر می شود رفت (۲) ۰/۱۶ ثابت می ماند، رفت

(۳) ۰/۲۵ کوچکتر می شود، برگشت (۴) ۰/۱۶ ثابت می ماند، برگشت

۸۶- هرگاه در یک واکنش به حالت تعادل در دمای ثابت، غلظت یکی از ها یابد، واکنش در جهت تا آنجا پیش می رود که به ثابت تعادل برسد.

(۱) فرآورده، کاهش، رفت، آغازی

(۲) فرآورده، کاهش، برگشت، جدید

(۳) واکنش دهنده، کاهش، رفت، جدید

(۴) واکنش دهنده، افزایش، برگشت، آغازی

۸۷- در واکنش: $K = 10 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ ، $4\text{HCl(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O(g)} + 2\text{Cl}_2\text{(g)}$ به ترتیب از راست به چپ با افزایش کدام عامل و یا دو برابر کردن غلظت مولار کدام ماده، تأثیر بیشتری بر جابه جایی تعادل به سمت راست دارد؟

(۱) حجم، O_2 (۲) حجم، HCl

(۳) فشار، O_2 (۴) فشار، HCl

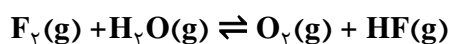
۸۸- در یک ظرف پنج لیتری در بسته، مقداری از گازهای هیدروژن و کربن دی سولفید وارد شده است. اگر در لحظه تعادل ۱/۰ مول از هر واکنش دهنده، ۵/۰ مول گاز متان و ۱ مول گاز هیدروژن سولفید در مخلوط تعادلی وجود داشته باشد، مقدار K بر حسب $\text{L}^2 \cdot \text{mol}^{-2}$ کدام است؟ معادله موازنه شود.



(۱) $6/25 \times 10^5$ (۲) $6/25 \times 10^6$

(۳) $1/25 \times 10^5$ (۴) $1/25 \times 10^6$

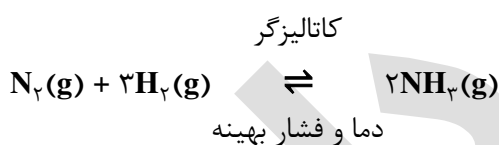
۸۹- در یک آزمایش، ۲/۱ مول $F_2(g)$ و ۱/۱ مول H_2O در یک ظرف دو لیتری با هم واکنش می دهند. اگر در لحظه تعادل، ۲ مول گاز فلوئور، یک مول آب، ۰/۲ مول HF و ۰/۰۵ مول گاز اکسیژن در ظرف واکنش وجود داشته باشد، مقدار K (بر حسب $mol.L^{-1}$) کدام است؟ معادله موازنه شود.



- (۱) 10^{-5} (۲) 2×10^{-3} (۳) 10^{-4} (۴) 5×10^{-3}

۹۰- ۱۰ مول گاز نیتروژن و ۳۰ مول گاز هیدروژن در شرایط بهینه واکنش هابر، با یکدیگر واکنش داده شده اند. حداکثر چند گرم آمونیاک، در ظرف واکنش تشکیل خواهد شد؟

$$(N=14, H=1: g.mol^{-1})$$



- (۱) $95/2$ (۲) $129/2$ (۳) 170 (۴) 340

الکترونگاتیوی:

قدرت یک اتم برای جذب جفت الکترون پیوندی به سمت خود!

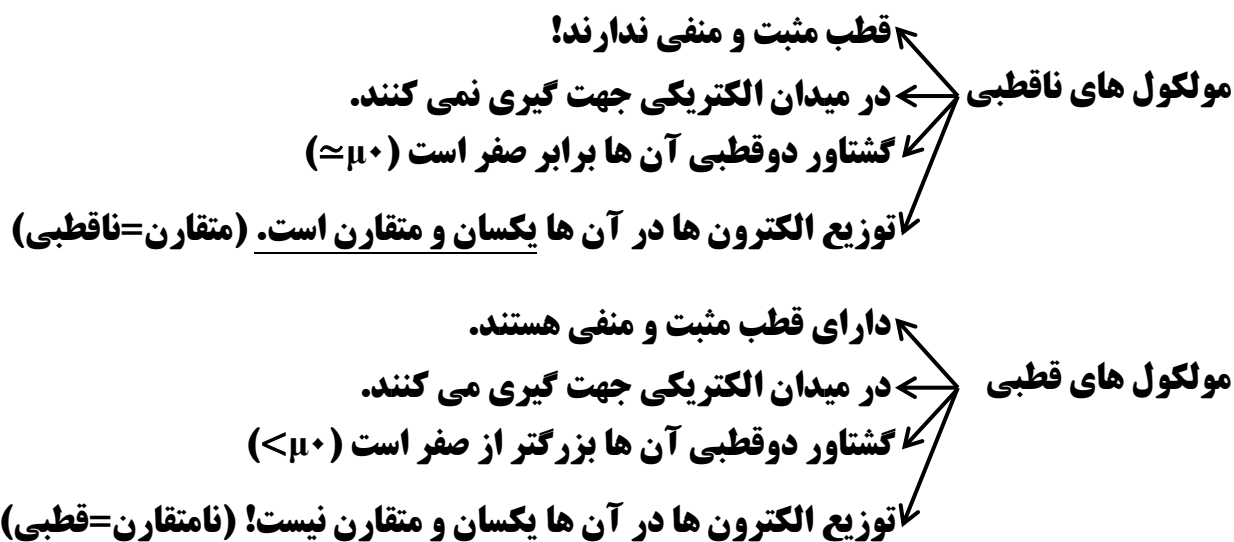
وقتی دو اتم در اطراف یک پیوند کووالانسی قرار میگیرند از نظر الکترونگاتیوی با هم رقابت می کنند.
 اتمی که الکترونگاتیوی بیشتری دارد، در رقابت برنده می شود و جفت الکترون های پیوندی را به سمت خود جذب می کند.

مقایسه الکترونگاتیوی : $F > O > N, Cl > \dots > C > H > \dots$

الکترونگاتیوترین عناصرها

رفتار مولکول ها و توزیع الکترون ها:

ساختار لوویس، الکترون های ظرفیت اتم های سازنده یک گونه شیمیایی را طوری نمایش می دهد که هر اتم بر اساس توزیع جفت الکترون های پیوندی و ناپیوندی از قاعده هشت تایی پیروی می کند به جز اتم هیدروژن که تنها یک جفت الکترون پیوندی یا یک پیوند اشتراکی پیرامون آن نمایش داده می شود.
 توزیع این جفت الکترون ها در هر مولکول نقش مهمی در تعیین رفتار آن به ویژه در میدان الکتریکی دارد.



نکات مهم متن کتاب:

ساده ترین مولکول ها مولکول های دواتمی هستند. مولکول های دواتمی مثل H_2 و Cl_2 که از اتم های یکسانی تشکیل شده اند، مولکول دواتمی جور هسته نامیده می شوند. چون توزیع الکترون ها در آن ها یکسان و متقارن است، مولکول ناقطبی

محسوب می شوند. (مولکل دواتمی جور هسته = متقارن = ناقطبی)

در حالی که مولکول های دواتمی مانند HCl ، مولکول دواتمی ناجور هسته بوده و قطبی هستند. زیرا چون توزیع

الکترون ها در آن ها نامتقارن است. (مولکل دواتمی ناجور هسته = نامتقارن = قطبی)

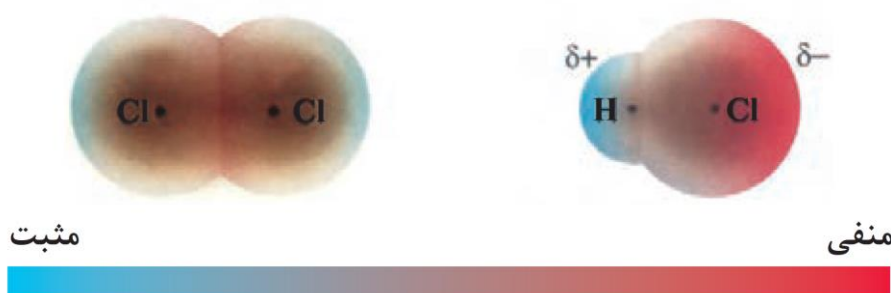
نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی:

مدلی است برای نمایش احتمال حضور الکترون ها در مولکول های قطبی و ناقطبی.

رنگ **قرمز (سرخ)** در آن نشانه **تراکم بیشتر بار الکتریکی** (تراکم بیشتر الکترون)، و **رنگ آبی** در آن نشانه **تراکم کمتر**

بار الکتریکی (تراکم کمتر الکترون) است.

مثال:



✓ در مولکول HCl (شکل سمت راست)، چون الکترونگاتیوی Cl بیشتر از H است، جفت الکترون پیوندی را بیشتر به

سمت خود می کشاند و دارای بار جزئی منفی (δ^-) می شود. هیدروژن نیز چون تراکم الکترون در اطراف آن کم می

شود دارای بار جزئی مثبت (δ^+) می گردد. به همین دلیل در نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی آن **اطراف کلر رنگ قرمز**،

و **اطراف هیدروژن رنگ آبی** قرار می گیرد. **(قرمز یعنی بار جزئی منفی / آبی یعنی بار جزئی مثبت)**

توجه: کتاب درسی به جای واژه الکترونگاتیوی از عبارت خاصیت نافلزی استفاده کرده است.

خلاصه: در مولکول HCl، احتمال حضور الکترون های پیوندی در فضای بین دو اتم، یکسان و متقارن نیست.

✓ در مولکول Cl_2 (شکل سمت چپ)، چون دو اتم الکترونگاتیوی یکسانی دارند، جفت الکترون های پیوندی به طور

یکسان بین دو اتم توزیع می شوند. به عبارت دیگر احتمال حضور جفت الکترون های پیوندی در فضای بین دو هسته

بیشتر است. گویی بیشتر وقت خود را آنجا می گذرانند. (در نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی آن رنگ قرمز در فضای بین

دو هسته قرار دارد.)

خلاصه: در مولکول Cl_2 ، احتمال حضور الکترون های پیوندی در فضای بین دو اتم، یکسان و متقارن است.

تشخیص نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی برای یک مولکول:

اتم ها را دو تا دو تا بررسی می کنیم. بین دو اتم در گیر در پیوند، هر کدام که الکترونگاتیوی بیشتری داشته باشد،

دارای بار جزئی منفی شده و رنگ آن قرمز خواهد شد. در مقابل هر اتم که در رقابت، الکترونگاتیوی کمتری

داشته باشد، دارای بار جزئی مثبت و رنگ آبی خواهد شد.

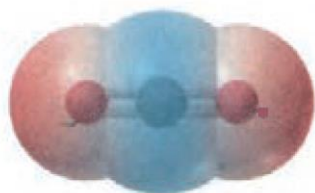
تشخیص قطبیت مولکول از روی نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی:

ابتدا بارهای جزئی مثبت و منفی را در اطراف هر اتم مشخص می کنیم. سپس بر اساس قاعده زیر، قطبیت مولکول را تعیین می نماییم:

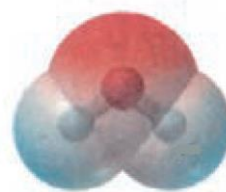
* زمانی که در مولکول مرکز اثر بارهای مثبت و منفی بر هم منطبق باشند، یعنی قطبها همدیگر را خنثی می کنند در نتیجه مولکول ناقطبی خواهد بود.

* زمانی که در مولکول مرکز اثر بارهای مثبت و منفی بر هم منطبق نباشند، یعنی قطبها همدیگر را خنثی نمی کنند در نتیجه مولکول قطبی خواهد بود.

مثال ۱: آب و کربن دی اکسید



CO_2



H_2O

نکات متن کتاب درسی درباره این دو مولکول:

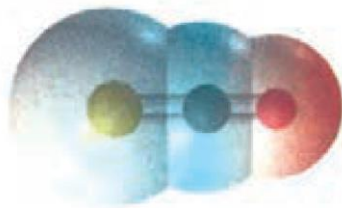
در مولکول خطی CO_2 ، به دلیل توزیع متقارن بار الکتریکی پیرامون اتم مرکزی، این مولکول در میدان الکتریکی جهت گیری نمی کند و گشتاور دوقطبی آن صفر است.

در مولکول خمیده H_2O ، تراکم بار الکتریکی (الکترون) روی هسته اتم اکسیژن بیشتر است و در میدان الکتریکی جهت گیری می کند.

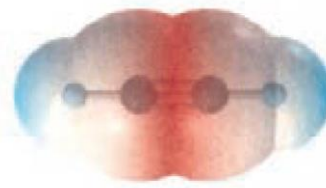
✓ در مولکول خطی سه اتمی (مثل CO_2)، هسته هر سه اتم سازنده ی آن بر روی یک خط راست قرار دارند.

✓ یکی از عواملی که می تواند تقارن و توزیع یکنواخت بارهای الکتریکی را در مولکول های چند اتمی به هم بزند، وجود جفت الکترون های ناپیوندی روی اتم مرکزی است.

مثال ۲: کربونیل سولفید (SCO) و اتین (C_2H_2):



کربونیل سولفید

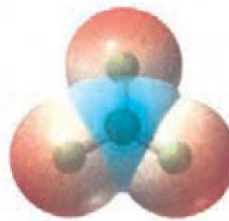


اتین

مثال ۳: آمونیاک (NH_3) و گوگرد تری اکسید (SO_3):



آمونیاک



گوگرد تری اکسید

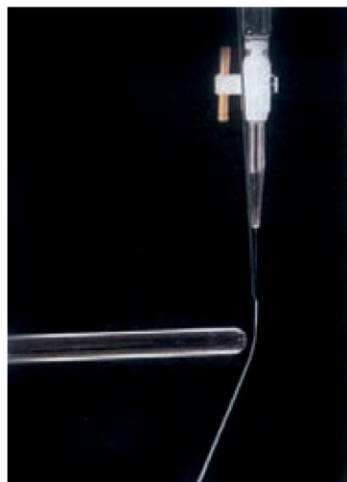
نکته خود را بیازمایید

✓ **کلو فرم ($CHCl_3$) و کربن تتراکلرید (CCl_4) هر دو مایع بی رنگ هستند.**

✓ **کلو فرم یک مولکول قطبی بوده و کربن تتراکلرید ناقطبی است.**

زمانی که کلو فرم در مجاورت میله پلاستیکی باردار قرار میگیرد به سمت میله پلاستیکی منحرف می شود.

اما کربن تتراکلرید به دلیل ناقطبی بودن به سمت میله پلاستیکی منحرف نمی شود.



تشخیص سریع مولکول قطبی و ناقطبی در تست ها:

در صورتی که مولکول، حداقل یکی از موارد زیر را داشته باشد قطبی است:

- ۱- یکسان نبودن دو اتم در مولکول های دواتمی : مانند HCl ، CO ، NO و...
 - ۲- یکسان نبودن گروه های متصل به اتم مرکزی : مانند POCl_3 ، CHCl_3 ، SCO ، N_2O و...
 - ۳- وجود الکترون ناپیوندی (نقطه) روی اتم مرکزی : مانند H_2O ، SO_2 ، NH_3 و...
- در صورتی که مولکول مورد نظر هیچ کدام از موارد بالا را نداشته باشد، ناقطبی محسوب می شود.

عدد کوئوردیناسیون در جامدهای یونی:

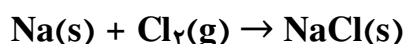
ترکیب یونی دوتایی: ترکیب یونی که از دو نوع عنصر تشکیل شده باشد. مثل NaCl ، MgCl_2 و...

ترکیب یونی چندتایی: ترکیب یونی که از بیش از دو نوع عنصر تشکیل شده باشد. مثل Na_2SO_4 ، NH_4NO_3 و...

✓ هر ترکیب یونی دوتایی را می توان فراورده واکنش یک فلز یا یک نافلز دانست. اتم فلز با از دست دادن الکترون و اتم نافلز با گرفتن الکترون به ترتیب تبدیل به کاتیون و آنیون می شوند.

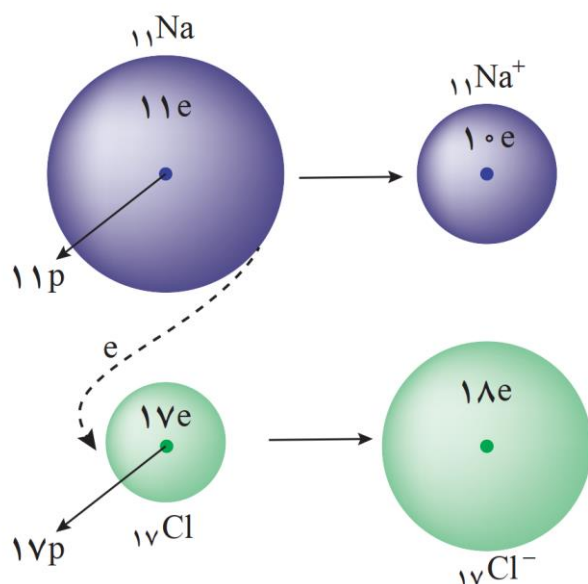
مثال: از واکنش فلز سدیم و گاز زرد رنگ کلر، جامد سفید رنگی به نام سدیم کلرید (NaCl) به دست می آید.

نور و گرمای آزاد شده در این واکنش نشان می دهد که این واکنش بسیار گرماده است.



✓ برای تشکیل یک ترکیب یونی، بین اتم های فلز و نافلز داد و ستد (مبادله) الکترون صورت می گیرد.

مثال: داد و ستد الکترون بین سدیم و کلر، در تشکیل سدیم کلرید



شعاع: Na Cl

شعاع: Na^+ Na

شعاع: Cl^- Cl

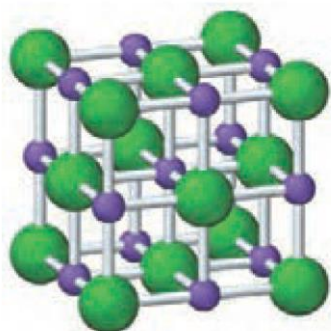
شعاع: Na^+ Cl^-

در جامدهای یونی، یون ها با آرایش سه بعدی و منظم در کنار هم قرار گرفته اند (شبکه بلوری جامد یونی)

شبکه بلوری اصطلاحاً برای توصیف آرایش سه بعدی اتم ها (جامد فلزی)، مولکول ها (جامد مولکولی) و یون ها (جامد

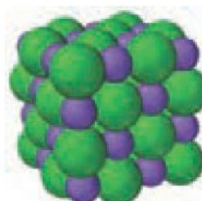
یونی) به کار می رود.

شکل زیر شبکه بلوری سدیم کلرید جامد را نشان می دهد:



(ب)

مدل گلوله و میله



(آ)

مدل فضاپرکن

نکات شکل:

✓ پس از داد و ستد الکترون و تشکیل یون ها، میان یون های ناهمنام، نیروی جاذبه و میان یون های همنام، نیروی دافعه به وجود می آید.

✓ اگر هر یک از یون ها مانند کره ای باردار باشد، انتظار می رود نیروهای جاذبه و دافعه از همه جهت ها به آن یون وارد می شود. به عبارت دیگر، این نیروهای جاذبه و دافعه به شمار معینی از یون ها محدود نشده بلکه میان همه آن ها و در فاصله های گوناگون وارد می شود.

✓ وجود سدیم کلرید و دیگر جامدهای یونی در طبیعت نشان می دهد که نیروهای جاذبه میان یون های ناهمنام، بر نیروهای دافعه میان یون های همنام غالب است.

✓ با کمی دقت در شکل، در می یابید که آرایش یون ها در سرتاسر شبکه بلوری سدیم کلرید به عنوان نماینده جامدهای یونی، از یک الگوی تکراری پیروی می کند، به طوری که هر کاتیون با شمار معینی آنیون و هر آنیون با شمار معینی کاتیون احاطه شده است.

عدد کوئوردیناسیون: به شمار نزدیک ترین یون های ناهمنام موجود پیرامون هر یون در شبکه بلور، عدد کوئوردیناسیون می گویند.








عدد کوئوردیناسیون هر یک از یون های Na^+ و Cl^- در بلور سدیم کلرید با هم مساوی و برابر ۶ است.

توجه: برای توصیف ترکیب های یونی در منابع معتبر علمی، هیچ گاه واژه هایی مانند مولکول، فرمول مولکولی و جرم مولکولی به کار نمی رود.

برای مثال اگر عبارت های زیر را در تستی مشاهده کردید آن را غلط در نظر بگیرید:
فرمول مولکولی منیزیم کلرید به صورت $MgCl_2$ است.

جرم مولکولی سدیم کلرید برابر ۵۸/۵ است. ($Na=23$, $Cl=35/5$)

✓ جدول زیر شعاع برخی یون های متداول را در مقایسه با اندازه اتم سازنده آن ها نشان می دهد.
با توجه به شکل:

۱	۲	۱۶	۱۷	گروه دوره
Li  ۱۵۲، ۷۶		O  ۷۳، ۱۴۰	F  ۷۱، ۱۳۳	دوم
Na  ۱۸۶، ۱۰۲	Mg  ۱۶۰، ۷۲	S  ۱۰۲، ۱۸۴	Cl  ۹۹، ۱۸۱	سوم

در هر گروه

شعاع اتمی: افزایش

شعاع یونی: افزایش

شعاع اتمی: کاهش

در هر دوره
شعاع یونی: نامنظم



نکته: اختلاف شعاع یونی در آنیون ها بسیار کمتر از اختلاف شعاع در کاتیون هاست.

توجه: در بین کاتیون های یک عنصر، هر چه بار مثبت کاتیون بیشتر شود، شعاع یونی کمتر می شود. (مثال: $Fe^{3+} < Fe^{2+}$)

چگالی بار یون و انرژی شبکه (آنتالپی فروپاشی) در ترکیبات یونی:

چگالی بار یون: اگر هر یون را مانند کره ای باردار در نظر بگیریم، چگالی بار هم ارز نسبت بار به حجم آن است. زمانی که قرار است چگالی بار را به صورت عددی محاسبه کنیم از رابطه زیر استفاده می نماییم:

$$\text{چگالی بار} = \frac{\text{بار یون}}{\text{حجم یون}} \rightarrow \frac{4}{3} \pi r^3$$

یکای شعاع پیکومتر است ← $1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$

اما زمانی که قرار است چگالی بار یون ها را با هم مقایسه کنیم از رابطه زیر استفاده می کنیم (۹۹٪ مواقع):

$$\text{چگالی بار} \propto \frac{\text{بار یون}}{\text{شعاع یون}}$$

نکته متن کتاب: هر چه نسبت بار یون به شعاع آن بیشتر باشد، چگالی بار نیز بیشتر است.
به طور خلاصه:

اگر قرار است چگالی بار یون ها را با هم مقایسه کنیم به دو عامل توجه می کنیم:

۱- **بار یون** ← **رابطه مستقیم:** هر چه بار یون بیشتر، چگالی بار بیشتر

۲- **شعاع یون** ← **رابطه عکس:** هر چه شعاع یون کمتر، چگالی بار بیشتر

نکته مهم: در مقایسه چگالی بار یون ها، اولویت با مقایسه بار است. هر کس بار (قدر مطلق بار) بیشتری داشت، چگالی بار بیشتری دارد. اما اگر بارها برابر بود، سراغ شعاع می رویم.

تمرین ۱: چگالی بار کاتیون های Na^+ ، K^+ ، Mg^{2+} و Ca^{2+} را با هم مقایسه کنید.

تمرین ۲: چگالی بار آنیون های F^- ، Cl^- ، O^{2-} و S^{2-} را با هم مقایسه کنید.

*نکته متن کتاب: چگالی بار، کمیتی است که برای مقایسه میزان برهم کنش میان یون ها به کار می رود.

نتیجه گیری ما:

هر چه چگالی بار یون بیشتر باشد (در واحد حجم یون، بار الکتریکی بیشتری وجود دارد) \Rightarrow نیروی جاذبه میان آن یون با یون های ناهمنام، بیشتر است.

تمرین ۳: در مقایسه ای که برای چگالی بار یون ها در تمرین ۱ و ۲ انجام دادید، تعیین کنید:

الف) نیروی جاذبه میان کدام کاتیون با کدام آنیون از همه قوی تر است؟

ب) نیروی جاذبه میان کدام کاتیون با کدام آنیون از همه ضعیف تر است؟

*نکته متن کتاب: هر چه نیروی جاذبه میان یون ها قوی تر باشد، استحکام شبکه بلوری بیشتر بوده، و برای فروپاشی آن شبکه بلور و جدا کردن کامل یون ها به انرژی بیشتری نیاز است.

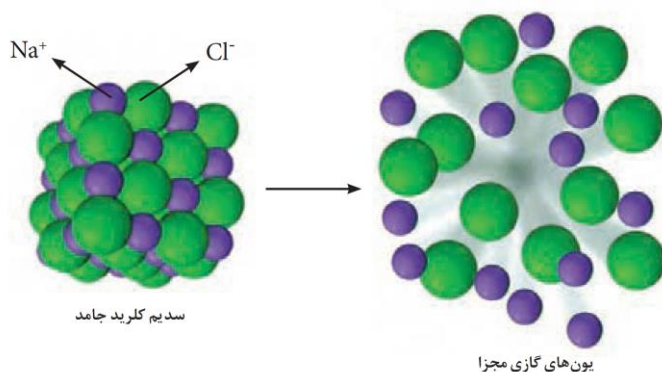
نتیجه گیری ما به صورت خودمونی:

هر چه چگالی بار یون بیشتر باشد \Rightarrow نیروی جاذبه میان یون های ناهمنام در شبکه بلوری، بیشتر است \Rightarrow استحکام شبکه بلوری بیشتر خواهد بود \Rightarrow برای جدا کردن یون ها به انرژی بیشتری نیاز است \Rightarrow انرژی فروپاشی شبکه بلور بیشتر خواهد بود

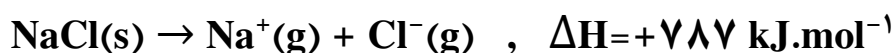
انرژی فروپاشی شبکه بلور (آنتالپی فروپاشی):

انرژی لازم برای جدا کردن کامل یون ها در یک مول ترکیب یونی جامد و تبدیل آن به یون های گازی جدا از هم را انرژی فروپاشی شبکه بلور (آنتالپی فروپاشی) می گوئیم.

(تعریف دیگر: به گرمای مصرف شده در فشار ثابت، برای فروپاشی یک مول از شبکه یونی و تبدیل آن به یون های گازی جدا از هم، آنتالپی فروپاشی گفته می شود.)
برای مثال شکل زیر، فروپاشی شبکه بلور سدیم کلرید را نشان می دهد:



معادله واکنش مربوط به فرایند فروپاشی به صورت زیر نشان داده می شود:



مقایسه آنتالپی فروپاشی (انرژی شبکه بلور) در ترکیب های یونی :

هر گاه به ما چند ترکیب یونی دادند و مقایسه آنتالپی فروپاشی (انرژی شبکه) آن ها را خواستند، کافی است به دو عامل زیر به ترتیب اولویت توجه کنیم:

۱- مجموع قدر مطلق بارها ← رابطه مستقیم: هر ترکیب یونی که در آن مجموع قدر مطلق بارهای مثبت و منفی بیشتر بود، آنتالپی فروپاشی بیشتری دارد.

اگر مجموع قدر مطلق بارها در ترکیب های داده شده یکسان بود، سراغ عامل دوم میرویم (در غیر این صورت، نیازی به بررسی عامل دوم نیست):

۲- شعاع یون ← رابطه عکس: هر چه شعاع یون ها کمتر، آنتالپی فروپاشی بیشتر

تمرین ۱: آنتالپی فروپاشی (انرژی شبکه) ترکیب های یونی زیر را در هر مورد با هم مقایسه کنید.

الف) NaCl و MgCl_2

ب) CaO و MgCl_2

پ) MgO و CaO

توجه: در مقایسه انرژی شبکه بلور برای بیش از دو ترکیب، بهتر است ترکیبات را دو به دو با هم مقایسه کنیم و ترجیحا بهتر است در یک یون مشترک باشند.

تمرین ۲: آنتالپی فروپاشی (انرژی شبکه) ترکیب های NaF ، Na_2O ، MgO و MgF_2 را با هم مقایسه کنید و هر کدام از اعداد ۳۷۹۸، ۲۹۶۵، ۲۴۸۸ و ۹۲۶ کیلوژول بر مول را به آن ها نسبت دهید.

تمرین ۳: اگر آنتالپی فروپاشی NaCl و KBr به ترتیب ۷۸۷ و ۶۸۹ کیلوژول بر مول باشد، آنتالپی فروپاشی KCl کدام یک از اعداد داخل پرانتز می تواند باشد؟ (۷۱۷ ، ۶۴۹ یا ۱۰۳۷) kJ.mol^{-1}

تمرین ۴: در هر مورد عبارت مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

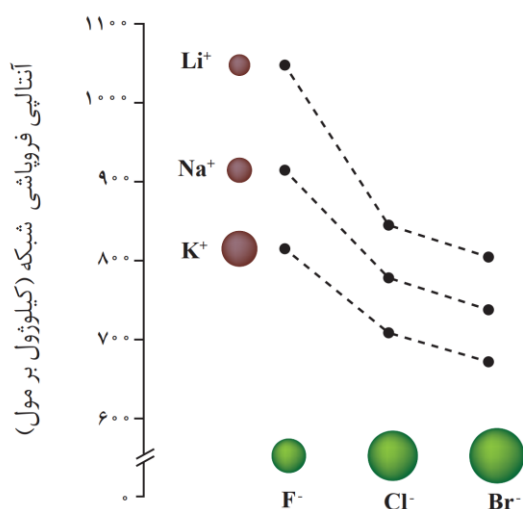
الف) هر چه (بار / چگالی بار) یون های سازنده یک جامد یونی کمتر باشد، شبکه آن (آسان تر / دشوارتر) فروپاشیده می شود.

ب) با افزایش شعاع کاتیون فلزهای قلیایی، در ترکیب با هالوژن ها، آنتالپی فروپاشی (کاهش / افزایش) می یابد.

پ) با افزایش شعاع آنیون هالید، در ترکیب با فلزهای قلیایی ها، آنتالپی فروپاشی (کاهش / افزایش) می یابد.

ت) آنتالپی فروپاشی شبکه (هم با بار کاتیون و هم با بار آنیون / فقط با بار کاتیون / فقط با بار آنیون) رابطه مستقیم دارد.

نکته خود را بیازمایید:



آنتالپی فروپاشی: $\text{LiF} > \text{NaF} > \text{LiCl} > \text{KF} \approx \text{LiBr} > \text{NaCl} > \text{NaBr} > \text{KCl} > \text{KBr}$

با توجه به نمودار: آنتالپی فروپاشی فلوئورید یک فلز قلیایی، نسبت به سایر هالیدهای آن فلز قلیایی به میزان قابل توجهی بزرگ تر است.

آنتالپی فروپاشی و مقایسه نقطه ذوب و جوش ترکیبات یونی:

به طور کلی هر چه آنتالپی فروپاشی شبکه بلور بیشتر باشد، نقطه ذوب و جوش ترکیب های یونی بیشتر است.

$$\text{چگالی بار} \uparrow \Leftrightarrow \text{آنتالپی فروپاشی} \uparrow \Leftrightarrow \text{نقطه ذوب و جوش} \uparrow$$

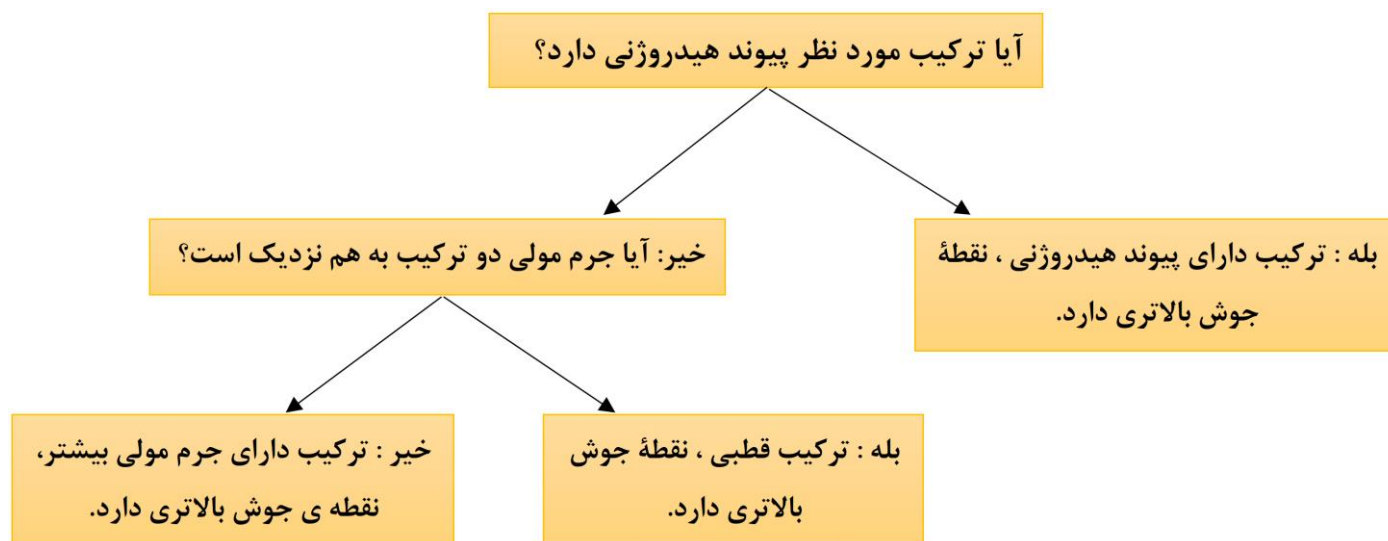
تمرین: نقطه ذوب و جوش ترکیب های یونی زیر را با هم مقایسه کنید.

الف) MgO و MgF_2

ب) NaCl و MgF_2

توجه: در مقایسه نقطه ذوب و جوش ترکیبات مولکولی از نکات بالا استفاده نمی کنیم! بلکه سراغ نیروی بین مولکولی می رویم. (طبق فصل سوم شیمی دهم: هر چه نیروی بین مولکولی بیشتر باشد، نقطه ذوب و جوش آن مولکول بیشتر خواهد بود)

برای مقایسه نیروی بین مولکولی (و همچنین نقطه ذوب و جوش) در مولکول ها به ترتیب زیر عمل می کنیم:



*برای بررسی مثال های بیشتر درباره مقایسه نقطه ذوب و جوش در ترکیب های مولکولی، به آموزش این مبحث در فصل سوم شیمی دهم مراجعه کنید.

انواع جامد ها:

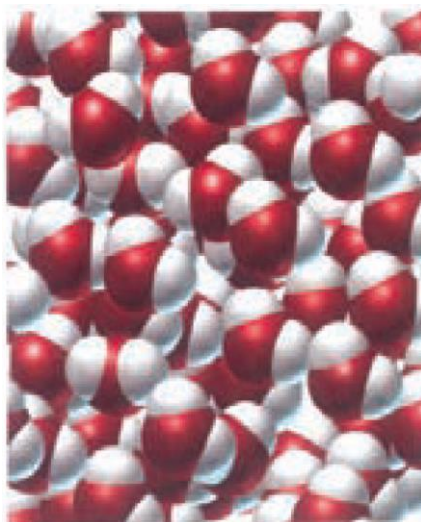
جامد مولکولی – جامد کووالانسی – جامد یونی – جامد فلزی

۱- جامد مولکولی (ماده مولکولی): جامدی است که از واحدهای مجزا و مستقل به نام مولکول تشکیل شده است.

تشخیص: شامل یک یا چند نوع نافلز است (همون مولکول خودمون!) مثل: NH_3 ، CO_2 ، H_2O ، Cl_2 ، CH_4 ، SO_3 و ...

توجه: با اینکه H_2O ، Cl_2 و ... در شرایط اتاق گازی هستند اما آن ها را جزو جامدهای مولکولی دسته بندی می کنیم.

نمایش ساختار ذره ای H_2O به عنوان نماینده جامدهای مولکولی:

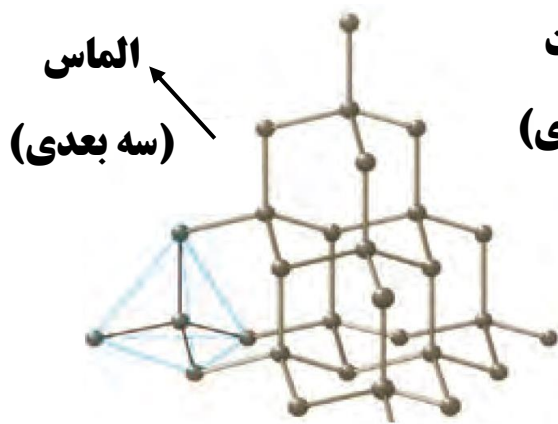


۲- جامد کووالانسی (ماده کووالانسی): جامدی است که در آن واحدهای مجزایی به نام مولکول وجود ندارد و کلیه اتم ها با پیوند کووالانسی به هم متصل اند. در واقع جامد کووالانسی، شبکه ای به هم پیوسته از اتم هاست که به آن شبکه غول آسا نیز گفته می شود.

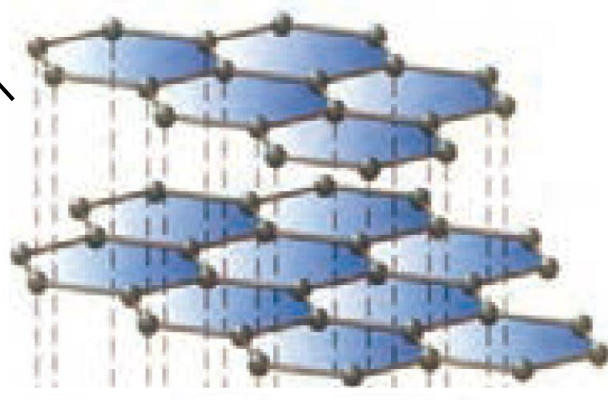
تشخیص: در محدوده کنکور: الماس (C)، گرافیت (C)، سیلیسیم (Si)، سیلیس (SiO_2)، سیلیسیم کربید (SiC)، ژرمانیم (Ge)

نمایش ساختار ذره ای: هر ساختار ذره ای که شامل شمار زیادی اتم باشد که با پیوند کووالانسی به هم وصل شده اند، مربوط به جامدهای کووالانسی است. (دارای شبکه بلوری منظم و سه بعدی به جز گرافیت که دوبعدی است)

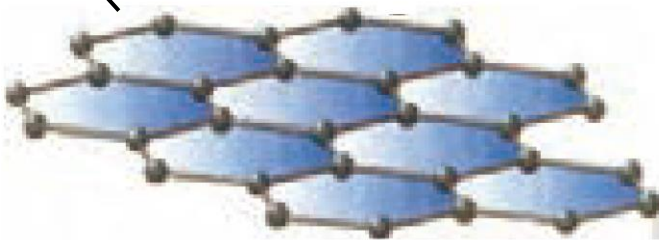
ساختار ذره ای جامدهای کووالانسی:



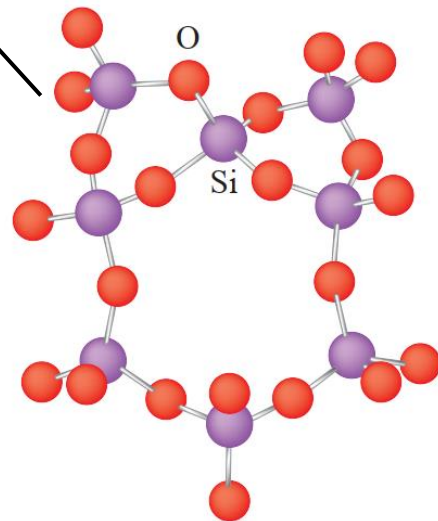
گرافیت
(دو بعدی)



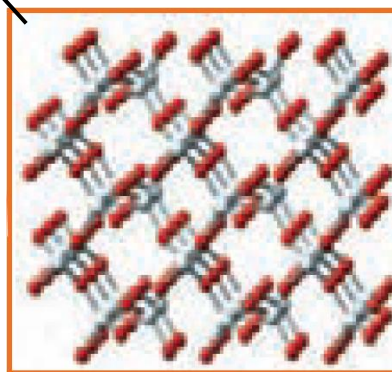
گرافن



سیلیس



سیلیس

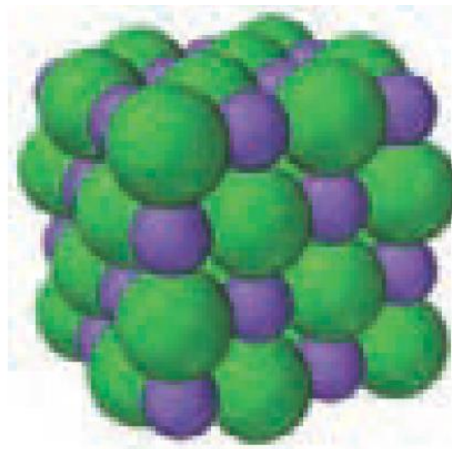
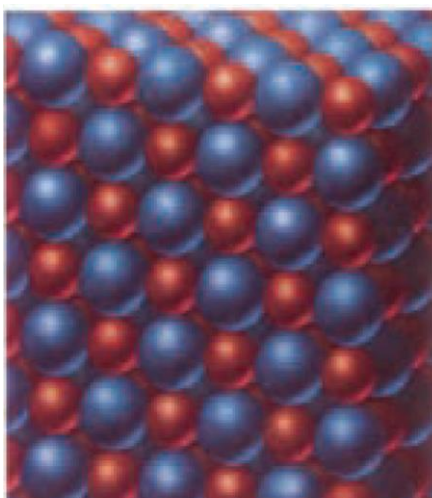


۳- جامد یونی (ماده یونی): جامدی است که از شبکه ای به هم فشرده از یون های مثبت و منفی تشکیل شده است.

تشخیص: همون ترکیب های یونی! مثل: NaCl ، KNO_3 ، Na_2SO_4 و... همگی جزو جامد های یونی هستند.

نمایش ساختار ذره ای:

شامل کره های غیریکسانی است که به صورت منظم و به هم فشرده در کنار هم قرار می گیرند. (دارای شبکه بلوری منظم و سه بعدی)

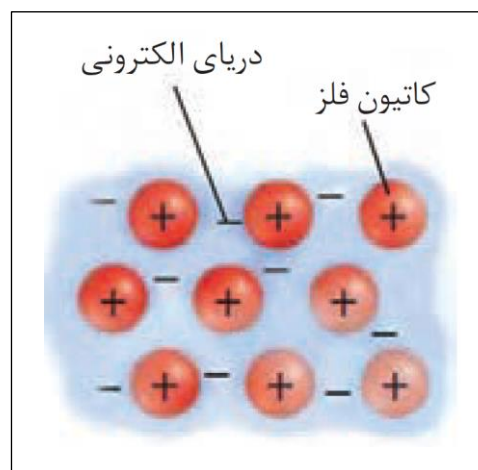
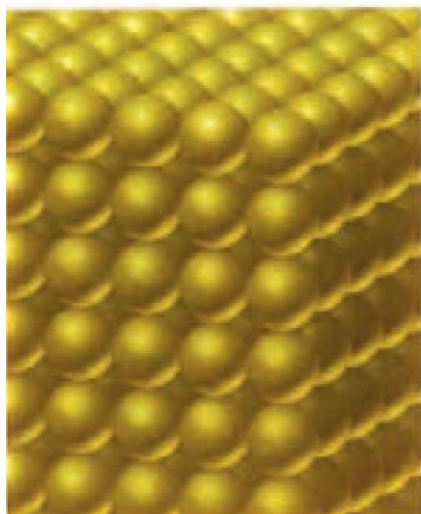


۴- جامد فلزی (ماده فلزی): جامدی است که از دریای الکترون و کاتیون های شناور تشکیل شده است. (در واقع در جامدهای فلزی، اتم های فلز، الکترون ظرفیت خود را از دست می دهند و تبدیل به کاتیون می شوند. در واقع این کاتیون ها در الکترون هایی که از دست داده اند شناور هستند.)

تشخیص: فقط شامل یک نوع فلز است. مانند: Fe ، Au و Na و...

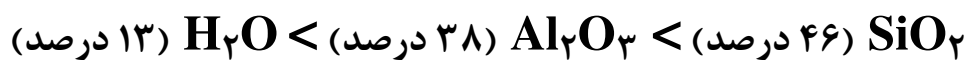
نمایش ساختار ذره ای:

شامل کره های یکسانی است که به صورت منظم و به هم فشرده در کنار هم قرار می گیرند. (دارای شبکه بلوری منظم و سه بعدی)



نکات تئوری فصل سوم:

سه ترکیب اصلی خاک رس به ترتیب (حدود ۹۵ درصد خاک رس را تشکیل می دهند):



بر اثر حرارت دادن خاک رس:

* جرم H_2O کم می شود ← درصد جرمی H_2O کاهش می یابد.

* جرم سایر اکسیدها (SiO_2 ، Al_2O_3 و...) ثابت می ماند ← درصد جرمی سایر اکسیدها (SiO_2 ،

Al_2O_3 و...) افزایش می یابد.

نکات تکمیلی انواع جامد ها:

تعداد بسیار زیادی اتم با پیوند قوی کووالانسی به هم متصل شده اند

جامدهای کووالانسی دارای ساختاری بهم پیوسته و غول آسا در شبکه بلور

الماس (C)، گرافیت (C)، سیلیسیم (Si)، سیلیس (SiO_2)، سیلیسیم کربید (SiC)،

ژرمانیم (Ge)

گرافیت جامد کووالانسی دوبعدی است و سایر موارد سه بعدی هستند.

سختی و استحکام زیاد (علت: وجود پیوند کووالانسی در سرتاسر شبکه بلور آنها)

نقطه ذوب و جوش زیاد (علت: وجود پیوند کووالانسی در سرتاسر شبکه بلور آنها)

نکات سیلیسیم (Si) و سیلیس (SiO_2) و سیلیسیم کربید (SiC):

* سیلیسیم (Si)

پس از اکسیژن، فراوان ترین عنصر در پوسته جامد زمین است. (دومین عنصر

فراوان در پوسته زمین)

$\text{Si} < \text{O}$: فراوان ترین عناصر در پوسته جامد زمین

سومین عنصر فراوان در کل سیاره زمین است.

$\text{Si} < \text{O} < \text{Fe}$: فراوان ترین عناصر در کل سیاره زمین

کربن و سیلیسیم عناصر اصلی سازنده جامدهای کووالانسی هستند.

سیلیسیم یک شبه فلز است در نتیجه: رسانایی الکتریکی کم و رسانایی گرمایی متوسط

* سیلیس (SiO_2)

فراوان ترین اکسید در پوسته جامد زمین است.

نمونه خالص سیلیس در طبیعت: کوارتز

نمونه ناخالص سیلیس در طبیعت: ماسه

فراوان ترین ماده سازنده خاک رس است.

جامد کووالانسی دارای شبکه گول آسا

شبکه ای متشکل از دوازده ضلعی های احاطه شده توسط شش ضلعی ها

نقطه ذوب بالا، دیرگداز، سختی بالا، عامل استحکام نقشکننده های سنگی (مثل گنجانده

همدان)

سیلیس خالص ماده ای شفاف، زیبا و سخت است و به دلیل خواص نوری ویژه در ساخت

عدسی ها و منشورها به کار می رود.

* سیلیسیم کربید (SiC)

یک ساینده ارزان است که در تهیه سنباده به کار می رود.

پیوند $\text{Si}-\text{C}$ نسبت به $\text{Si}-\text{Si}$ (در سیلیسیم) محکم تر و پایدار تر بوده

اما نسبت به $\text{C}-\text{C}$ (در الماس) ضعیف تر است.

آنتالپی پیوند: $\text{C}-\text{C} > \text{Si}-\text{C} > \text{Si}-\text{Si}$

نقطه ذوب و سختی: $\text{C(s, الماس)} > \text{SiC} > \text{Si(s)}$

نکات الماس و گرافیت و گرافن:

گرافیت	الماس	
آلوتروپ (دگر شکل) کربن	آلوتروپ (دگر شکل) کربن	نوع آلوتروپ (دگر شکل)
کدر و تیره	شفاف	ظاهر
جامد کووالانسی دو بعدی	جامد کووالانسی سه بعدی	نوع جامد
لایه لایه (در هر لایه اتم ها با پیوند کووالانسی قوی به هم وصل اند. و بین لایه ها نیروی ضعیف و اندروالسی برقرار است)	یکپارچه (فقط شامل پیوند کووالانسی قوی میان اتم ها)	ساختار
یکی از نرم ترین مواد موجود در طبیعت (لایه های آن به آسانی از هم جدا می شوند)	سخت ترین ماده موجود در طبیعت	سختی
بسیار بالا	بسیار بالا	نقطه ذوب
کوتاه تر	بلندتر	طول پیوند
بزرگتر	کوچکتر	آنتالپی پیوند
کوچکتر ($-393/5$)	بزرگتر (منفی تر) ($-395/4$)	آنتالپی سوختن
بیشتر	کمتر	پایداری

کمتر	بیشتر	چگالی
رسانای الکتریکی خوب	نارسانا	رسانایی الکتریکی
ندارد	بسیار بالا	رسانایی گرمایی
مغز مداد و الکتروود	جواهرات، ساخت مته و ابزار برش شیشه	کاربردها
۳	۴	شمار اتم های کربن پیرامون هر اتم کربن
بسیار زیاد (چون ساختار لایه لایه دارد)	۱ (چون ساختار یکپارچه دارد)	شمار مولکول های غول آسا در یک بلور

تک لایه ای از گرافیت است (لایه ای به ضخامت نانومتر)

یک گونه شیمیایی دو بعدی است

در آن اتم های کربن با پیوند اشتراکی (کووالانسی) حلقه های شش گوشه ای را تشکیل داده اند

که الکوی شبیه کندوی زنبور عسل دارد.

مقاومت کششی آن ۱۰۰ برابر فولاد است (استحکام بالا)

شفاف، انعطاف پذیر، رسانایی الکتریکی خوب

نکات گرافیت درباره گرافن نیز صدق می کند (البته به جز شفاف و انعطاف پذیر بودن!)

*گرافن

نکات تکمیلی جامدهای مولکولی در مقایسه با جامدهای کووالانسی و یونی:

نکته ۱: تنوع و شمار مواد مولکولی بیشتر از سایر انواع مواد (مواد کووالانسی، مواد یونی و جامدهای فلزی) است.

کووالانسی و فلزی و یونی > مولکولی: تنوع و شمار مواد

نکته ۲: در ساختار یک جامد مولکولی، میان شمار معینی از اتم ها پیوند اشتراکی وجود دارد.

در حالی که در ساختار یک جامد کووالانسی، میان همه اتم ها پیوند اشتراکی وجود دارد. به همین دلیل جامدهای کووالانسی نقطه ذوب بالایی دارند و دیرگدازند.

نکته ۳: واژه های مولکول، فرمول مولکولی و نیروهای بین مولکولی فقط برای ترکیب های مولکولی قابل استفاده است نه جامدهای کووالانسی، یونی و فلزی!

نکته ۴: رفتار فیزیکی مواد مولکولی (مثل نقطه جوش، آنتالپی تبخیر و...) به نوع و قدرت نیروهای بین مولکولی آن ها بستگی دارد. در حالی که رفتار شیمیایی (مثل واکنش پذیری) مواد مولکولی به طور عمده به پیوندهای اشتراکی (جفت الکترون پیوندی) بستگی دارد.

نکته ۵: اغلب ترکیب های آلی جزو مواد مولکولی هستند. (استثناء: ترکیباتی مثل CH_3COONa که یک ترکیب آلی است، جزو ترکیب های یونی محسوب می شود).

نکته ۶: نقطه ذوب و جوش و سختی جامدهای کووالانسی و جامدهای یونی بسیار بیشتر از مواد مولکولی است.

مولکولی > کووالانسی و فلزی و یونی: نقطه ذوب و جوش و سختی

نکته ۷: مطابق یک قاعده کلی، هر چه تفاوت بین نقطه ذوب و جوش یک ماده خالص بیشتر باشد، آن ماده در گستره دمایی بیشتری به حالت مایع بوده و نیروهای جاذبه میان ذره های سازنده آن مایع قوی تر است.

نتیجه نکته ۷: براساس جدول زیر، مواد یونی (مثل NaCl) نسبت به مواد مولکولی، در گستره دمایی

بیشتری به حالت مایع باقی می ماند.

ماده	نقطه ذوب ($^{\circ}\text{C}$)	نقطه جوش ($^{\circ}\text{C}$)
N_2	-۲۱۰	-۱۹۶
HF	-۸۳	۱۹
NaCl	۸۰۱	۱۴۱۳

نکات یخ ($H_2O_{(s)}$):

یخ یک جامد مولکولی است

از مولکول های مجزا تشکیل شده که لایه لای آن ها پیوند هیدروژنی برقرار است.

سازه های یخی مانند بلور جامدهای کووالانسی (مثل سیلیس خالص) موادی شفاف، زیبا و سخت هستند.

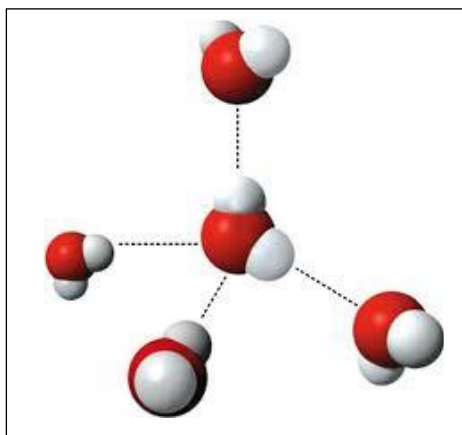
در ساختار یخ، مولکول های آب در یک آرایش منظم و سه بعدی با تشکیل حلقه های شش

گوشه، شبکه ای همانند کندوی زنبور عسل با استحکام ویژه پدید می آورند.

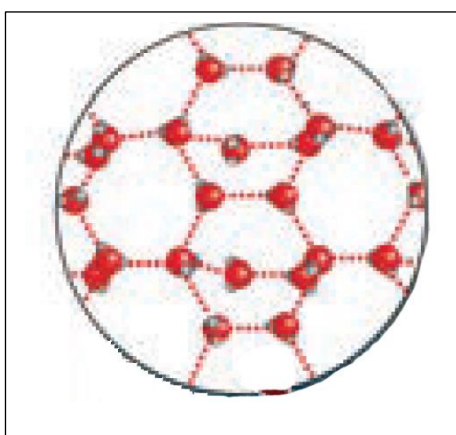
در ساختار یخ، هر اتم اکسیژن به دو اتم هیدروژن با پیوند اشتراکی و به دو اتم هیدروژن از

مولکول های دیگر با پیوندهای هیدروژنی متصل است. این در حالی است که در سیلیس همه

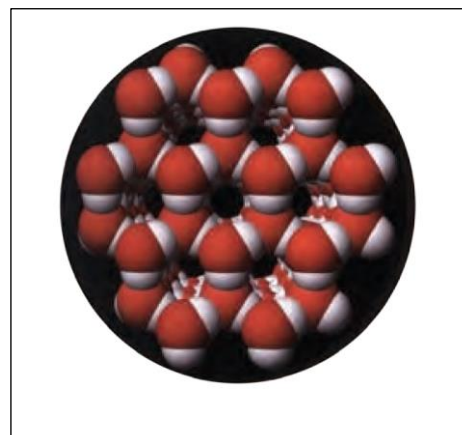
اتم ها با پیوندهای اشتراکی به یکدیگر متصل شده اند.



وضعیت هر مولکول آب در ساختار



مدل گلوله و میله یخ

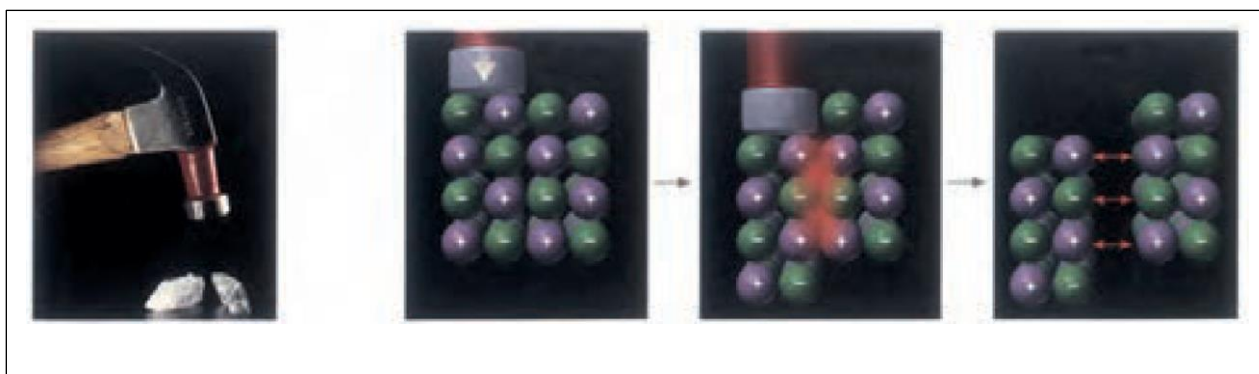


مدل فضاپرکن یخ

نکات تکمیلی جامدهای یونی:

۱- مواد یونی فقط در حالت محلول و مذاب رسانای جریان برق هستند.

۲- مواد یونی در حالت جامد، شکننده هستند. در اثر ضربه چکش، لایه ها از هم جدا می شوند.

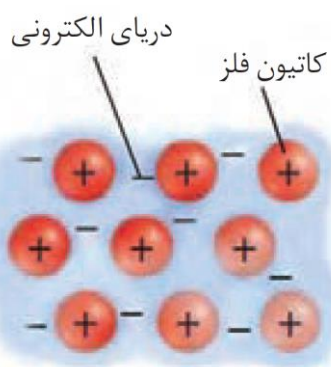


نکات تکمیلی جامدهای فلزی:

- ۱- پس از دوره سنگی، در دوره برنز و سپس آهن جوامع دچار دگرگونی و رشد چشمگیری شدند.
- ۲- فلزها بخش عمده جدول تناوبی را تشکیل می دهند (بیش از ۸۰ درصد عنصرهای جدول).
- ۳- فلزها در هر چهار دسته s ، p ، d و f جای دارند اما رفتارهای فیزیکی و شیمیایی متنوعی دارند.
- ۴- عنصرهای دسته d و f همگی فلزند.

۵- رفتارهای فیزیکی فلزها: داشتن جلا، رسانایی الکتریکی، رسانایی گرمایی و شکل پذیری

۶- رفتارهای شیمیایی فلزها: واکنش پذیر و تنوع عدد اکسایش



۷- شبکه بلوری فلزها به مدل دریای الکترونی معروف است (طبق شکل روبه رو)

۸- بر اساس مدل دریای الکترونی (شکل روبه رو)، ساختار فلزها آرایش منظمی

از کاتیون ها در سه بعد است که در فضای میان آن ها سست ترین الکترون های

موجود در اتم (الکترون های ظرفیتی)، دریایی را ساخته اند و در آن آزادانه جابه جا می شوند.

حال براساس نکته ۷، تست زیر را حل کنید:

(کنکور ریاضی در ۱۴۰۱): ساختار فلزها آرایش منظمی از کاتیون ها در بعد است که در فضای میان آن

ها سست ترین الکترون های موجود در ، آزادانه جابه جا می شوند.

(۱) دو - کاتیون (۲) دو - اتم های فلز (۳) سه - اتم های فلز (۴) سه - کاتیون

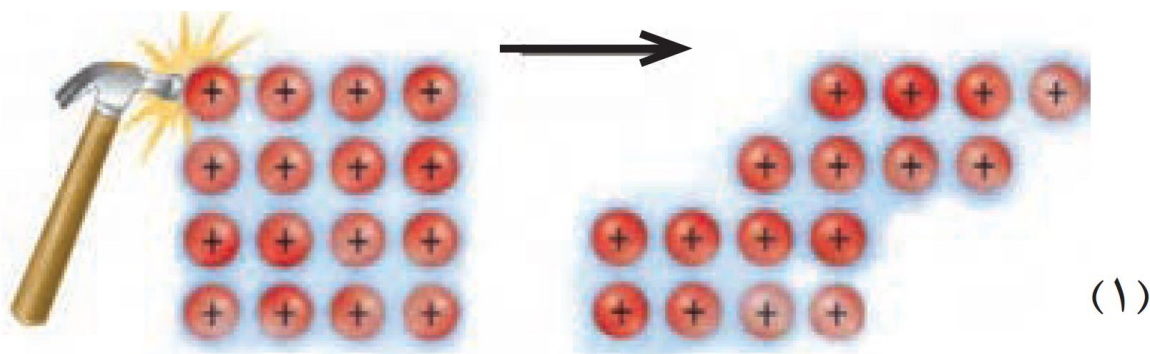
چواب تست بالا، گزینه ۳ است.

۹- دریای الکترونی عاملی است که چیدمان کاتیون ها را در شبکه بلوری فلز حفظ می کند.

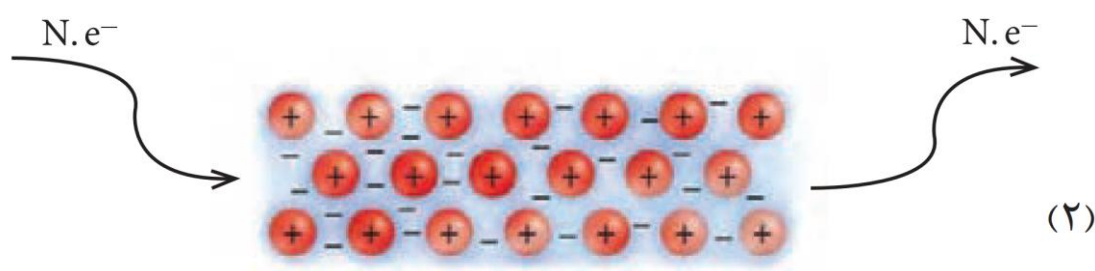
۱۰- از آنجا که الکترون های سازنده دریای الکترونی آزادانه جابه جا می شوند همین عامل سبب می

شود که هر الکترون موجود در آن را نتوان تنها متعلق به یک اتم معین دانست.

۱۱- شکل زیر، نشان دهنده ویژگی چکش خواری فلزات است. براساس شکل زیر چنانچه به لایه های شبکه بلوری فلز ضربه چکش وارد شود، آن لایه ها جا به جا شده اما از شبکه بلوری جدا نمی شوند. زیرا الکترون های آزاد موجود در دریای الکترونی به دلیل جاذبه با کاتیون ها آن ها را همچنان در شبکه بلوری نگه می دارند.



۱۲- شکل زیر، نشان دهنده ویژگی رسانایی الکتریکی فلزات است. براساس این شکل اگر N الکترون از یک سمت وارد دریای الکترونی فلز شود، همان تعداد (یعنی N الکترون) از سمت دیگر خارج می شود.



۱۳- فلز افزون بر رفتارهای مشابه، تفاوت های آشکاری در برخی رفتارها دارند. (هر فلز افزون بر رفتارهای مشترک، رفتارهای ویژه خود را دارد)

۱۴- فلزهای دسته d همانند فلزهای دسته s و p، دارای ویژگی هایی مثل جلا، رسانایی الکتریکی، رسانایی گرمایی و نیز شکل پذیری هستند اما در ویژگی هایی مانند سختی، نقطه ذوب و تنوع اعداد اکسایش با آن ها تفاوت دارند. (البته به جز جیوه که در دمای اتاق مایع است.)

فلزهای دسته s و p < فلزهای دسته d : نقطه ذوب و جوش و سختی

مقایسه مواد یونی و مواد فلزی:

مواد فلزی	مواد یونی
در حالت جامد و مذاب رسانای برق هستند.	در حالت محلول و مذاب رسانای برق هستند.
با عبور جریان برق از فلزها، تغییری در ساختار و خواص آن ها ایجاد نمی شود.	عبور جریان برق از ترکیبات یونی، باعث تجزیه آن ها به عناصر سازنده می شود (یعنی همان برقکافت)!

نکات رنگ در فصل سوم شیمی دوازدهم:

۱- نورهای مرئی همان پرتوهای الکترومغناطیسی بوده که طول موج آن ها در گستره ۴۰۰nm تا ۷۰۰nm است و چشم ما آن ها را می بیند.

۲- مواد رنگی، بخشی از نور سفید تابیده شده را جذب و باقی مانده آن را عبور می دهند یا بازتاب می کنند. (شکل سمت راست)



۳- اجسام سیاه رنگ (مانند کربن) همه طول موج های مرئی را جذب نموده و اجازه نمی دهند هیچ نور مرئی به چشم ما برسد به همین دلیل به رنگ سیاه دیده می شوند. (شکل وسط)

۴- اجسام سفید رنگ (مانند نمک خوراکی یا شکر) هیچ یک از طول موج های مرئی را جذب نمی کنند و همه آن ها را بازتاب یا از خود عبور می دهند به همین دلیل به رنگ سفید دیده می شوند. (شکل سمت چپ)

۵- رنگ دانه بخشی از یک ماده رنگی است که به آن رنگ می بخشد. مثال های زیر چند نمونه از رنگ دانه های معدنی هستند:

رنگ دانه	TiO_2	Fe_2O_3	دوده (C)
رنگ دانه	سفید	سرخ	سیاه

۶- رنگ هایی که برای پوشش سطح استفاده می شود (رنگ های پوششی)، نوعی کلوئید هستند که لایه نازکی روی سطح ایجاد می کنند تا افزون بر زیبایی، مانع خوردگی در برابر اکسیژن، رطوبت و مواد شیمیایی (مثل اسیدها) گردد.

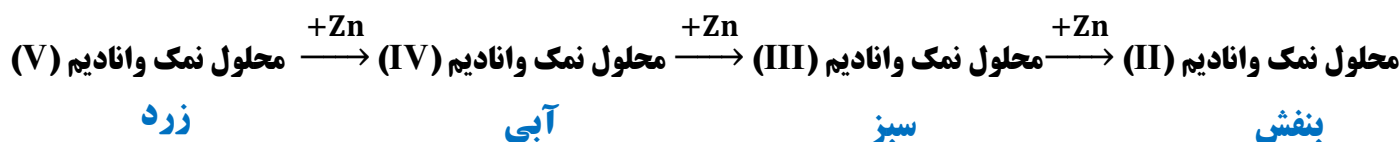
۷- رنگ محلول نمک ها و انادیم را در جدول زیر حفظ کنید:

محلول	نمک وانادیم (II)	نمک وانادیم (III)	نمک وانادیم (IV)	نمک وانادیم (V)
رنگ	بنفش	سبز	آبی	زرد

بسیار

یک آزمایش برای توجیه رنگ های نمک وانادیم:

از واکنش فلز روی (به عنوان کاهنده) با محلول نمک های مختلف وانادیم می توان رنگ های مختلف آن را به نمایش گذاشت.



توجه: وانادیم (V) در این واکنش، فقط نقش اکسنده را دارد (چون در بالاترین عدد اکسایش خود قرار دارد)

تیتانیوم، فلزی فراتر از انتظار:

۱- در میان عنصرهای دسته d از دوره چهارم، تیتانیوم (${}_{22}\text{Ti}$) با ویژگی های باورنکردنی، فلزی فراتر از انتظار است. ماندگاری و استحکام مناسب از جمله این ویژگی هاست.

۲- مقایسه ویژگی های تیتانیوم با فولاد (آلیاژی از آهن):

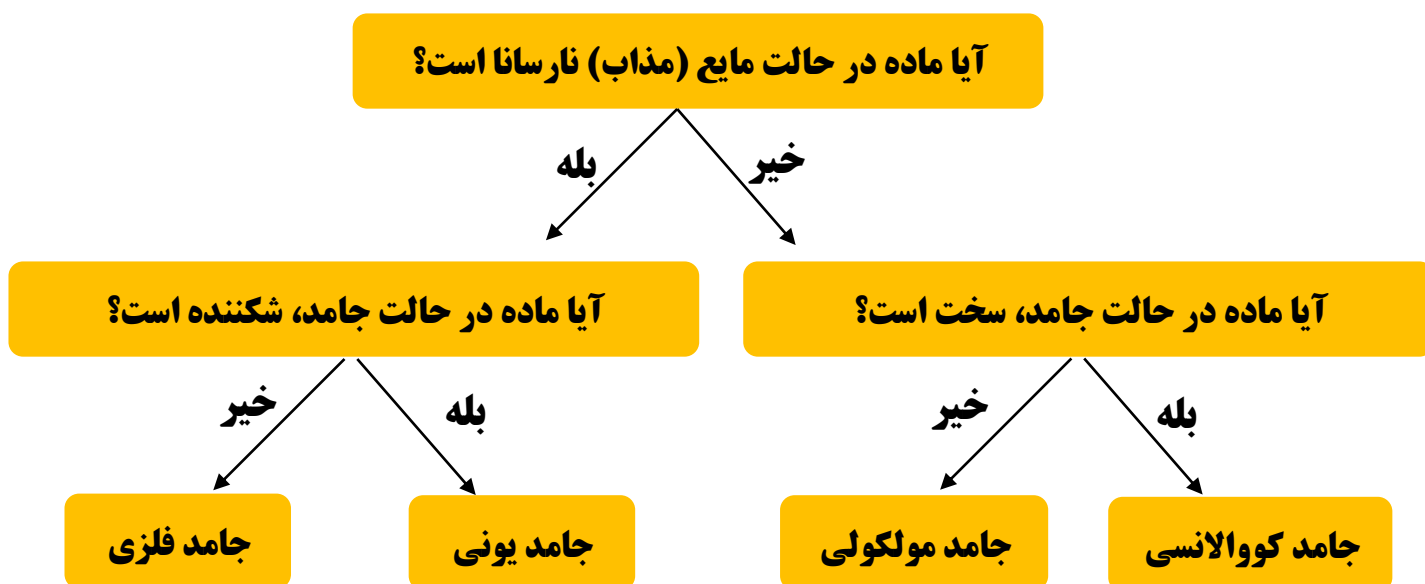
نقطه ذوب	چگالی	واکنش با ذره های موجود در آب دریا	مقاومت در برابر خوردگی	مقاومت در برابر سایش
فولاد	۷/۹۰	متوسط	ضعیف	عالی
تیتانیوم	۴/۵۱ (سبک تر)	ناچیز (کمتر)	عالی (بیشتر)	عالی (برابر)

۳- از تیتانیوم برای ساخت موتور جت و پروانه کشتی اقیانوسی پیمای و ساخت بناهای هنرمندانه مثل پوشش بیرونی موزه گوگنهایم استفاده می شود.

۵- نیتینول آلیاژی از تیتانیوم و نیکل بوده که به آلیاژ هوشمند نیز معروف است. کاربرد این آلیاژ در ساخت فرآورده های صنعتی و پزشکی کاربرد دارد. مثل: سازه فلزی در ارتودنسی، استنت برای رگ ها، قاب عینک

سایر کاربردهای تیتانیوم

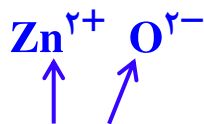
نکته آخر: نمودار تمرینات دوره ای فصل



مفاهیم اولیه (الفبای) الکتروشیمی:

اکسایش: از دست دادن الکترون

کاهش: گرفتن الکترون



نیم واکنش: هر یک از فرایندهای اکسایش و کاهش را با نیم واکنش جداگانه نشان می دهند.

(حتما باید از لحاظ جرم و بار الکتریکی موازنه باشد)

: نیم واکنش اکسایش

: نیم واکنش کاهش

توجه: برای جمع زدن دو نیم واکنش حتما باید ضریب الکترون ها یکسان باشد.

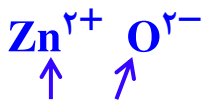
نکته مهم: نیم واکنش های اکسایش و کاهش به طور همزمان و در کنار هم انجام می شوند (ماده

ای که الکترون از دست میدهد باید یکی کنارش باشد تا اون الکترون رو بگیره یا برعکس)

به عبارت دیگر:

* ماده ای که اکسایش پیدا می کند سبب کاهش ماده دیگر می شود. (کاهنده)

* ماده ای که کاهش پیدا می کند سبب اکسایش گونه دیگر می شود. (اکسنده)



دو اصطلاح مهم:

کاهندگی ← الکترون دهی

اکسندگی ← الکترون گیری

فلزات تمایل به ازدست دادن الکترون دارند و نافلزات و همچنین یون فلزات تمایل به گرفتن الکترون دارند.
توجه مهم: یک فلز خنثی هرگز الکترون نمیگیرد!

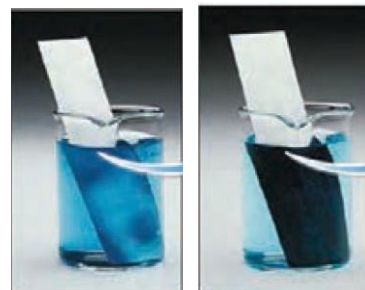
شرط اکسایش و کاهش:

به شرطی یک ماده اکسایش پیدا می کند که قدرت الکترون دهی (کاهندگی) بیشتری داشته باشد.
به شرطی یک ماده کاهش پیدا می کند که قدرت الکترون گیری (اکسندگی) بیشتری داشته باشد.
در غیر این صورت آن واکنش انجام پذیر نخواهد بود!

سه نشانه مهم انجام پذیر بودن یک واکنش:

تغییر رنگ ، تغییر دما و آزاد شدن گاز

مثال ۱: هر گاه تیغه ای از جنس روی (Zn) درون محلول مس (II) سولفات آبی رنگ قرار گیرد، به تدریج از شدت رنگ محلول کاسته می شود. (تغییر رنگ محلول و افزایش دما)

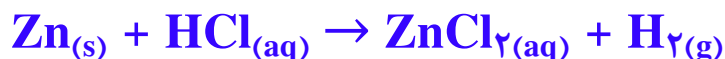


معنای انجام پذیر بودن این واکنش : روی با از دست دادن الکترون تبدیل به Zn^{2+} می شود و Cu^{2+} با گرفتن الکترون تبدیل به اتم خنثی Cu می گردد. (فلز کارش از دست دادن الکترونه! وقتی واکنش انجام شده یعنی فلز ما تونسته الکترون از دست بده. و در مقابل اون یکی هم تونسته الکترون رو بگیره!)
توجه بسیار مهم: وقتی یک واکنش اکسایش-کاهش انجام پذیر باشد، عکس آن انجام پذیر نخواهد بود.

مثال: تیغه مس درون محلول روی سولفات پس از مدت طولانی تغییری نمی کند!

توجه: هر گاه در یک واکنش شیمیایی بار الکتریکی یک گونه مثبت تر شود، آن گونه اکسایش یافته و گونه ای که بار الکتریکی آن منفی تر می شود، کاهش می یابد.

مثال ۲: واکنش فلز روی با محلول هیدروکلریک اسید (آزاد شدن گاز هیدروژن)



مثال ۳: واکنش فلز مس با محلول هیدروکلریک اسید (انجام پذیر نیست!)



مثال ۴: واکنش الیاف آهن با محلول مس (II) سولفات (تغییر رنگ محلول و افزایش دما)



مثال ۵: واکنش آلومینیوم با محلول مس (II) سولفات (تغییر رنگ محلول و افزایش دما)



مثال ۶ (خود را بیازمایید کتاب): جدول زیر داده هایی را از قرار دادن برخی تیغه های فلزی درون محلول

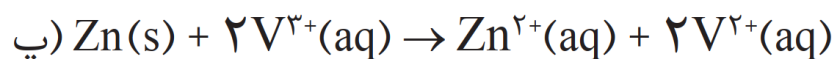
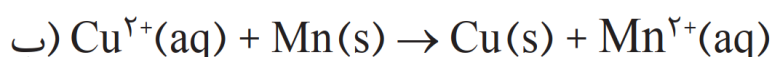
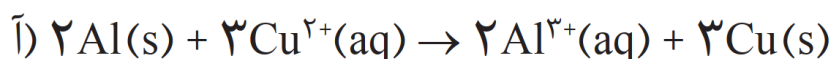
مس (II) سولفات در دمای ۲۰°C نشان می دهد.

نام فلز	نشانه شیمیایی فلز	دمای مخلوط واکنش پس از مدتی (°C)
آهن	Fe	۲۳
طلا	Au	۲۰
روی	Zn	۲۶
مس	Cu	۲۰

مقایسه قدرت کاهندگی و اکسندگی در یک واکنش:

زمانی که یک واکنش انجام پذیر باشد، گونه ای که قرار است الکترون از دست بدهد، قطعاً کاهندگی بیشتری دارد و گونه ای که قرار است الکترون بگیرد قطعاً اکسندگی بیشتری دارد.

تمرین: در هر یک از واکنش های زیر قدرت کاهندگی و اکسندگی گونه ها را مشخص کنید.



توجه: در یک واکنش اکسایش-کاهش، فلزی که قدرت کاهندگی (الکترون دهی) بیشتری دارد، می تواند با برخی از کاتیون های فلزی واکنش دهد و آن ها را به اتم های فلزی بکاهد.



توجه مهم: مقایسه کاهندگی برای فلزها در واقع همان مقایسه واکنش پذیری آن هاست. مثلاً میدانیم در هر تناوب واکنش پذیری فلزات قلیایی بیشتر از فلزات قلیایی خاکی است پس می توانیم بگوییم کاهندگی فلزات قلیایی نیز بیشتر از فلزات قلیایی خاکی می باشد. (برای نافلزات مقایسه اکسندگی نشان دهنده واکنش پذیری آن هاست).

عدد اکسایش:

هم ارز بار الکتریکی است که به اتم یک عنصر نسبت داده می شود.

الکترونگاتیوی:

قدرت یک اتم برای جذب جفت الکترون پیوندی به سمت خود!

هر چه الکترونگاتیوی یک اتم بیشتر باشد، آن اتم در رقابت برنده می شود و جفت همه الکترون های پیوندی را به سمت خود جذب می کند.

مقایسه الکترونگاتیوی : $F > O > N, Cl > \dots > C > H > \dots$

الکترونگاتیو ترین عناصرها

محاسبه عدد اکسایش از روی ساختار:

۱- ساختاری که به ما داده می شود را تبدیل به ساختار لوویس می کنیم

* الکترون های پیوندی با خط مشخص شوند (اتم های چسبیده به هم را حتما جدا می کنیم)

* الکترون های ناپیوندی با نقطه مشخص شوند (قاعده هشتایی یا اوکت را رعایت می کنیم)

۲- عدد اکسایش هر اتم در ساختار از فرمول زیر به دست می آید:

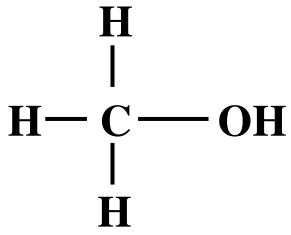
تعداد الکترون های نسبت داده شده به اتم - عدد یکان گروه = عدد اکسایش

↓
تعداد الکترون های ظرفیتی

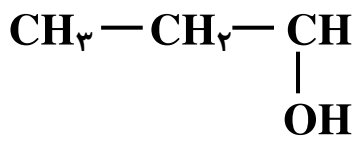
* در محاسبه تعداد الکترون های نسبت داده شده به اتم به دو نکته زیر توجه کنید:

بین دو اتم در گیر در پیوند ← تمام الکترون های پیوندی نصیب اتم الکترونگاتیوتر می شود.
الکترون های ناپیوندی هر اتم متعلق به خود آن اتم است.

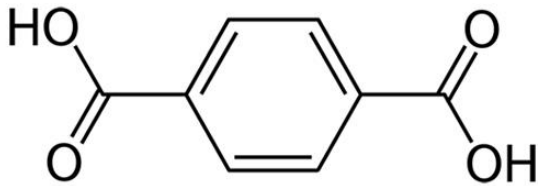
متانول:



۱-پروپانول:



ترفتالیک اسید:



*اوزون:

تمرین: دی نیتروژن مونوکسید

محاسبه عدد اکسایش از روی فرمول شیمیایی ترکیب:

ابتدا عدد اکسایش اتم های معروف را حفظ می کنیم و سپس از دو رابطه ای که در انتهای صفحه نوشته شده استفاده می نماییم:

* عدد اکسایش عنصرها به حالت آزاد \leftarrow صفر

مثال: Fe ، F_2 ، N_2 ، Al ، H_2 ، Na

* عدد اکسایش یون های تک اتمی باردار \leftarrow بار یون

مثال: Al^{3+} ، Fe^{2+} ، Na^+

* فلور (F) \leftarrow همواره -1

* سایر هالوژن ها \leftarrow غالباً -1

(استثناء: اگر سایر هالوژن ها در ترکیب با اتم الکترون گاتیوتر از خود یعنی F ، O یا N قرار بگیرند، عدد اکسایش آن ها را خودمان حساب می کنیم)

* هیدروژن (H) \leftarrow در همه ترکیب ها: $+1$ \leftarrow مثال: HNO_3 ، HCl
 \leftarrow به جز هیدرید فلزات: -1 \leftarrow مثال: MgH_2 ، KH

* اکسیژن (O) \leftarrow در همه ترکیب ها: -2
 \leftarrow به جز پراکسیدها (O_2^{2-})، OF_2 و O_2F_2

حال برای محاسبه عدد اکسایش از روی فرمول شیمیایی، با استفاده روابط زیر معادله تشکیل می دهیم:

مجموع (جمع جبری) عدد اکسایش اتم ها در یک ترکیب خنثی = صفر

مجموع (جمع جبری) عدد اکسایش اتم ها در یک ترکیب باردار = بار

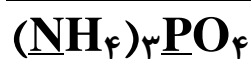
تمرین: ۴



توجه ۱: زمانی که در یک ترکیب یونی، عدد اکسایش دو اتم (یکسان یا متفاوت) مجهول بود، ابتدا آن ترکیب را به یون های سازنده اش تفکیک می کنیم و سپس دو معادله جداگانه تشکیل می دهیم:



چنانچه در ترکیب بالا، عدد اکسایش را به طور یکجا از روی فرمول محاسبه کنیم، عدد به دست آمده برابر میانگین عدد اکسایش نیتروژن خواهد بود:



توجه ۲: زمانی که در یک ترکیب آلی، مجموع (جمع جبری) عدداکسایش اتم های کربن را از ما پرسید، به جای استفاده از ساختار لوویس، از روی فرمول مولکولی و تشکیل معادله استفاده می کنیم.

مثال: مجموع عدد اکسایش اتم های کربن را در استون ($\text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3$) کدام است؟

- (۱) -۲ (۲) -۳ (۳) -۴ (۴) -۵

انواع سلول های الکتروشیمیایی

- گالوانی (واکنش ها خود به خودی): شیمیایی به الکتریکی
- الکترولیتی (واکنش ها غیر خود به خودی): الکتریکی به شیمیایی

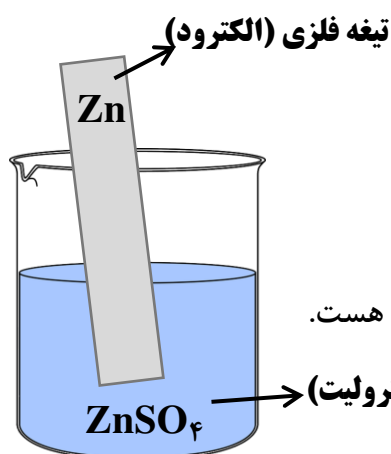
مثال:

سوختن هیدروژن: $2H_2 + O_2 \rightarrow$ خود به خودی

تجزیه آب: $2H_2O \rightarrow 2H_2 +$ غیر خود به خودی

* در سلول های گالوانی، واکنش های خودبه خودی، تحت شرایط کنترل شده انجام می شوند تا به انرژی الکتریکی برسیم.

* در سلول های الکترولیتی، واکنش های غیر خودبه خودی، با اعمال نیروی بیرونی (جریان برق) انجام می شوند تا به انرژی شیمیایی برسیم.



نیم سلول: تیغه فلزی درون محلولی دارای یون های همان فلز

الکتروود: به تیغه فلزی الکتروود می‌گیم. الکترون عامل رسانای الکتریکی اون هست.
(الکتروود = رسانای الکترونی)

الکترولیت: به محلول حاوی یون فلز الکترولیت می‌گیم. یون عامل رسانای الکتریکی اون هست.
(الکترولیت = رسانای یونی)

آند: الکتروودی که در آن عمل اکسایش صورت می‌گیرد (جایگاه اکسایش)

کاتد: الکتروودی که در آن عمل کاهش صورت می‌گیرد (جایگاه کاهش)

نیم سلول استاندارد: دما: $25^{\circ}C$ / غلظت محلول الکترولیت: $1M$ / فشار گاز: $1atm$

سلول: اگر دو نیم سلول را به هم مرتبط کنیم، سلول به وجود می‌آید.

سلول گالوانی روی - مس :

یادآوری

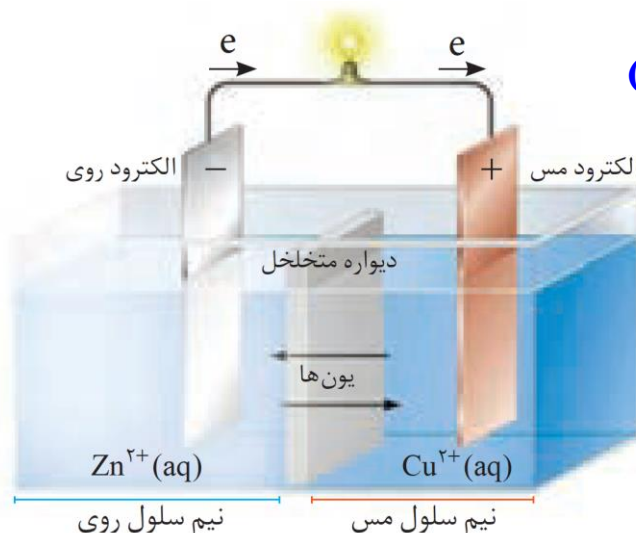
$Zn > Cu$: کاهندگی
(الکترون دهی)

* چون لامپ روشن شده میفهمیم سلول گالوانیه!

(روشن شدن لامپ = تولید انرژی الکتریکی)

: نیم واکنش اکسایش
(نیم واکنش آندی)

: نیم واکنش کاهش
(نیم واکنش کاتدی)



آند : قطب منفی

کاتد : قطب مثبت

آند : لاغرتر همیشه

کاتد : چاق تر همیشه

۴ راه تشخیص آند و کاتد:

۱- از روی حفظ بودن مقایسه قدرت کاهندگی (کاهندگی بیشتر همیشه آند / کاهندگی کمتر همیشه کاتد)

۲- از روی نیم واکنش هایی که گاهی سوال به ما می دهد (نیم واکنش اکسایش آنده / نیم واکنش کاهش کاتده)

۳- جهت جریان الکترون (همواره از کاتد به سمت آند)

۴- نام سلول فارسی یا انگلیسی (آند اول میاد - کاتد دوم میاد)

در مدار بیرونی الکترون ها جریان دارن! (جهت جریان الکترون : از آند به کاتد)

در مدار درونی یون ها جریان دارن!

مدار بیرونی و درونی سلول گالوانی

دیواره متخلخل:

در نیم سلول آند: اکسایش Zn و تولید یون Zn^{2+} در محلول \Rightarrow انباشت بار مثبت در محلولدر نیم سلول کاتد: کم شدن یون های مثبت در برابر یون های منفی محلول \Rightarrow انباشت بار منفی در محلول

\Rightarrow تمایل برای پذیرش الکترون های تولید شده در آند، از بین می رود \Rightarrow جریان الکتریکی تولید شده در سلول از بین می رود.

نقش دیواره متخلخل جلوگیری از این موضوع است!

نقش دیواره متخلخل:

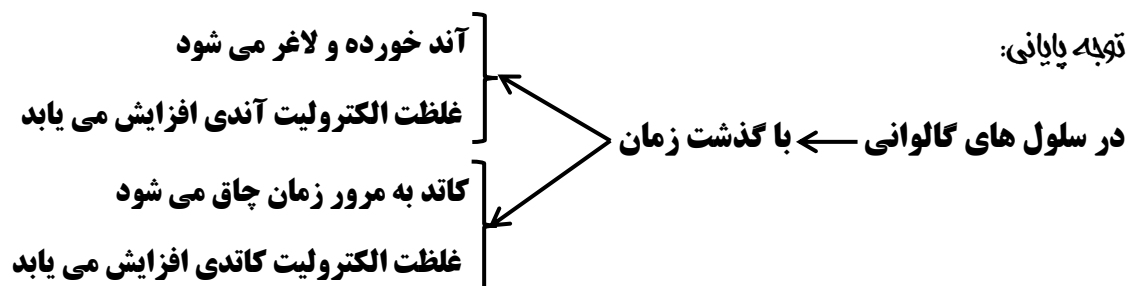
۱- از مخلوط شدن مستقیم و سریع ۲ الکترولیت جلوگیری می کند.

۲- به دلیل منافذ بسیار ریز، به یون های موجود در دو محلول اجازه عبور می دهد تا بار الکتریکی هر دو محلول خنثی شود.

کاتیون ها : به سمت کاتد

آنیون ها: به سمت آند

جهت مهاجرت یون ها از دیواره متخلخل:



اندازه گیری پتانسیل هر نیم سلول با SHE :

در این آموزش می خواهیم یاد بگیریم که چطور قدرت الکترون دهی (کاهندگی) عنصرهای مختلف رو بدون آزمایش (و آزمون و خطا) با هم مقایسه کنیم.

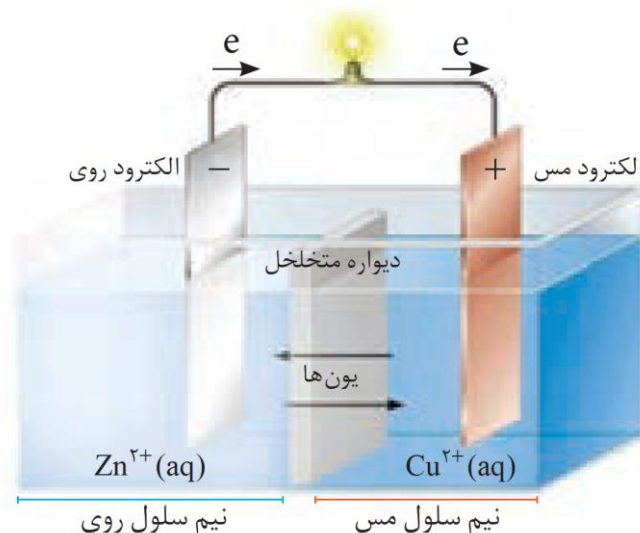
نکات مهم متن کتاب درسی:

✓ سلول گالوانی به دلیل تولید انرژی الکتریکی ویژگی های یک باتری را دارد. (سلول های گالوانی می توانند به عنوان باتری، منبع تولید انرژی الکتریکی باشند).

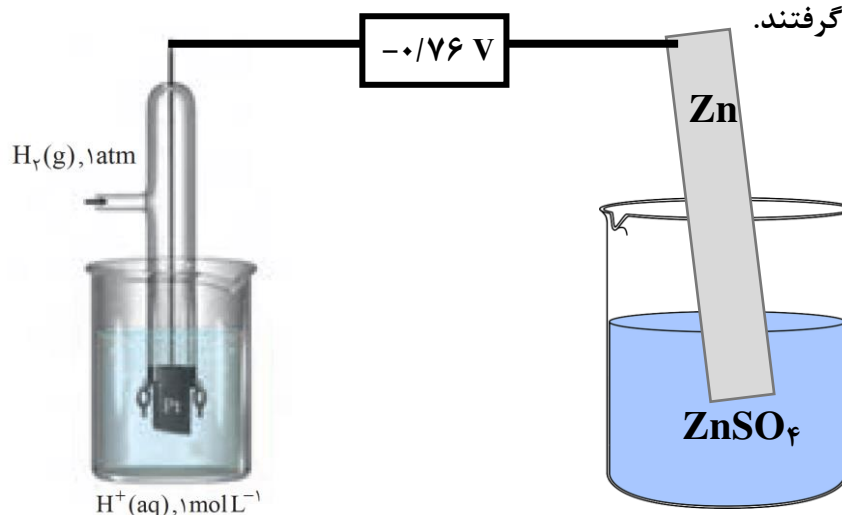
✓ هر سلول گالوانی ولتاژ معینی دارد.

✓ در سلول گالوانی با تغییر هر یک از اجزای سلول، ولتاژ تغییر می کند.

✓ اگر در سلول گالوانی به جای لامپ، ولت سنج قرار گیرد، ولتاژی که ولت سنج نشان می دهد، اختلاف پتانسیل میان دو نیم سلول است. به اختلاف پتانسیل میان دو نیم سلول، نیروی الکتروموتوری (emf) نیز گفته می شود.



✓ اندازه گیری پتانسیل یک نیم سلول به طور جداگانه ممکن نیست و باید این کمیت را به طور نسبی اندازه گیری کرد. شیمی دان ها برای دستیابی به این هدف، نیم سلول استاندارد هیدروژن (SHE) را به عنوان مبنا انتخاب کردند و پتانسیل آن را برابر صفر در نظر گرفتند.



در ادامه با تشکیل سلول گالوانی از هر نیم سلول با نیم سلول SHE توانستند پتانسیل بسیاری از نیم سلول ها را اندازه گیری کرده و در جدولی ثبت کنند.

✓ اندازه گیری های این جدول، در دمای 25°C ، فشار 1atm و غلظت یک مولار برای محلول الکترولیت ها انجام شده است.

در این شرایط، پتانسیل اندازه گیری شده برای هر نیم سلول را پتانسیل استاندارد نیم سلول می نامند و با نماد E° نمایش می دهند.

رتبه بندی فلزها در این جدول، به ترتیب کاهش مقدار E° است و به آن سری الکتروشیمیایی نیز می گویند. (از بالا به پایین مقدار E° در جدول کم می شود)

جدول زیر، پتانسیل کاهش استاندارد (E°) برای برخی نیم سلول ها را نشان می دهد:

نیم واکنش کاهش	$E^{\circ} (\text{V})$
$\text{Au}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^{-} \rightarrow \text{Au}(\text{s})$	$+1/5^{\circ}$
$\text{Pt}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Pt}(\text{s})$	$+1/2^{\circ}$
$\text{Ag}^{+}(\text{aq}) + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Ag}(\text{s})$	$+0/8^{\circ}$
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$	$+0/34$
$2\text{H}^{+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{H}_2(\text{g})$	$0/00$
$\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Fe}(\text{s})$	$-0/44$
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Zn}(\text{s})$	$-0/76$
$\text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Mn}(\text{s})$	$-1/18$
$\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^{-} \rightarrow \text{Al}(\text{s})$	$-1/66$
$\text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Mg}(\text{s})$	$-2/37$

توجه مهم: به جدول بالا، جدول پتانسیل کاهش نیز گفته می شود. از این پس ما برای آن از واژه «جدول پتانسیل کاهش» استفاده می کنیم.

جدول پتانسیل کاهش برخی نیم سلول ها:

نیم واکنش کاهش

الکترون دهی = کاهشگی

ستون اکسند ها (چپ)	ستون کاهنده ها (راست)	$E^{\circ} (V)$
$Au^{3+}(aq) + 3e^{-}$	$\rightarrow Au(s)$	$+1/5^{\circ}$
$Pt^{2+}(aq) + 2e^{-}$	$\rightarrow Pt(s)$	$+1/2^{\circ}$
$Ag^{+}(aq) + e^{-}$	$\rightarrow Ag(s)$	$+0/8^{\circ}$
$Cu^{2+}(aq) + 2e^{-}$	$\rightarrow Cu(s)$	$+0/34^{\circ}$
$2H^{+}(aq) + 2e^{-}$	$\rightarrow H_2(g)$	صفر
$Sn^{2+}(aq) + 2e^{-}$	$\rightarrow Sn(s)$	$-0/14^{\circ}$
$Fe^{2+}(aq) + 2e^{-}$	$\rightarrow Fe(s)$	$-0/44^{\circ}$
$Zn^{2+}(aq) + 2e^{-}$	$\rightarrow Zn(s)$	$-0/76^{\circ}$
$Mn^{2+}(aq) + 2e^{-}$	$\rightarrow Mn(s)$	$-1/18^{\circ}$
$Al^{3+}(aq) + 3e^{-}$	$\rightarrow Al(s)$	$-1/66^{\circ}$
$Mg^{2+}(aq) + 2e^{-}$	$\rightarrow Mg(s)$	$-2/37^{\circ}$

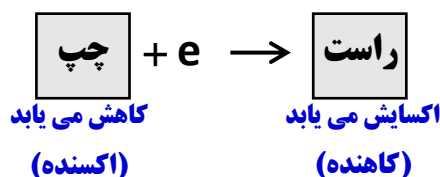
(الکترون دهی کمتر) +

الکترون دهی: افزایش

(الکترون دهی بیشتر) -

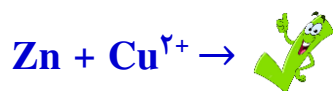
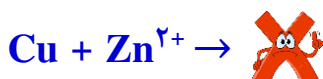
مبنا

نیم واکنش کاهش:



دو کاربرد جدول پتانسیل کاهش:

۱- چه واکنشی انجام پذیر و چه واکنشی انجام ناپذیر است:



قاعده: کاهنده پایین می تونه با اکسند بالا واکنش بده!

به زیون راحت تر

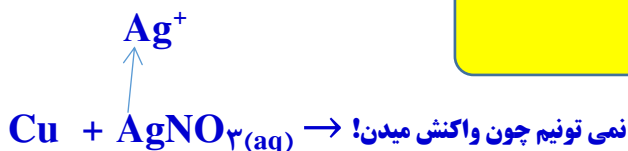
فلز پایین تر می تونه با کاتیون بالاتر واکنش بده.

۲- برای نگهداری محلول از چه ظرف فلزی استفاده کنیم:

قاعده: زمانی می تونیم محلول رو در ظرف فلزی نگهداری کنیم که بین اون ها واکنشی انجام نشه!

به زیون راحت تر

فلز ظرف باید موقعیت بالاتری داشته باشد!



ظرف فلزی محلول

$$\left. \begin{array}{l} \text{بالا تر : کاتد} \\ \text{پایین تر : آند} \end{array} \right\} E^{\circ} \text{ سلول}$$

نیروی الکتروموتوری:

$$\text{emf یا } E^{\circ} \text{ سلول} = E^{\circ} \text{ کاتد} - E^{\circ} \text{ آند} > 0 \text{ (همواره مثبت)}$$

عدد کوچک
عدد بزرگ

توجه: اگر emf یا E° سلول عددی منفی شد یعنی آن واکنش انجام ناپذیر (غیرخودبه خودی) است.



* نکات مهم متن کتاب از این قسمت:

✓ جدول پتانسیل کاهش، علامت E° فلزهایی که قدرت کاهندگی بیشتری از H_2 دارند منفی و علامت E° فلزهایی که قدرت کاهندگی کمتری از H_2 دارند مثبت است.

✓ باتری ها نوعی سلول گالوانی بوده و منبع تولید انرژی الکتریکی هستند.

✓ در همه باتری ها با انجام شدن نیم واکنش های آندی (اکسایش) و کاتدی (کاهش)، جریان الکتریکی در مدار بیرونی برقرار می شود.

✓ در فناوری ساخت باتری های جدید نقش فلز Li پررنگ تر است. زیرا Li در بین همه فلزها کمترین چگالی و کمترین E° را دارد به همین دلیل از Li در ساخت باتری های سبک تر، کوچک تر و با توانایی ذخیره بیشتر انرژی استفاده می شود.

✓ باتری های لیتیومی به دو دسته دگمه ای و غیردگمه ای تقسیم می شوند.

باتری های دگمه ای قابل شارژ نیستند، اما غیر دگمه ای قابل شارژ هستند (مثل باتری های به کار رفته در تلفن و رایانه همراه)

نکته مهم: در سوالات زمانی که به ما چند نیم واکنش به همراه E^0 دادند، حتما باید آن ها را به ترتیب اعداد مرتب می کنیم. به طوری که هر نیم واکنش با E^0 کمتر (منفی تر) در موقعیت پایین تر و هر نیم واکنش با E^0 بیشتر (مثبت تر) در موقعیت بالاتر قرار می گیرد.



مثال:

سلول سوختی : گالوانی

برقکافت : الکترولیتی

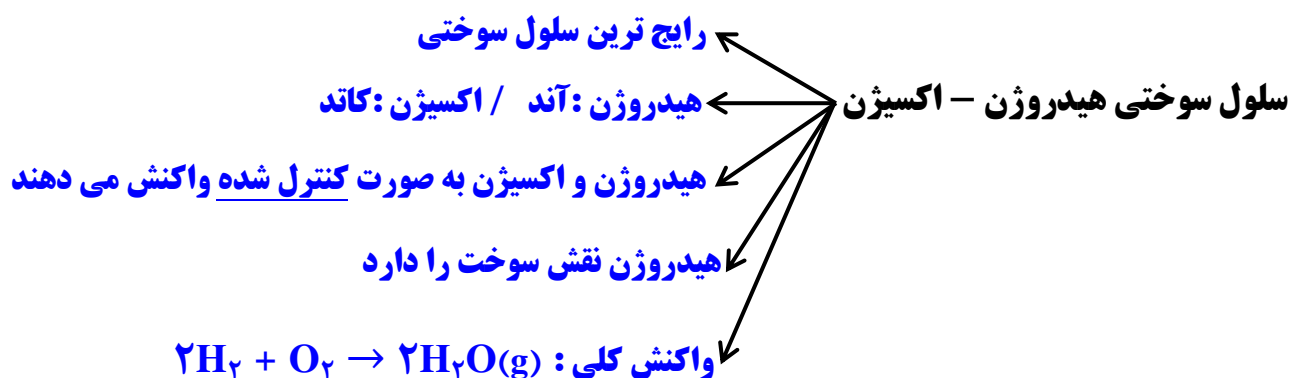
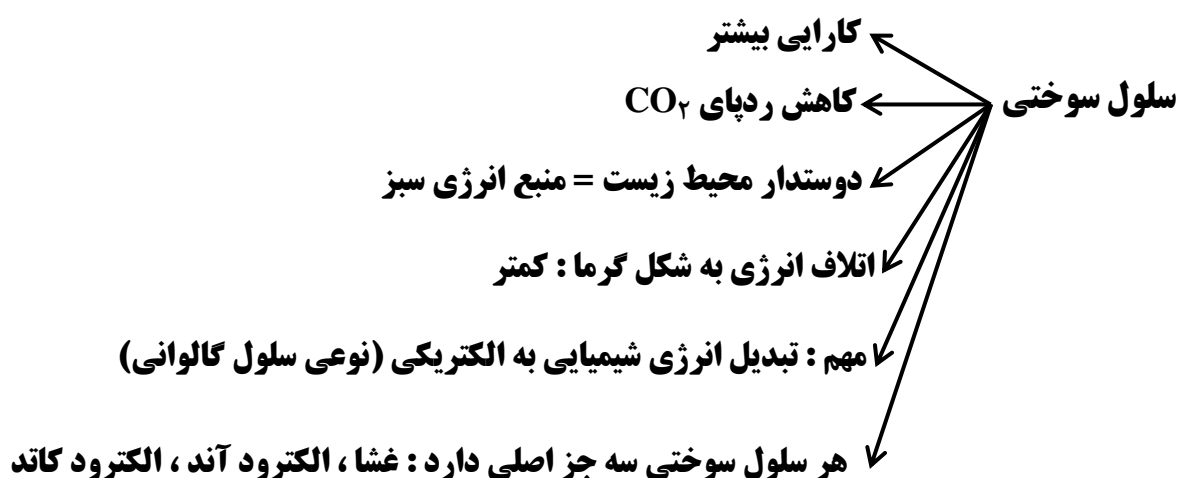
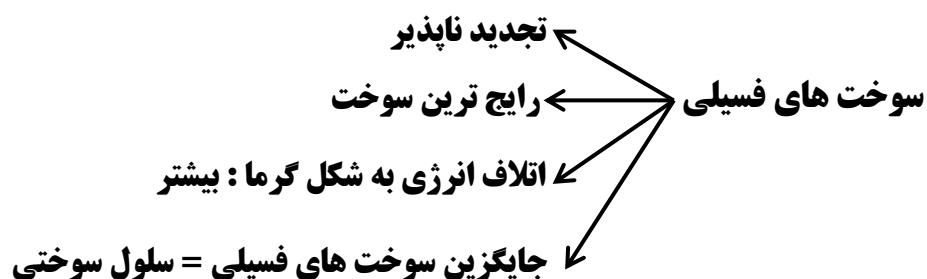
خوردگی و حفاظت کاتدی : گالوانی

استخراج آلومینیوم (فرایند هال) : الکترولیتی

آبکاری : الکترولیتی

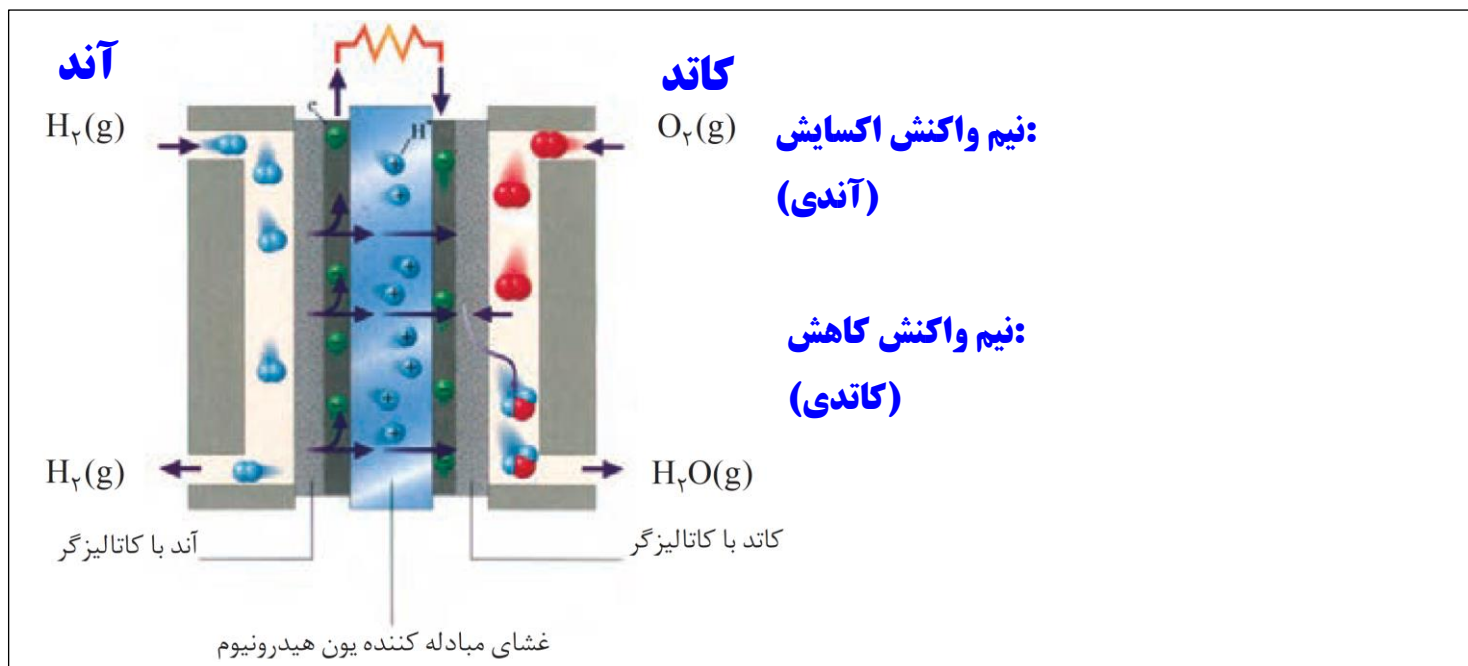
در ادامه می خوانیم...

سلول سوختی منبعی برای تولید انرژی سبز (انرژی الکتریکی)



بررسی شکل سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن

↓
آند
↓
کاتد



محاسبه emf یا نیروی الکتروموتوری برای سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن :

$$E^{\circ}_{\text{سلول}} = E^{\circ}_{\text{کاتد}} - E^{\circ}_{\text{آند}} = E^{\circ}_{\text{اکسیژن}} - E^{\circ}_{\text{هیدروژن}} \rightarrow E^{\circ}_{\text{سلول}} = E^{\circ}_{\text{اکسیژن}} = 1/23 \text{ V}$$

نکات مهم متن کتاب درسی:

- ✓ سوزاندن هیدروژن در موتور درون سوز بازدهی نزدیک به ۲۰ درصد دارد در حالی که اکسایش آن در سلول سوختی بازده را تا ۳ برابر (۶۰ درصد) افزایش می دهد.
- ✓ در سلول سوختی هم آند و هم کاتد کاتالیزگر دارند.
- ✓ نقش کاتالیزگر در سلول سوختی ، سرعت بخشیدن به نیم واکنش های اکسایش و کاهش است.
- ✓ در سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن ، گاز هیدروژن به عنوان سوخت پیوسته وارد شده ، اکسایش می یابد و هم زمان با آن گاز اکسیژن در واکنش با سوخت کاهش می یابد. روندی که در معادله واکنش (معادله کلی) دیده نمی شود زیرا همه گونه های شرکت کننده در واکنش ، مولکول های خنثی هستند و شمار الکترون های ظرفیت اتم ها در واکنش تغییری نمی کند.

برقکافت (الکترولیز)

← سلول الکترولیتی

← واکنش های غیر خود به خودی

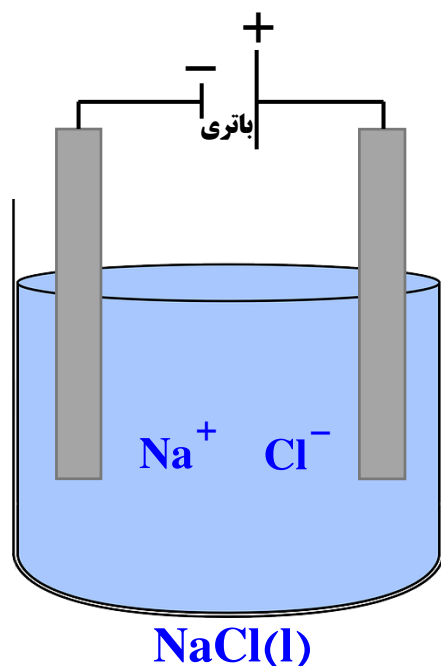
← مهم: تجزیه یک ماده به عنصرهای سازنده آن به وسیله جریان برق

برقکافت سدیم کلرید مذاب: $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na} + \text{Cl}_2$

برقکافت آب: $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$

برقکافت منیزیم کلرید مذاب: $\text{MgCl}_2 \rightarrow \text{Mg} + \text{Cl}_2$

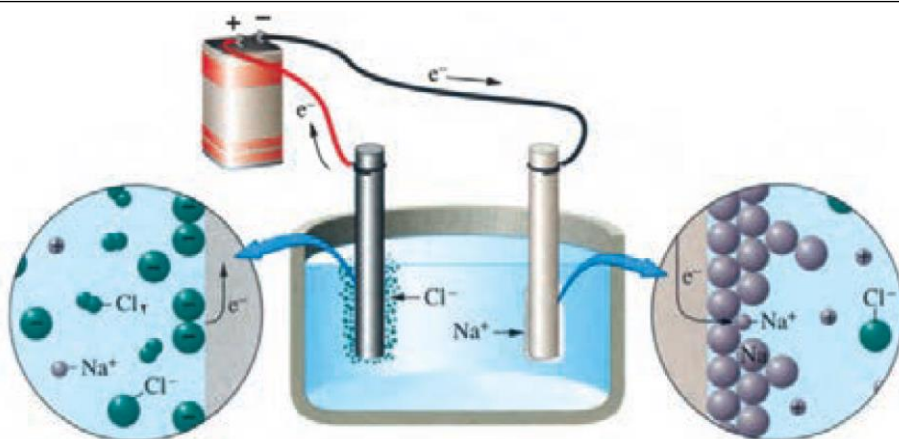
برقکافت سدیم کلرید مذاب:



نیم واکنش کاهش:
(کاتدی)

نیم واکنش اکسایش:
(آندی)

بررسی شکل کتاب:



دو سوال مهم:

۱- کدام عنصر در کاتد و کدام عنصر در آند تولید می شود؟

۲- با حذف یون ها و قطب های باتری مشخص کنید آند و کاتد / قطب

مثبت و منفی باتری / کاتیون و آنیون به چه صورت است؟

تفاوت ها و شباهت های سلول گالوانی و الکترولیتی

گالوانی	الکترولیتی
واکنش های خود به خودی	واکنش های غیر خود به خودی
انجام نیم واکنش ها <u>تحت شرایط کنترل شده</u>	انجام نیم واکنش ها توسط <u>جریان برق</u>
دارای الکترود و الکترولیت	دارای الکترود و الکترولیت
جنس الکترود <u>اغلب فلزی</u>	جنس الکترود <u>اغلب گرافیت (نافلزی)</u>
هر الکترود در الکترولیت <u>جداگانه</u> قرار میگیرد	هر دو الکترود در یک الکترولیت <u>مشترک</u> قرار میگیرند
الکترودها توسط سیم به طور مستقیم وصل می شوند.	بین دو الکترود باتری (یا منبع تغذیه جریان برق) قرار میگیرد.
نیم واکنش کاهش در کاتد / نیم واکنش اکسایش در آند	نیم واکنش کاهش در کاتد / نیم واکنش اکسایش در آند
کاتد : قطب مثبت / آند : قطب منفی	کاتد : قطب مثبت / آند : قطب منفی
دیواره متخلخل دارد	دیواره متخلخل ندارد
کاتیون ها به سمت کاتد / آنیون ها به سمت آند	کاتیون ها به سمت کاتد / آنیون ها به سمت آند
جهت جریان الکترود : از آند مستقیماً به کاتد	جهت جریان الکترود : از قطب منفی باتری به کاتد / از آند به قطب مثبت باتری
	(کاتد به قطب منفی باتری و آند به قطب مثبت باتری متصل است)

برقکافت آب :



قاعده: در برقکافت آب، نیم واکنش کاهش و نیم واکنش اکسایش هر دو مربوط به آب است:

: نیم واکنش اکسایش

: نیم واکنش کاهش

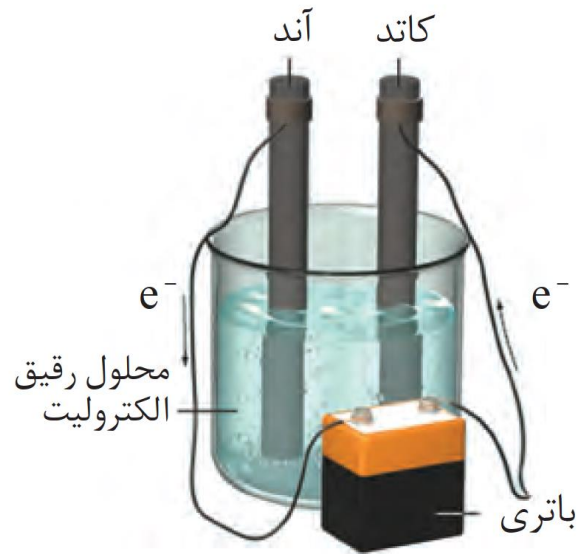
چند سوال مهم در برقکافت آب:

۱- گاز O_2 در کدام الکترود و گاز H_2 در کدام الکترود تشکیل می شود؟

(در آند چه گازی و در کاتد چه گازی تولید می شود؟)

۲- بازی یا اسیدی شدن محیط آند را مشخص کنید.

۳- بازی یا اسیدی شدن محیط کاتد را مشخص کنید.



آب دریا $\text{OH}^- (\text{aq})$ $\dots (\text{s})$ صافی $\dots (\text{aq})$ $\text{HCl} (\text{aq})$ خشک کردن ذوب کردن $\dots (\text{l})$ برقکافت $\dots (\text{g})$ سلول $\text{Mg} (\text{l})$ $\text{MgCl}_2 (\text{l})$

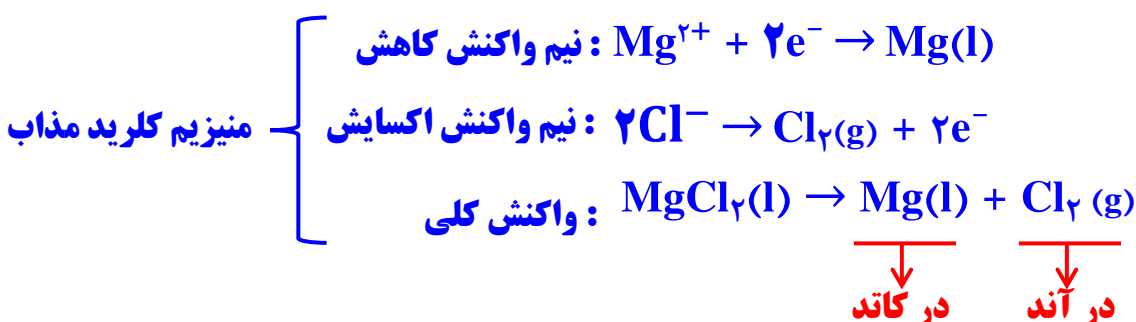
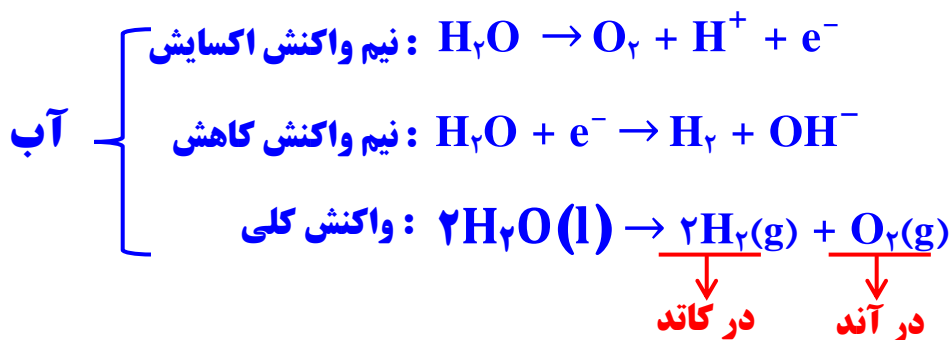
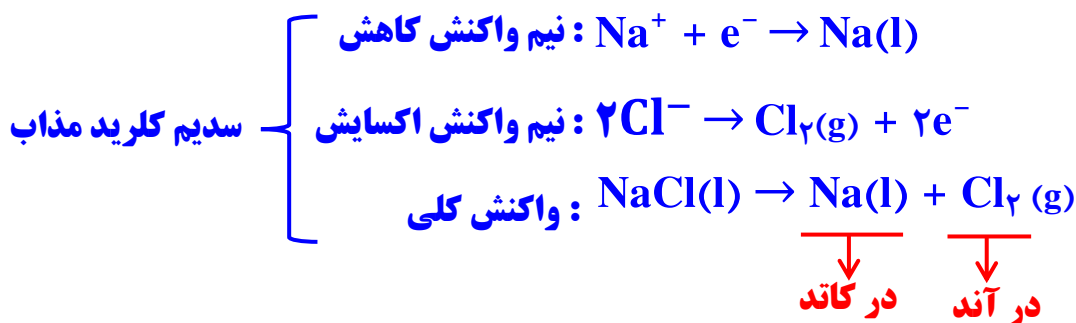
نکات مهم متن کتاب درسی:

- ✓ قطب منفی باتری محل تجمع الکترون و قطب مثبت باتری محل کمبود الکترون است.
- ✓ هدف از برقکافت سدیم کلرید مذاب تولید فلز سدیم است، زیرا فلز سدیم به دلیل واکنش پذیری زیاد (پایداری کم) عنصری کم یاب بوده (در طبیعت به صورت آزاد یافت نمی شود) و به شکل ترکیب در طبیعت یافت می شود.

(فلز سدیم = فلز فعال = واکنش پذیری زیاد = پایداری کم = کاهنده قوی)

- ✓ برای تولید فلزات فعالی همچون سدیم، از طریق برقکافت باید انرژی زیادی مصرف کرد.
- ✓ سدیم کلرید خالص در دمای 801°C ذوب می شود. افزودن کلسیم کلرید (CaCl_2) به آن، دمای ذوب را تا حدود 587°C پایین می آورد.
- ✓ از آنجا که دیگر فلزهای فعال نیز کاهنده های قوی هستند، باید آن ها را همانند سدیم از برقکافت نمک مذاب آن ها تهیه کرد. مثل تهیه منیزیم از برقکافت منیزیم کلرید مذاب در صنعت
- ✓ هدف از تولید برقکافت آب، تولید گاز هیدروژن است. (برای استفاده در سلول های سوختی)
- ✓ آب خالص رسانایی الکتریکی ناچیزی دارد از این رو برای برقکافت آن باید اندکی الکترولیت به آب اضافه کرد.

جمع بندی برقکافت:



خوردگی یک واکنش اکسایش-کاهش ناخواسته :

✓ اکسیژن عنصری بسیار واکنش پذیر است و می تواند هر فلزی را به جز فلزهای نجیب طلا، پلاتین و پالادیوم را به طور خود به خودی اکسید کند.

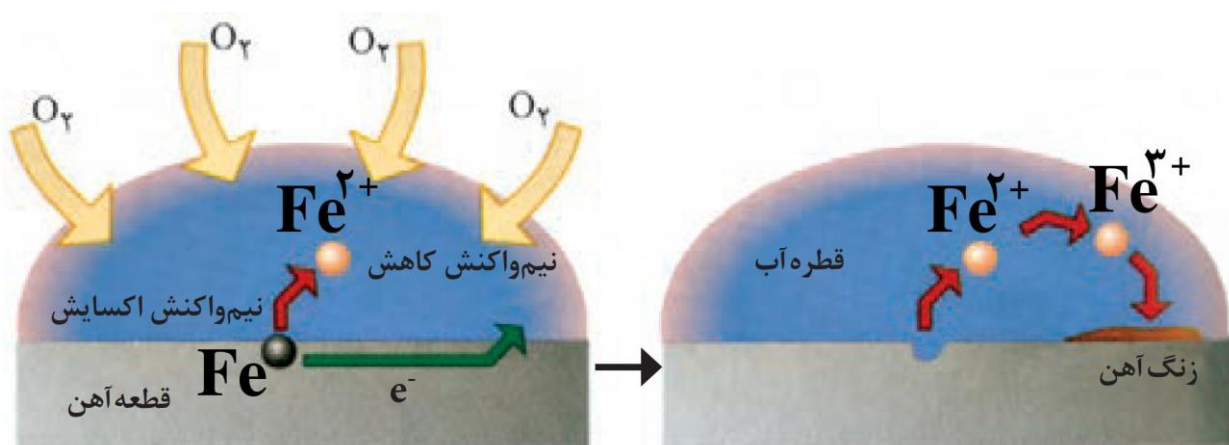
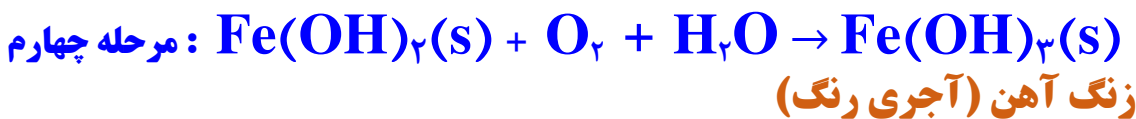
✓ خوردگی فلزات، فرایندی است که در آن فلز به همراه اکسیژن و رطوبت هوا یک سلول گالوانی ایجاد می کنند و باعث تخریب تدریجی فلز می شود.

✓ به ترد شدن، خرد شدن و فرو ریختن فلزات در اثر واکنش اکسایش-کاهش، خوردگی گفته می شود. مانند زنگ زدن آهن و ایجاد زنگار سبز بر روی مس

خوردگی آهن:



اکسیژن در مجاورت رطوبت



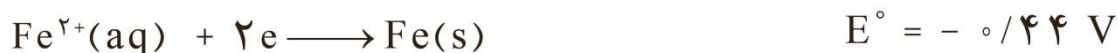
نکات مهم متن کتاب درسی:

✓ پتانسیل کاهشی (E°) اکسیژن مثبت است در حالی که پتانسیل کاهشی اغلب فلزها منفی است. به همین دلیل اغلب فلزها تمایل دارند به اکسیژن الکترون بدهند و دچار خوردگی شوند (اکسیژن به عنوان اکسنده تمایل دارد با گرفتن الکترون از فلزها آن ها را اکسید کند)

← پتانسیل کاهشی فلزات طلا، پلاتین و پالادیوم بالاتر (مثبت تر) از اکسیژن است به همین دلیل نمی توانند به اکسیژن الکترون بدهند و دچار خوردگی شوند.

✓ خوردگی فلزها (زنگ زدن فلزها) در مجاورت هوا و رطوبت انجام می شود.

✓ خوردگی آهن در محیط اسیدی به میزان بیشتری رخ می دهد. (زیرا در محیط اسیدی آهن تمایل بیشتری برای از دست دادن الکترون دارد.)



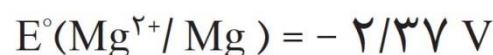
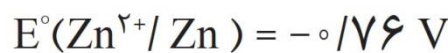
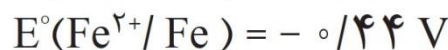
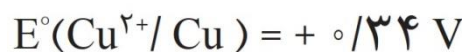
راه های جلوگیری از خوردگی آهن:

ساده ترین راه: ایجاد یک پوشش محافظ از طریق رنگ کردن، قیراندود کردن و روکش دادن (مثل حلبی) است که از رسیدن اکسیژن و رطوبت به سطح فلز جلوگیری می کند (اما نه کامل!)

بهترین راه: حفاظت کاتدی (مثل آهن گالوانیزه)

حفاظت کاتدی (فداکاری فلزها برای حفاظت از آهن):

✓ هنگامی که دو فلز در هوای مرطوب با هم در تماس باشند، برای اکسایش یافتن، با هم رقابت می کنند. بدیهی است فلزی که کاهنده تر باشد، در این رقابت برنده می شود و دچار اکسایش می گردد و به این ترتیب فلز دیگر از اکسایش حفظ می شود. به این فرایند حفاظت کاتدی از فلز مورد نظر می گویند.

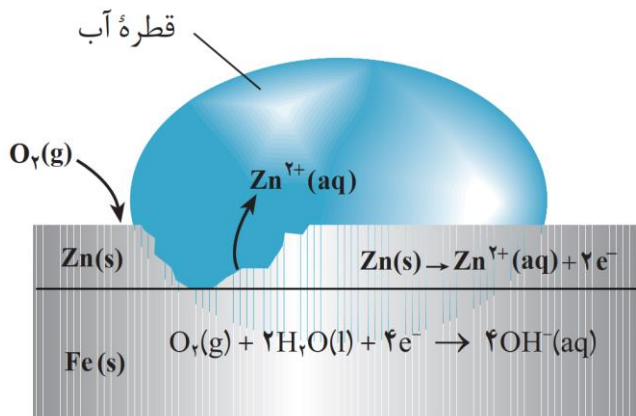


✓ برای حفاظت کاتدی آهن، باید آن را در مجاورت فلزات کاهنده تری همچون Zn یا Mg (با E° پایین تر) قرار داد. در واقع فداکاری این دو فلز سبب جلوگیری از اکسایش آهن می گردد.

✓ فداکاری فلز روی (Zn) برای حفاظت از آهن را آهن سفید یا آهن گالوانیزه می گویند.

- ✓ در آهن سفید یا گالوانیزه ورقه های آهنی را با پوششی از روی (Zn) می پوشانند. (مثل تانکر آب، کانال کولر و....)
- ✓ هنگامی که خراشی در سطح آهن گالوانیزه ایجاد شود (در مجاورت هوا و رطوبت)، یک سلول گالوانی ایجاد می گردد و فلز کاهنده تر یعنی Zn دچار اکسایش و خوردگی شده و فلز آهن از اکسایش و خوردگی حفظ می شود. (فلز روی در رقابت برای از دست دادن الکترون برنده می شود)

Zn دچار خوردگی می شود یعنی:



توجه: در فرایند خوردگی همه فلزها، نیم واکنش کاهش مربوط به اکسیژن هوا و رطوبت است.

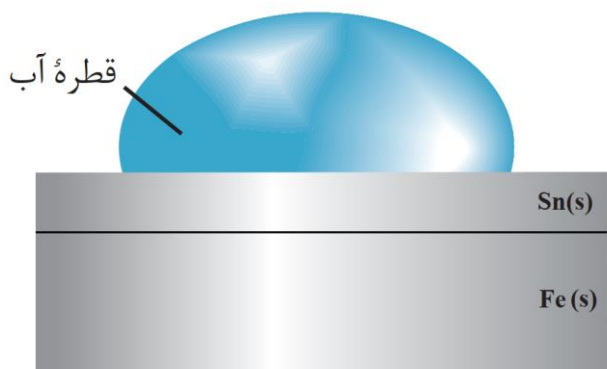
- ✓ از آهن سفید یا گالوانیزه نمی توان برای بسته بندی مواد غذایی و کنسروها استفاده کرد زیرا مواد غذایی در مجاورت روی فاسد شده و بوی بدی می گیرند.
- ✓ مناسب ترین فلز برای بسته بندی مواد غذایی و کنسروها، فلز قلع (Sn) است، زیرا قلع سمی نیست و مواد غذایی در مجاورت این فلز به مدت بیشتری محافظت می شوند. به همین دلیل برای بسته بندی مواد غذایی و کنسرها، از قوطی های آهنی که با قلع (Sn) پوشیده شده استفاده می شود.

حلبی:

به ورقه های آهنی که با لایه نازکی از قلع (Sn) پوشیده شده اند، حلبی گفته می شود (مثل قوطی های روغن نباتی و کنسروها).

$Sn^{2+}(aq) + 2e^-$	$\rightarrow Sn(s)$	-0.14
$Fe^{2+}(aq) + 2e^-$	$\rightarrow Fe(s)$	-0.44

در اثر ایجاد خراش در سطح حلبی، فلز کاهنده تر یعنی آهن دچار اکسایش می شود و فلز قلع از اکسایش و خوردگی محافظت می شود:



نکات مهم متن کتاب درسی:

✓ بدنه کشتی و لوله های نفتی نمونه هایی از حفاظت آهن با فلز منیزیم است.

✓ باید توجه داشت که با گذشت زمان منیزیم اکسایش یافته و مصرف می شود. از این رو باید به شکل دوره ای تکه های منیزیم را تعویض کرد.

✓ قوطی هایی از جنس حلبی در اثر خراش زودتر و آسان تر دچار خوردگی می شوند.

*توجه: در سلول گالوانی که در فرایند خوردگی تشکیل می شود، دیواره متخلخل وجود ندارد.

در یک نگاه برای موقعیت E^0 ها در بحث خوردگی: Sn

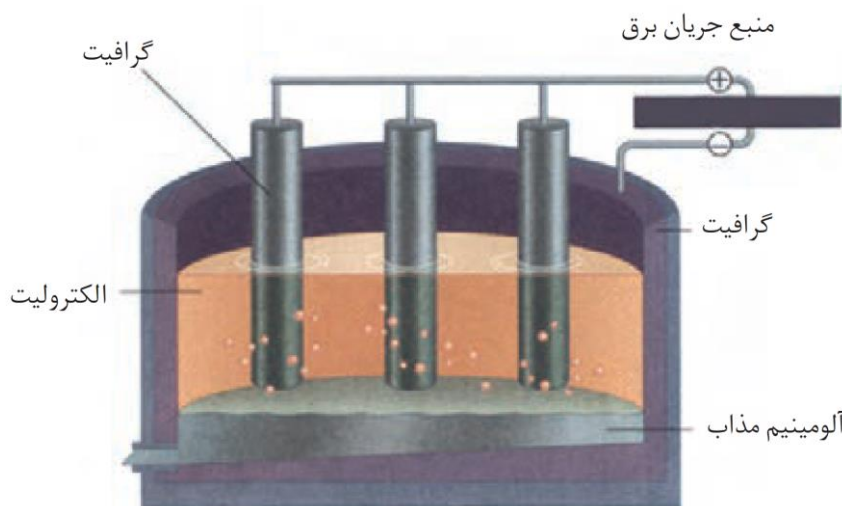
Fe اونی که پایین تره اکسید میشه

Zn اونی که بالاتره حفظ میشه

Mg

استخراج آلومینیوم (فرایند هال) :

- آلومینیوم
- ← فلزی فعال است که به سرعت در هوا اکسید می شود.
 - ← آلومینیوم با اینکه اکسایش می یابد اما خورده نمی شوند و برای مدت طولانی تری استحکام خود را حفظ می کند (برخی فلزهای دیگر نیز این گونه اند).
 - ← در اثر اکسایش با تشکیل یک لایه متراکم و چسبنده از Al_2O_3 ، از ادامه اکسایش جلوگیری می کند و لایه های زیرین دست نخورده می مانند.
 - ← کاربرد: ساخت لوازم خانگی (مثل چرخ گوشت)، هواپیما، کشتی، قطعه ای از موتور خودرو و...
 - ← همانند فلزهای فعال دیگر در طبیعت به شکل ترکیب یافت می شود.
 - ← به شکل بوکسیت (Al_2O_3 به همراه ناخالصی) در طبیعت وجود دارد. (شیمی دهم)
 - ← همانند فلزهای فعال دیگر، از برقکافت نمک های مذاب آن به دست می آید.
 - ← به استخراج آلومینیوم از برقکافت نمک مذاب آن، فرایند هال می گویند (سلول الکترولیتی)



کاتد ← ظرف گرافیتی

آند ← تیغه های گرافیتی

* با توجه به شکل، چگالی آلومینیوم مذاب از الکترولیت مذاب بیشتر است.

* گاز CO_2 در اطراف تیغه های گرافیتی (آند) تشکیل می شود.

* ظرف گرافیتی به قطب منفی باتری وصل است و تیغه های گرافیتی به قطب مثبت باتری متصل اند.

نکات مهم متن کتاب درسی:

✓ فرایند هال به علت مصرف مقدار زیادی انرژی الکتریکی هزینه بالایی دارد؛ از این رو با بازیافت فلز آلومینیم می توان ضمن افزایش عمر یکی از مهم ترین منابع تجدید ناپذیر طبیعت، برخی از هزینه های تولید این فلز را کاهش داد.

✓ تولید قوطی های آلومینیمی از قوطی های کهنه فقط به ۷ درصد از انرژی لازم برای تهیه همان تعداد قوطی از فرایند هال نیاز دارد.

آبکاری:

تعریف: پوشاندن یک جسم با لایه نازکی از یک فلز به کمک سلول الکترولیتی

• فلزی که قرار است روی جسم بنشیند (فلز پوشاننده) : آند (+)

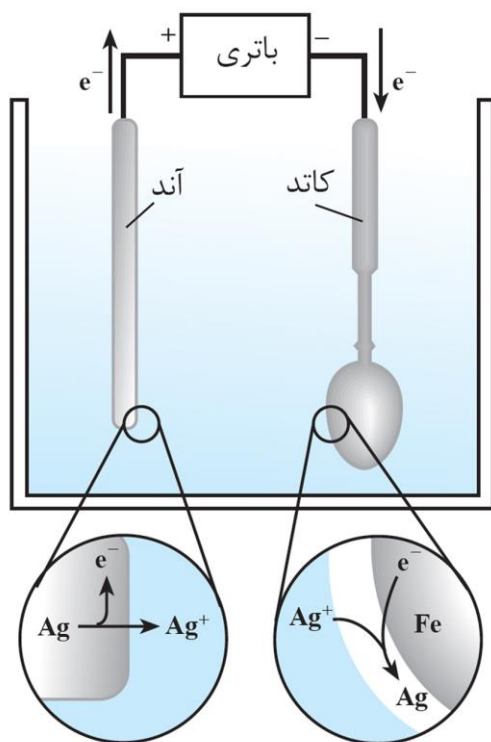
• جسمی که قرار است زیر روکش قرار بگیرد : کاتد (-)

* هم کاتد و هم آند هر دو باید رسانای جریان برق باشند.

* الکترولیت مورد استفاده در آبکاری باید شامل یون های فلز پوشاننده باشد.

* هر دو نیم واکنش کاهش و اکسایش مربوط به فلز پوشاننده است.

مثال : آبکاری با نقره بر روی قاشق آهنی:



* ابتدا در آند اکسایش انجام می شود (الکترون و یون Ag^+)

ایجاد می شود.)

* الکترون ها از طریق سیم به سمت قاشق (کاتد) می روند

* یون های Ag^+ نیز از طریق الکترولیت به سمت قاشق (کاتد)

می روند.

* در سطح قاشق (کاتد)، یون های Ag^+ و الکترون به هم می

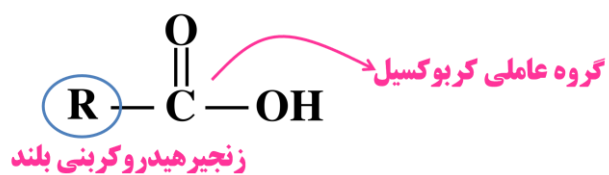
پیوندند و اتم Ag بر سطح قاشق تشکیل می شود.

توجه: الکترولیت مورد استفاده حتما باید شامل یون های Ag^+ باشد

مثل محلول AgNO_3

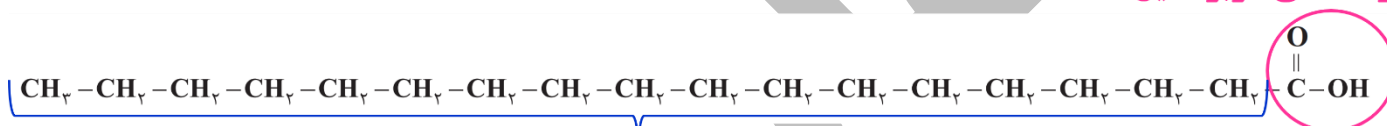
چربی ها ← مخلوطی از اسیدهای چرب و استرهای بلند زنجیر (سنگین)

اسید چرب ← کربوکسیلیک اسیدهایی با زنجیر هیدروکربنی بلند



مثال اسید چرب:

گروه عاملی گریو کسپیل

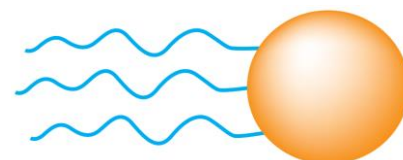
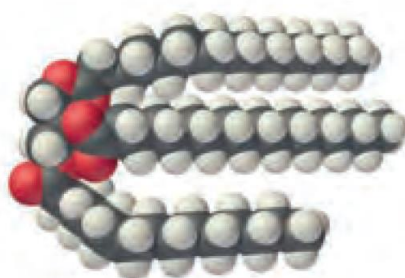
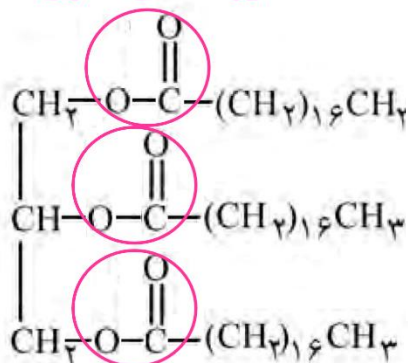


زنجر هیدروکربنی بلند



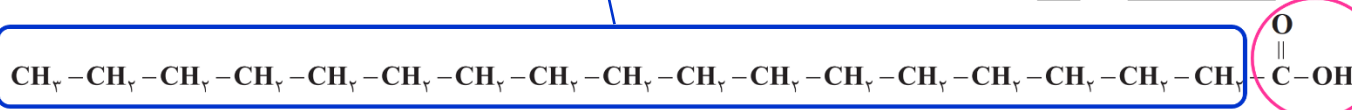
مثال استر سنگین:

گروه عاملی استری

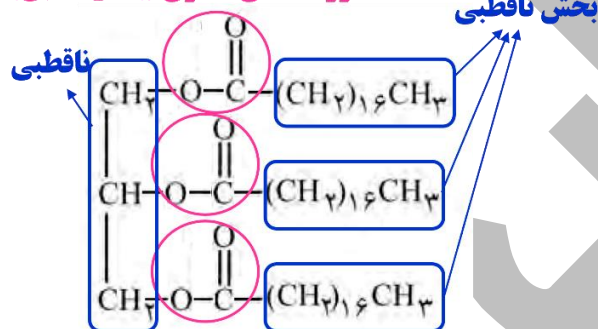


بخش قطبی ← گروه عاملی
بخش ناقطبی ← زنجیر هیدروکربنی

گروه عاملی کربوکسیل (بخش قطبی)

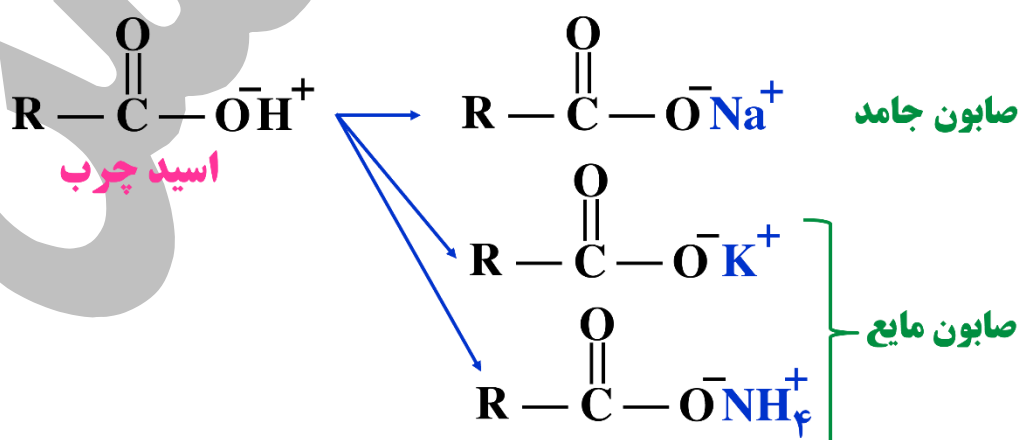


گروه عاملی استری (بخش قطبی)



توجه: در اسیدهای چرب و استرهای سنگین (چربی ها)، چون بخش اعظم مولکول، بخش ناقطبی است پس این مولکول ها در مجموع ناقطبی هستند و در آب حل نمی شوند (نیروی بین مولکولی غالب در چربی ها از نوع واندروالسی است)

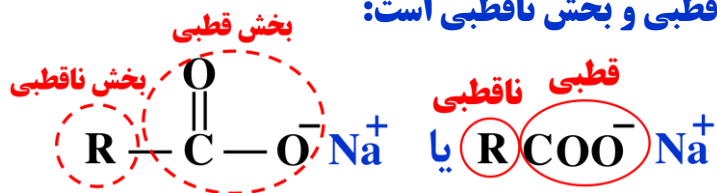
صابون: نمک (سدیم Na^+ ، پتاسیم K^+ یا آمونیوم NH_4) اسید چرب است.



توجه: بخش آنیونی صابون، کربوکسیلات نام دارد

زنجیر هیدروکربنی صابون (R) حتما باید بلند باشد. اگر بلند نباشد دیگر صابون نیست!

بخش آنیونی صابون دارای بخش قطبی و بخش ناقطبی است:



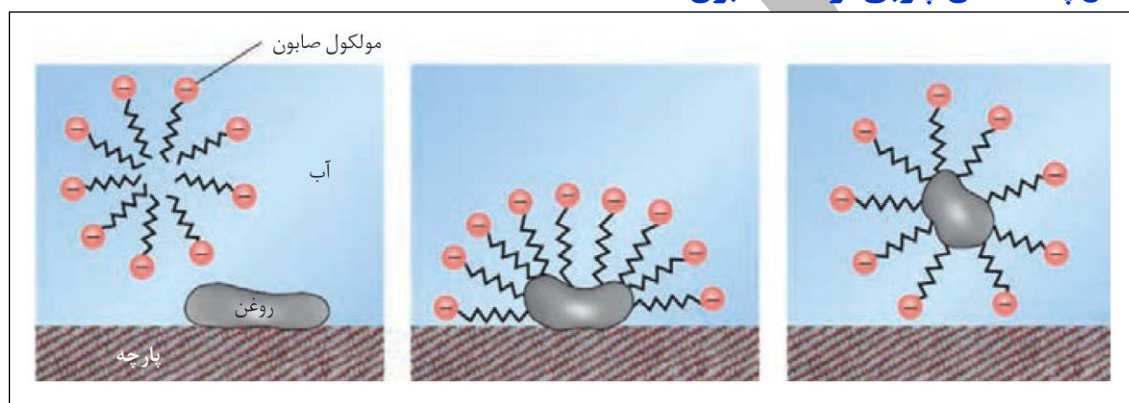
صابون هم در آب حل می شود و هم در چربی! (از بخش قطبی در آب حل می شود و از

بخش ناقطبی در چربی حل می شود

بخش قطبی صابون که در آب حل می شود: آبدوست (چربی گریز)

بخش ناقطبی صابون که در چربی حل می شود: چربی دوست (آب گریز)

مراحل پاک شدن چربی توسط صابون:

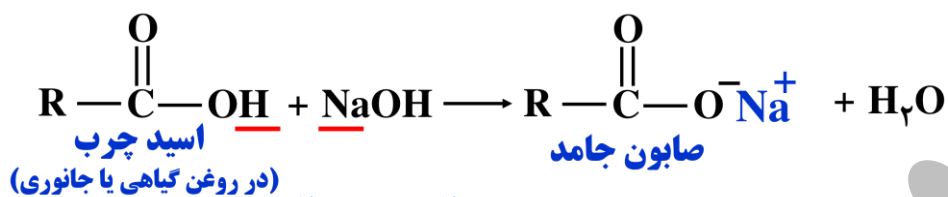


در شکل سمت راست: مولکول‌های صابون مانند پلی بین مولکول‌های آب و چربی قرار می‌گیرد.

↓ به مخلوط «آب و روغن و صابون» اصطلاحاً کلویید می‌گوییم!

- ↓ عوامل موثر بر میزان پاک کنندگی صابون
- ۱-دما
 - ۲-نوع آب
 - ۳-مقدار صابون
 - ۴-نوع یارجه

صابون جامد، از گرم کردن مخلوط روغن های گیاهی یا جانوری مانند روغن زیتون، نارگیل، دنبه با NaOH به وجود می آید:



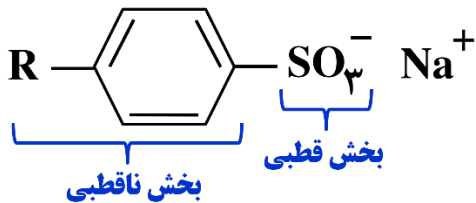
پاک کننده های صابونی در آب های سخت (آبهای دارای Ca^{2+} و Mg^{2+}) به خوبی کف نمی کنند! (کاهش قدرت پاک کنندگی)

پاک کننده های صابونی در آب های سخت رسوب سفید رنگ ایجاد می کنند!

صابون

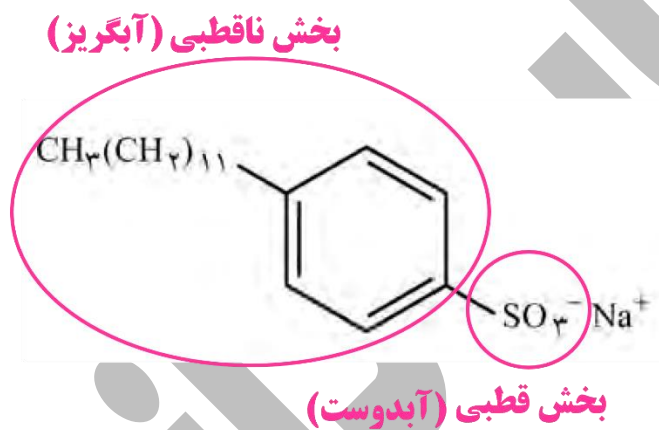
پاک کننده های غیر صابونی:

برخلاف پاک کننده های صابونی، به جای گروه کربوکسیلات (COO^-)، دارای حلقه بنزنی و گروه سولفونات (SO_3^-) هستند! (آروماتیک هستند)



فرمول شیمیایی: $\text{RC}_6\text{H}_4\text{SO}_3^- \text{Na}^+$

مثال:



* قدرت پاک کنندگی آن ها بیشتر از پاک کننده های صابونی است (به خصوص در آب سخت)

* این پاک کننده های، قدرت پاک کنندگی خود را در آب های سخت حفظ می کنند (در آب سخت نیز به خوبی کف می کنند و رسوب تشکیل نمی دهند)

* این پاک کننده ها، از مواد پتروشیمیایی در صنعت، طی واکنش های پیچیده تولید می شوند.

پاک کننده های خورنده:

* پاک کننده های خورنده با آلاینده ها واکنش می دهند! (برخلاف صابون و غیرصابونی)

* رسوبات و کثیفی هایی که لوله ها را مسدود می کنند، نمی توانند با صابون و غیرصابونی پاک شوند (فقط با پاک کننده های خورنده پاک می شوند)

* موادی مثل HCl (جوهر نمک یا هیدروکلریک اسید)، $NaOH$ (سدیم هیدروکسید یا سود سوزآور) و سفیدکننده ها و پاک کننده های پودری پاک کننده خورنده هستند.

* پاک کننده های خورده، از لحاظ شیمیایی فعال (بسیار واکنش پذیر) و خواص خوردگی دارند (پس نباید با پوست دست در تماس باشند)

* پاک کننده های خورنده خاصیت اسیدی (مثل HCl) و خاصیت بازی (مثل $NaOH$) خیلی زیادی دارند.

نحوه عملکرد پاک کننده پودری (نوعی پاک کننده خورنده):



* پاک کننده های پودری به شکل پودر عرضه می شوند (شامل $NaOH$ و پودر آلومینیوم)

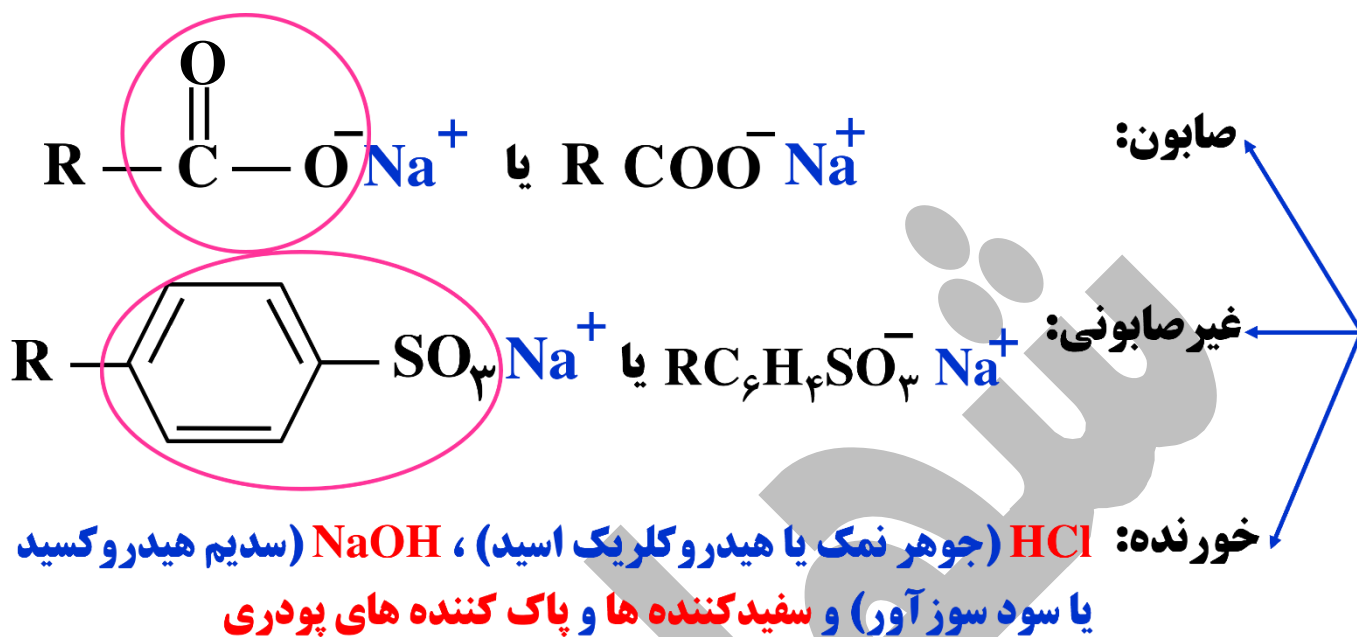
* از پاک کننده های پودری (شامل $NaOH$ و پودر آلومینیوم) با آب، گاز هیدروژن و گرما تولید می شود. (تولید گاز

هیدروژن و گرما باعث افزایش خاصیت پاک کنندگی می شود)

تولید گرما در این واکنش: باعث ذوب شدن چربی ها می شود

تولید گاز هیدروژن در این واکنش: باعث ضربه زدن گاز به رسوبات موجود در لوله می شود

در یک نگاه انواع پاک کننده:



نکات تکمیلی پاک کننده ها:

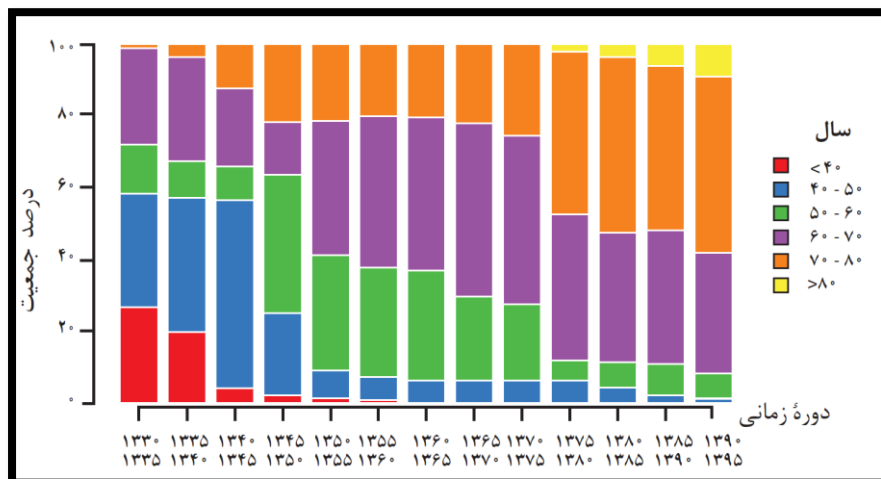
- (۱) حفاری های شهر بابل نشان می ده که چند هزار سال قبل از میلاد انسان به همراه آب از موادی شبیه صابون برای نظافت و پاکیزگی استفاده می کردند.
- (۲) نیاکان ما پی بردند که ← اگر ظروف چرب با **خاکستر** آغشته و با آب گرم بشویند ← آسان تر تمیز می شود.
- (۳) در گذشته به دلیل **عدم دسترسی به صابون و کمبود و استفاده نکردن صابون، سطح بهداشت فردی و همگانی پایین آمد**
- (۴) وبا ← بیماری واگیردار ← به دلیل آلوده شدن آب و نبود بهداشت شایع می شود.
- (۵) ساده ترین راه پیشگیری وبا ← **رعایت بهداشت فردی و همگانی**
- (۶) استفاده از صابون در جوامع گسترش یافت، پس ← میکروب و عوامل بیماری زا کاهش یافت ← افزایش بهداشت فردی و همگانی

(۷) افزایش سطح تندرستی و بهداشت فردی و همگانی ← افزایش شاخص امید به زندگی در جهان

(۸) شاخص امید به زندگی ← نشون می ده با توجه به خطراتی که انسان ها با آن مواجه اند به طور میانگین چند سال زندگی می کنند.

← در کشورهای گوناگون و حتی در شهرهای یک کشور با هم متفاوت است زیرا این شاخص وابسته به عوامل گوناگون است

امید به زندگی در جهان:

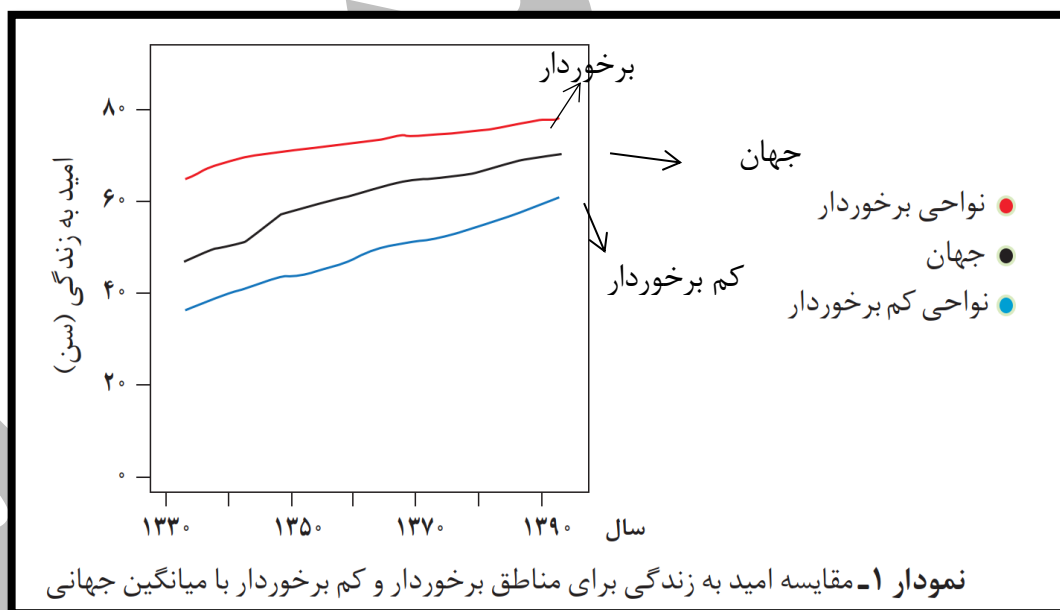


(۹) با گذشت زمان ← امید به زندگی در جهان ↑ ← شاخص امید به زندگی ↑

(۱۰) امید به زندگی زیر ۴۰ سال در جهان ← همواره روند نزولی ← اما از ۴۰ تا ۵۰ سال - ۵۰ تا ۶۰ - ۶۰ تا ۷۰ - ۷۰ تا ۸۰ تغییرات روند مشخصی ندارد.

(۱۱) امید به زندگی بالای ۸۰ سال ← از سال ۱۳۷۵ ظاهر شده و بعد از آن روند افزایشی داشته است.

(۱۲) امروزه امید به زندگی برای بیشتر مردم جهان حدود ۷۰ تا ۸۰ سال است.



(۱۳) با توجه به نمودار بالا ← شیب **نواحی کم برخوردار** بیشتر ← این یعنی رشد امید به زندگی در این نواحی بیشتر از امید به زندگی در نواحی برخوردار است.

(۱۴) نمودار میانگین امید به زندگی در جهان ← به نمودار مناطق برخوردار **نزدیک تر** است.

نکات مهم

(۱۵) آلاینده ← (تعریف) موادی هستند که بیش از مقدار طبیعی در یک محیط، نمونه ماده یا یک جسم وجود دارند

(مثال) گل و لای آب - گرد و غبار هوا - لکه‌های چربی و مواد غذایی روی لباس و پوست بدن

(۱۶) برای زدودن آلودگی باید ← ساختار و رفتار ذره‌های سازنده آلاینده‌ها و مواد شوینده و نیروی بین مولکولی آنها را بررسی کرد.

(۱۷) قاعده مهم: شبیه، شبیه را در خود حل می‌کند:

مولکول قطبی ← در حلال‌های قطبی حل می‌شود ← مثلاً: عسل مولکول‌های قطبی دارد که در آب (قطبی) حل می‌شود.

مولکول ناقطبی ← در حلال‌های ناقطبی حل می‌شود ← گریس مولکول‌های ناقطبی دارد که در بنزین (ناقطبی) حل می‌شود

ترکیب یونی ← در حلال‌های قطبی حل می‌شود ← مثلاً: NaCl که ترکیب یونی است در آب (قطبی) حل می‌شود.

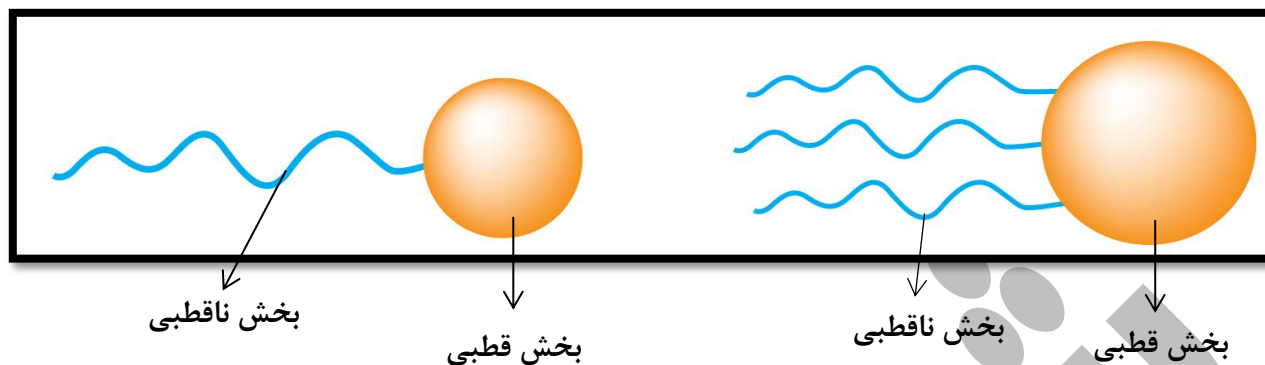
نام ماده	فرمول شیمیایی	محل در آب	محل در هگزان
اتیلن گلیکول (ضدیخ)	$\text{CH}_2\text{OHCH}_2\text{OH}$		
نمک خوراکی	NaCl		
بنزین	C_8H_{18}		
اوره	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	✓	×
روغن زیتون	$\text{C}_{57}\text{H}_{114}\text{O}_6$		
وازلین	$\text{C}_{25}\text{H}_{52}$		

(۱۸) انواع نیروی بین مولکولی
 هیدروژنی
 واندروالسی

* شرط تشکیل پیوند هیدروژنی: $\text{H}-\text{FON}$

(۱۹) مولکول‌های عسل ← گروه عاملی OH دارند ← هنگام انحلال عسل در آب، باید مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی برقرار می‌کند.

(۲۰) شکل زیر نمایی از استر سنگین و اسید چرب را به همراه بخش های قطبی و ناقطبی نشان می دهد.



(۲۱) نیروی بین مولکولی غالب در چربی ← **واندرلسی** ← به دلیل اینکه بخش اعظم مولکول چربی، زنجیره بلند کربنی است

(۲۲) چربی در آب حل نمی‌شود ← **چون ناقطبی است و نمی‌تواند با آب (قطبی) پیوند هیدروژنی برقرار کند.**

قدرت پاک کنندگی صابون:

• قدرت پاک کنندگی صابون به : نوع پارچه ، آب ، دما، مقدار صابون بستگی دارد.

• آبهایی که دارای یون های Mg^{2+} و Ca^{2+} هستند ← آب سخت‌اند (تعریف آب سخت)

• در صورت انحلال صابون با آب‌های سخت ← رسوب تشکیل می‌دهد و ← **قدرت پاک کنندگی ↓**

• لکه‌های سفید که پس از شستن لباس با صابون بوجود می‌آید ← **نشان از وجود یون در آب و تشکیل رسوب است**

مثال آب سخت: آب های مناطق کویری و آب دریا که شور هستند ← مقادیر زیادی یون Mg^{2+} و Ca^{2+} دارند.

واکنش صابون با آبهای سخت :



• قدرت پاک کنندگی صابون در آب (دریا و چشمه) یکسان نیست ← چون آب دریا مقادیر چشمگیری یون‌های

Mg^{2+} و Ca^{2+} دارد (آب سخت محسوب می‌شود)

• هر چه دما ↑ ← قدرت پاک کنندگی ↑

• هر چه آنزیم صابون ↑ ← قدرت پاک کنندگی ↑

● میزان چسبندگی چربی بر پارچه‌های **مختلف** یکسان **نیست**

● چسبندگی چربی بر پارچه نخی نسبت به پارچه پلی استر، کمتر است پس:

● پارچه نخی نسبت به پارچه پلی استر، توسط صابون بهتر و راحت تر پاک می شود

● ارتفاع کف: مخلوط آب و صابون < مخلوط آب سخت حاوی یون Mg^{2+}, Ca^{2+} با صابون

صابون طبیعی (صابون مراغه):

● مراحل تولید: جوشاندن مخلوطی از پیه گوسفند و سود سوز آور به مدت چند ساعت ← سپس قالب گیری و خشک

کردن در آفتاب

● افزودنی شیمیایی ندارد!

● به دلیل خاصیت بازی مناسب، برای موهای چرب استفاده می شود.

● اضافه کردن مواد شیمیایی به صابون :

- اضافه کردن گوگرد $\xleftarrow{\text{به صابون}}$ **از بین رفتن جوش صورت و قارچ‌های پوستی**
- اضافه کردن مواد شیمیایی کلردار $\xleftarrow{\text{به صابون}}$ **افزایش ضد عفونی کنندگی و میکروب کشی**
- اضافه کردن نمک‌های فسفات $\xleftarrow{\text{به صابون}}$ **افزایش قدرت پاک کنندگی و جلوگیری از ایجاد رسوب و لکه (در واکش با آب سخت)**

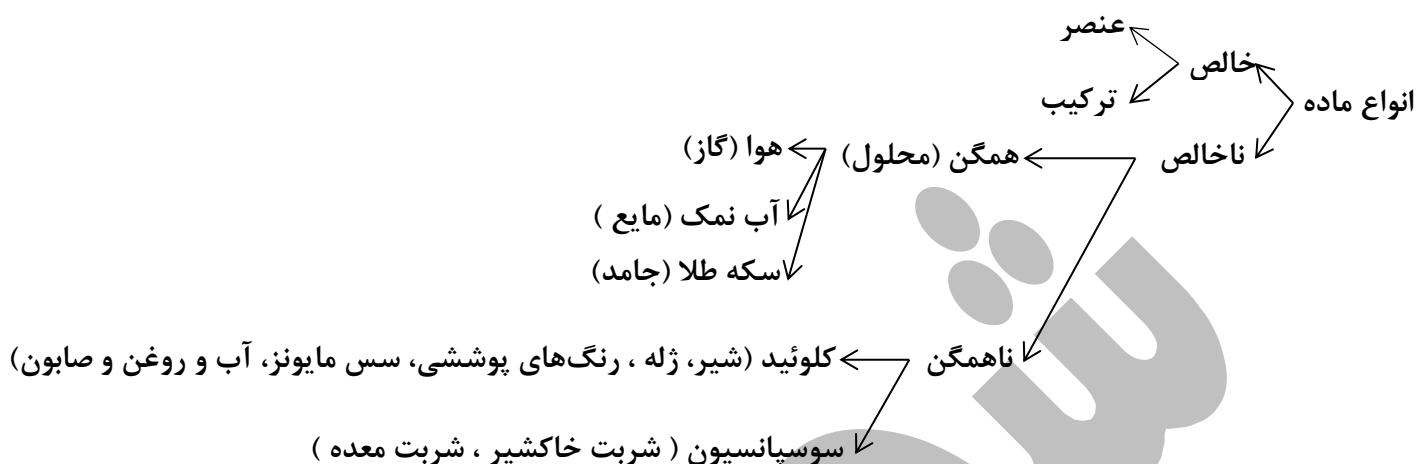
● هر چه مواد شیمیایی صابون : بیشتر ← عوارض پوستی و بیماری های تنفسی

● از نوعی صابون در تنور نان سنگک برای چرب کردن سنگ استفاده میشه!

● برای تولید صابون در مقیاس انبوه، به مقدار بسیار زیادی چربی نیاز بود ← این خود چالشی بزرگ بود، از این رو تولید صابون به روش های سنتی تقریباً ناممکن شد ← به همین دلیل شیمی دان ها به دنبال تولید پاک کننده های غیرصابونی رفتند

نکته مهم: پاک کننده های صابونی ، غیرصابونی و خورنده براساس برهم کنش های میان ذره ها عمل می کنند.

انواع ماده در يك نگاه



ویژگی / مخلوط	سوسپانسیون	کلوئید	محلول
رفتار در نور	پخش نور	پخش نور	عبور نور
ته نشینی	✓	×	×
پایداری	×	✓	✓
همگن	×	×	✓
ذره سازنده	ذره های ریز ماده	توده های مولکولی با اندازه متفاوت	ذرات یونی - مولکولی

رفتار در پراپر نور:



کلوئید

محلول

رفتار کلوئیدها را می توان رفتاری بین سوسپانسیون و محلول در نظر گرفت



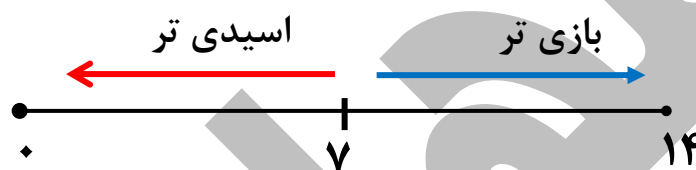
اسیدها و بازها:

✓ اسیدها با اغلب فلزها واکنش می‌دهند.

✓ اسیدها در تماس با پوست سوزش ایجاد می‌کنند.

✓ بازها در تماس با پوست احساس لیزی ایجاد می‌کنند.

pH ← سنجشی برای میزان اسیدی بودن محلول



کاغذ pH (تورنسل): شناساگری برای تعیین خصلت اسیدی یا بازی
 ← در محیط اسیدی: قرمز
 ← در محیط بازی: آبی

چند مثال معروف کتاب درسی:



قدرت بازی: محلول سود < صابون

قدرت اسیدی: محلول جوهر نمک < سرکه سفید

مقایسه pH: محلول سود (NaOH) < صابون < سرکه سفید (CH_3COOH) < محلول جوهر نمک (HCl)

نمونه هایی از مواد اسیدی و بازی در زندگی:



آ) برای کاهش میزان اسیدی بودن ب) اغلب داروها ترکیب‌هایی با خاصیت اسیدی یا بازی هستند. شوینده‌ها ضروری است. (پ) تنظیم میزان اسیدی بودن خاک به آن آهک می‌افزایند.



ت) زندگی بسیاری از آبزیان به pH (ث) اغلب میوه‌ها دارای اسیدند و pH (ج) ورود فاضلاب‌های صنعتی به محیط زیست سبب تغییر pH می‌شود. آنها کمتر از ۷ است. آب وابسته است.

پیش از آنکه ساختار اسیدها و بازها شناخته شود، شیمی دان‌ها افزون بر ویژگی‌های اسیدها و بازها با برخی واکنش‌های آنها نیز آشنا بودند. اما توجیه رفتار اسیدها و بازها به یک مبنای علمی نیاز داشت.

✓ آرنیوس نخستین کسی بود که اسیدها و بازها را بر یک مبنای علمی توصیف کرد.

✓ او بر روی رسانایی الکتریکی محلول‌های آبی کار کرد.

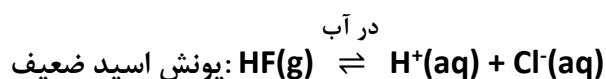
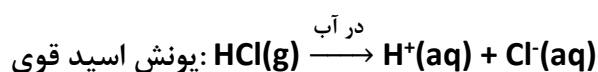
✓ یافته‌های تجربی آرنیوس نشان داد که محلول اسیدها و بازها رسانای برق هستند، هر چند میزان رسانایی آنها با یکدیگر یکسان نیست.

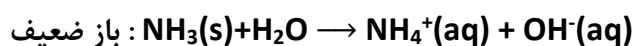
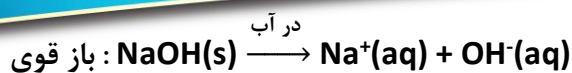
اسید آرنیوس ← ماده‌ای که به هنگام انحلال در آب، یون H^+ ایجاد می‌کند.

باز آرنیوس ← ماده‌ای که به هنگام انحلال در آب، یون OH^- ایجاد می‌کند.

نکته: یون‌ها به حالت آزاد aq هستند.


یونش: فرایندی که در آن یک ترکیب مولکولی در آب به یون‌های مثبت و منفی تبدیل می‌شود.





متن کتاب:

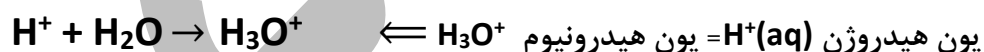
(آ) گاز هیدروژن کلرید یک اسید آرنیوس به شمار می رود، زیرا در آب سبب افزایش غلظت یون هیدرونیوم می شود.
(ب) سدیم هیدروکسید جامد یک باز آرنیوس به شمار می رود، زیرا در آب سبب افزایش غلظت یون هیدروکسید می شود.

توجه مهم: 

متانول CH_3OH ← باز آرنیوس نیست!

اتانول $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ← باز آرنیوس نیست!

یون هیدروژن H^+ = پروتون



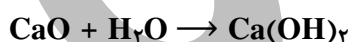
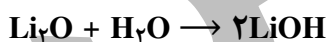
● مواد و ترکیب هایی که با حل شدن در آب، غلظت یون های هیدرونیوم و هیدروکسید آب را افزایش می دهند به ترتیب اسید و باز آرنیوس هستند.

● نکته مهم: هر چه غلظت $[\text{H}^+]$ در محلول های آبی بیشتر باشد، آن محلول اسیدی تر و هر چه $[\text{OH}^-]$ در محلول بیشتر باشد، آن محلول بازی تر است.

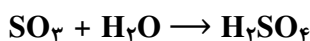
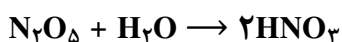
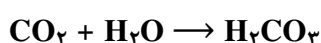
● نکته مهم: اگر در سامانه ای غلظت یون های هیدرونیوم و هیدروکسید برابر باشد، آن سامانه حالت خنثی دارد.

● برخی اکسید فلزها و نافلزها با آب واکنش می دهند.

هیدروکسید فلز (باز) → آب + اکسید فلز



اسید → آب + اکسید نافلز



نکته مهم:

اکسید فلز = باز آرنیوس

اکسید نافلز = اسید آرنیوس

• با اینکه می‌توان اسیدها و بازها را بر اساس مدل آرنیوس تشخیص داد اما نمی‌توان درباره میزان اسیدی بودن یا باز بودن یک محلول اظهار نظر کرد!

• برای یافتن پاسخ این پرسش باید مشخص کرد که غلظت یون هیدرونیوم (H^+) در کدام محلول بیشتر است.

$[H^+]$ ↑ ⇔ یونش ↑ ⇔ اسیدی تر ⇔ pH ↓

مثلاً: شیر سالم با افزایش غلظت یون هیدرونیوم (H^+) ترش شده (کاهش pH) و دیگر قابل مصرف نیست.

رابطه رسانایی الکتریکی با قدرت اسیدی:

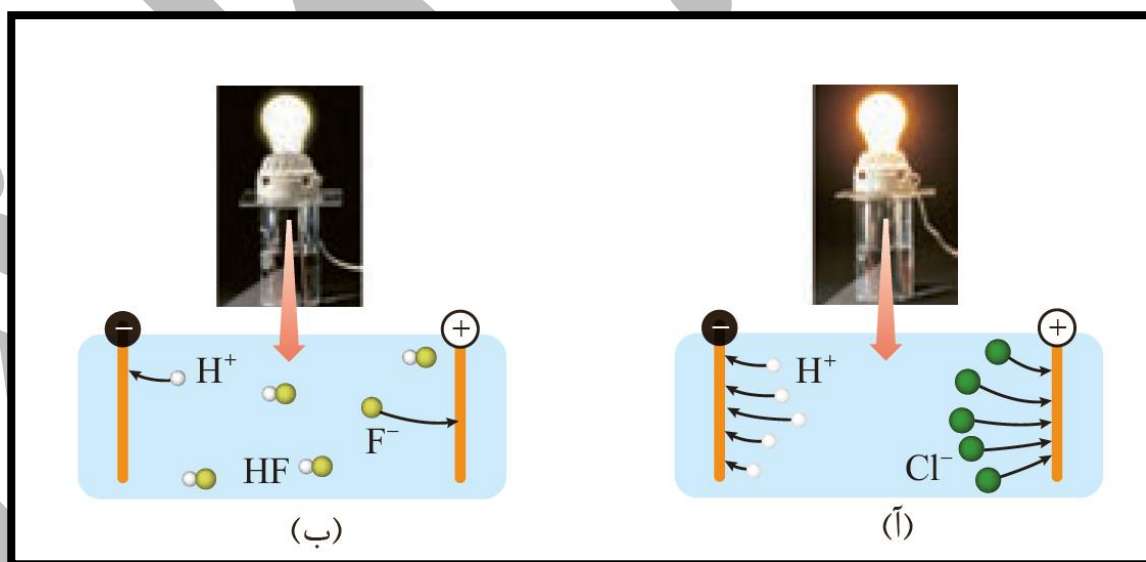
یون هیدرونیوم رابطه بین این دو را برقرار می‌کند! ✓

$[H^+]$ ↑ ⇔ یونش ↑ ⇔ رسانایی الکتریکی ↑ ⇔ اسیدی تر ⇔ pH ↓

محلول دارای یون را الکترولیت می‌گوییم! ✓

می‌دانیم هر محلولی مقدار یون بیشتری داشته باشد، رسانایی الکتریکی آن بیشتر است. ✓

شکل زیر رسانایی الکتریکی دو محلول الکترولیت $HCl(aq)$ و $HF(aq)$ را نشان می‌دهد. ✓



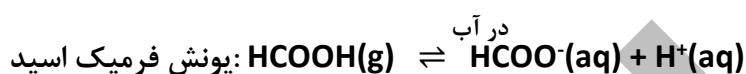
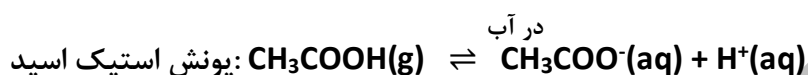
نتیجه: HCl یک الکترولیت قوی است و در اثر انحلال در آب به طور کامل به یون تفکیک می‌شود.

✓ HF یک الکترولیت ضعیف است و در اثر انحلال در آب به طور جزئی به یون تفکیک می‌شود و بخش عمده آن به صورت مولکولی باقی می‌ماند.

اسید تک پروتون دار ← اسیدی که هر مولکول آن در آب فقط می‌تواند یک یون H^+ (H_3O^+) ایجاد کند.

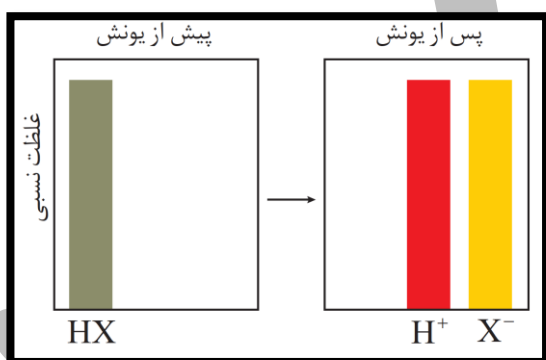
مثل: CH_3COOH ، $HCOOH$ ، HF ، HCl

کربوکسیلیک اسیدها از جمله اسیدهای ضعیفی هستند که تنها هیدروژن گروه کربوکسیل آن‌ها می‌تواند به صورت یون هیدرونیوم وارد محلول شود.



• غلظت نسبی گونه‌های موجود در محلول‌های $HCl(aq)$ و $HF(aq)$ پیش و پس از یونش:

برای $HCl(aq)$:



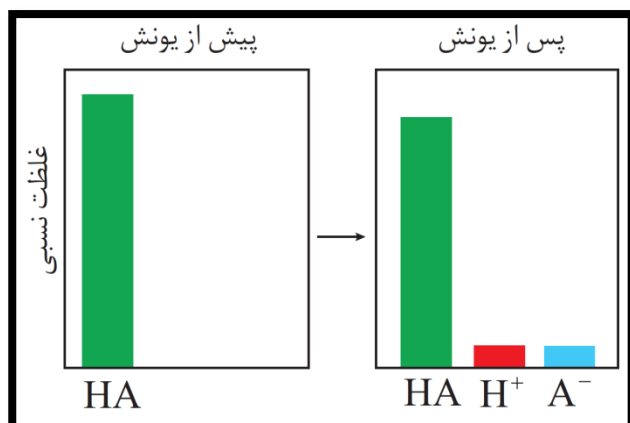
HCl به طور کامل یونید شده است.

← به دلیل یونش کامل، غلظت هر یک از یون‌ها در محلول اسیدهای قوی تک پروتون دار با غلظت اولیه اسید برابر است.

⇐ نتیجه: غلظت مصرفی HCl با غلظت تولیدی H^+ و غلظت تولیدی Cl^- برابر است.

این رابطه برای همه اسیدهای قوی تک پروتون دار برقرار است.

برای HF(aq):



محلول HF به طور جزئی یونیده شده است.

← غلظت محلول H^+ و F^- در محلول با هم برابر است (چون ضرایب آن‌ها با هم برابر است)

• ارتفاع ستون مربوط به یون‌های H^+ و F^- دقیقاً برابر اختلاف ستون HF پیش و پس از یونش است.

• در محلول هیدروفلوئوریک اسید از هر ۱۰۰۰ مولکول حل شده در دمای اتاق تنها ۲۴ مولکول یونیده می‌شود.

درجه یونش (α):

• اسیدی که میزان یونش آن زیاد باشد، اسید قوی و اسیدی که میزان یونش آن کم باشد اسید ضعیف.

• شیمی‌دان‌ها برای بیان میزان یونش اسیدها از کمیتی به نام درجه یونش استفاده می‌کنند

$$\alpha = \frac{\text{شمار مولکول‌های یونیده شده}}{\text{شمار کل مولکول‌های حل شده}} \quad \text{درجه یونش } (\alpha)$$

نکته ۱: در رابطه ی درجه یونش به جای شمار مولکول‌ها، می‌توان شمار مول‌ها یا غلظت مولی گونه‌ها را قرار داد.



نکته ۲: در منابع علمی معتبر گاهی به جای درجه یونش از درصد یونش ($\alpha \times 100$) استفاده می‌کنند.



متر کتاپ: اسیدها را بر مبنای میزان یونشی که در آب دارند می‌توان به دو دسته قوی و ضعیف تقسیم کرد.



(قدرت اسیدها به میزان یونش آن‌ها در آب بستگی دارد.

اسیدهایی قوی هستند که بتوان یونش آن‌ها را در آب کامل در نظر گرفت. (α = 1) مثل: نیتریک اسید HNO_3

اسیدهای ضعیف در آب به میزان جزئی یونیده شده و شمار یون‌ها در محلول آن‌ها کم است. مثل: استیک

اسید CH_3COOH

• برخی اسیدها قوی و اغلب آن‌ها ضعیف هستند.

• اسیدهای قوی: $\text{HNO}_3, \text{H}_2\text{SO}_4, \text{HCl}, \text{HBr}, \text{HI}$ ← مقایسه قدرت: $\text{HNO}_3 < \text{H}_2\text{SO}_4 < \text{HCl} < \text{HBr} < \text{HI}$

• تاکنون قدرت اسیدها را از چند دیدگاه بررسی کردیم (رسانایی الکتریکی، یونش، درجه یونش)

• حال می‌خواهیم با دیدگاهی دیگر این کار را انجام دهیم. همه این دیدگا‌ها با هم اشتراک دارند. (دیدگاه ثابت تعادل)

• اسیدهای قوی را می‌توان محلولی شامل یون‌های آبپوشیده دانست؛ به طوری که در آن‌ها تقریباً مولکول‌های یونیده نشده یافت نمی‌شود.

• در حالی که در محلول اسیدهای ضعیف افزون بر اندک یون‌های آبپوشیده، مولکول‌های اسید نیز یافت می‌شوند.



برای مثال در محلول سرکه (استیک اسید) شمار ناچیزی از یون‌های آبپوشیده همزمان با شمار زیادی از مولکول‌های استیک اسید یونیده نشده حضور دارند. (حضور همزمان واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها در مخلوط واکنش را می‌توان نشانه‌ای از برگشت پذیر بودن واکنش‌ها دانست).



• یافته‌های تجربی نشان می‌دهد که در شرایط معین، غلظت همه گونه‌های موجود در محلول این اسید همانند دیگر اسیدهای ضعیف ثابت هستند. (در محلول این اسیدها، حضور همزمان یون‌ها و مولکول‌های یونیده نشده با غلظت ثابت را داریم)

این‌ها مقدمه‌ای برای ورود به بحث اصلی ما بودند.

ثابت تعادل (K):

ثابت تعادل کمیتی است که به کمک آن قدرت اسیدها مختلف را با هم مقایسه می‌کنیم.

تا اینجا گفتیم حضور همزمان واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها نشانه‌ای از برگشت پذیر بودن واکنش هستند.

و همچنین در شرایط معین غلظت این گونه‌ها می‌تواند ثابت باشد.

واکنش‌ها از نظر پیشرفت:

✓ واکنش‌های برگشت ناپذیر (یک طرفه): مثل سوختن

✓ واکنش‌های برگشت پذیر (دوطرفه): (حضور همزمان واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها می‌تواند موجب برگشت پذیر بودن یک واکنش شود).

✓ واکنش تعادلی: اگر در یک واکنش برگشت پذیر، لحظه‌ای فرا برسد که سرعت واکنش رفت ($R_{\text{رفت}}$) با سرعت واکنش برگشت ($R_{\text{برگشت}}$) برابر شود، به آن واکنش تعادلی می‌گوییم.

در لحظه تعادل (لحظه‌ای که $R_{\text{رفت}}$ با $R_{\text{برگشت}}$ برابر است)، غلظت واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها ثابت می‌ماند.

علت: چون واکنش برگشت پذیر است، مواد موجود در دوطرف هم تولید می‌شوند و هم مصرف!

فراورده \rightleftharpoons واکنش دهنده

• پس تعادل دو شرط دارد:

$$R_{\text{رفت}} = R_{\text{برگشت}}$$

غلظت همه مواد ثابت

و اما ثابت تعادل (K):

• واکنش زیر را در نظر بگیرید:

تعریف ثابت تعادل (K): نسبت حاصلضرب غلظت تعادلی فراورده‌ها به توان ضریبشان به حاصلضرب غلظت تعادلی واکنش دهنده‌ها به توان ضریبشان!

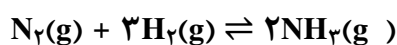
• مثالی از یک واکنش تعادلی: فرایند هابر

• با جایگذاری مقادیر عددی غلظت تعادلی مواد در رابطه، به عددی می‌رسیم که به آن عدد، ثابت تعادل می‌گوییم!

مقدار این عدد برای یک واکنش تعادلی در دمای مشخص همواره ثابت است، به همین دلیل به این عدد، ثابت تعادل آن واکنش می‌گوییم.

نکته مهم: در عبارت K ، غلظت مواد جامد (s) و مایع (l) قرار نمیگیرد.

نکته مهم: یکای ثابت تعادل؟



نکته مهم: ثابت تعادل فقط به دما بستگی دارد.

ثابت تعادل (K) میزان پیشرفت واکنش تا رسیدن به تعادل را نشان می دهد.

نکته مهم: ثابت تعادل برای یک اسید را ثابت یونش اسید (K_a) و برای یک باز را ثابت یونش باز (K_b) می نامیم.

نکات خود را پیازمایید کتاب درسی:

$K = \frac{[\text{H}^+][\text{F}^-]}{[\text{HF}]}$	غلظت تعادلی گونه‌های شرکت کننده (مول بر لیتر)			شماره محل
	$[\text{H}^+]$	$[\text{F}^-]$	$[\text{HF}]$	
.....	$1/75 \times 10^{-2}$	$1/75 \times 10^{-2}$	0/52	۱
.....	$1/31 \times 10^{-2}$	$1/31 \times 10^{-2}$	0/29	۲
.....	$2/43 \times 10^{-2}$	$2/43 \times 10^{-2}$	۱/۰	۳

انواع حالت های ثابت یونش اسید (K_a):

• $K_a > 1$ ، اسید قوی

• $K_a < 1$ ، اسید ضعیف

نکته مهم: هر اسیدی که قدرت اسیدی بیشتری داشته باشد، هم درجه یونش آن بیشتر است و هم ثابت یونش آن. برای بازها نیز این گونه است.

درجه یونش (α): بیشتر ← ثابت یونش (K_a یا K_b): بیشتر ← قدرت اسیدی یا بازی: بیشتر
درجه یونش (α): کمتر ← ثابت یونش (K_a یا K_b): کمتر ← قدرت اسیدی یا بازی: کمتر

ثابت یونش برخی اسیدها در دمای اتاق:

نام اسید	فرمول شیمیایی	ثابت یونش (K_a)	معادله یونش در آب
هیدرویدیک اسید	HI	بسیار بزرگ	$\text{HI(aq)} \rightarrow \text{H}^+(\text{aq}) + \text{I}^-(\text{aq})$
هیدروبرمیک اسید	HBr	بسیار بزرگ	$\text{HBr(aq)} \rightarrow \text{H}^+(\text{aq}) + \text{Br}^-(\text{aq})$
هیدروکلریک اسید	HCl	بسیار بزرگ	$\text{HCl(aq)} \rightarrow \text{H}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$
سولفوریک اسید	H_2SO_4	بسیار بزرگ	$\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{H}^+(\text{aq}) + \text{HSO}_4^-(\text{aq})$
نیتریک اسید	HNO_3	بزرگ	$\text{HNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{H}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$
نیترو اسید	HNO_2	$4/5 \times 10^{-4}$	$\text{HNO}_2(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}^+(\text{aq}) + \text{NO}_2^-(\text{aq})$
فورمیک اسید	HCOOH	$1/8 \times 10^{-4}$	$\text{HCOOH(aq)} \rightleftharpoons \text{H}^+(\text{aq}) + \text{HCOO}^-(\text{aq})$
استیک اسید	CH_3COOH	$1/8 \times 10^{-5}$	$\text{CH}_3\text{COOH(aq)} \rightleftharpoons \text{H}^+(\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq})$
هیدروسیانیک اسید	HCN	$4/9 \times 10^{-10}$	$\text{HCN(aq)} \rightleftharpoons \text{H}^+(\text{aq}) + \text{CN}^-(\text{aq})$

توجه ۱: ضعیف ترین اسید ، هیدروسیانیک اسید (HCN) است.

توجه ۲: مقایسه قدرت اسیدی اسیدهای قوی و ضعیف را به خاطر بسپارید (به خصوص اسیدها قوی):

قدرت اسیدی: $\text{HNO}_3 < \text{H}_2\text{SO}_4 < \text{HCl} < \text{HBr} < \text{HI}$

قدرت اسیدی: $\text{HCN} < \text{H}_2\text{CO}_3 < \text{CH}_3\text{COOH} < \text{HCOOH} < \text{HNO}_2 < \text{HF}$

نکته مهم خود را بیازمایید:

- شکل‌ها واکنش دو قطعه نوار منیزیم یکسان را با محلول دو اسید متفاوت در دما و غلظت یکسان نشان می‌دهند. توضیح: به دلیل قوی بودن HCl و ضعیف بودن کربوکسیلیک اسیدها (مانند CH_3COOH) میزان یونش HCl به طور کامل و میزان یونش استیک اسید جزئی می‌باشد. در نتیجه غلظت یون‌های هیدرونیوم حاصل از یونش HCl بیشتر بوده و در نتیجه سرعت واکنش منیزیم با آن بیشتر است. ($K_{a\text{H}} < K_{a\text{A}}$)



(ب) : CH_3COOH



(آ) : HCl

● سؤال: باران اسیدی حاوی نیتریک اسید و سولفوریک اسید است در حالی که باران معمولی حاوی کربنیک اسید است.

با مراجعه به جدول توضیح دهید در کدام باران غلظت یون هیدرونیوم بیشتر است؟ چرا؟ ثابت یونش کربنیک اسید را برابر با 4.5×10^{-7} در نظر بگیرید.

pH: مقیاسی برای تعیین میزان اسیدی بودن:

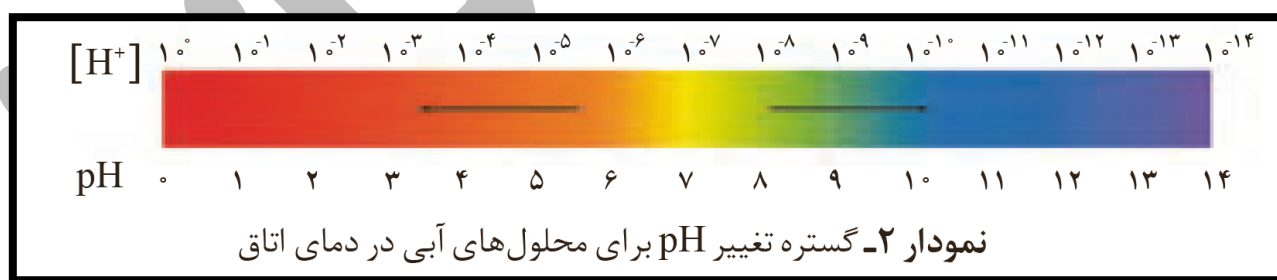
● تغییر رنگ کاغذ pH معیاری برای تشخیص اسیدی یا بازی بودن محلول هاست. (رنگی که از این کاغذ درون یک محلول به خود می گیرد نشانه دهنده ی pH تقریبی محلول آن است.)

pH شیر ترش شده $= 2/7 \Rightarrow$ شیر ترش شده خاصیت اسیدی دارد. ($\text{pH} < 7$)

✓ شیمی دان ها کمیت pH را با تابع لگاریتم به صورت زیر بیان می کنند

✓ برای پرهیز از بیان غلظت های کم و بسیار کم برای یون هیدرونیوم می توان از کمیت pH استفاده کرد؛ زیرا اعدادی به مراتب ساده تر و قابل فهم تر ارائه می دهد.

← این کمیت برای محلول های آبی در دمای اتاق با اعدادی در گستره ۰ تا ۱۴ بیان می شود.



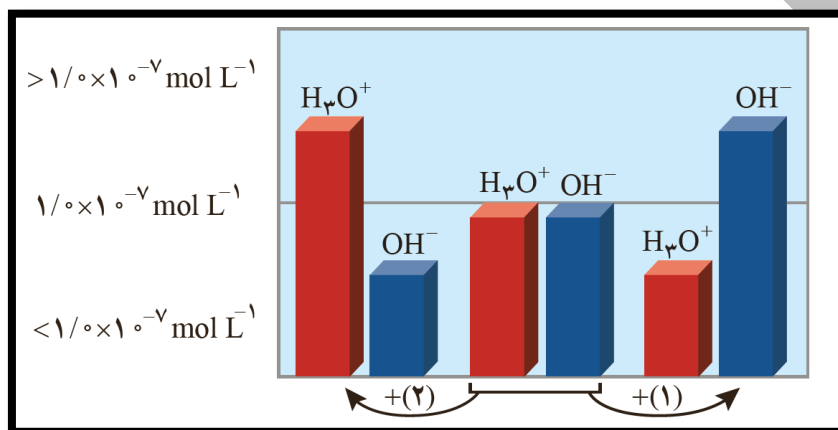
✓ یافته های تجربی نشان می دهد که آب و همه محلول های آبی، محتوی یون های هیدرونیوم و هیدروکسید هستند.

اما کاغذ pH در برخی محلول ها و آب خالص تغییر رنگ نمی دهد. (رفتاری که تایید می کند که غلظت یون های هیدرونیوم و هیدروکسید این سامانه ها برابر هستند. چنین سامانه هایی خنثی هستند.)

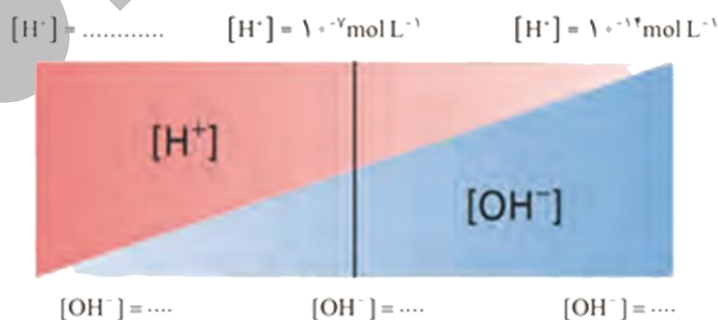
✓ آزمایش های دقیق نشان می دهد که آب خالص رسانایی الکتریکی ناچیزی دارد. این ویژگی بیان گر وجود مقادیر بسیار کم از یون های هیدرونیوم و هیدروکسید است. در واقع در یک نمونه آب خالص، شمار بسیار ناچیزی از مولکول های H₂O به یون های H⁺ و OH⁻ یونیده می شود.

ثابت یونش آب:

تغییر غلظت یون های هیدرونیوم و هیدروکسید هنگام افزودن مواد اسیدی یا بازی به آب خالص:



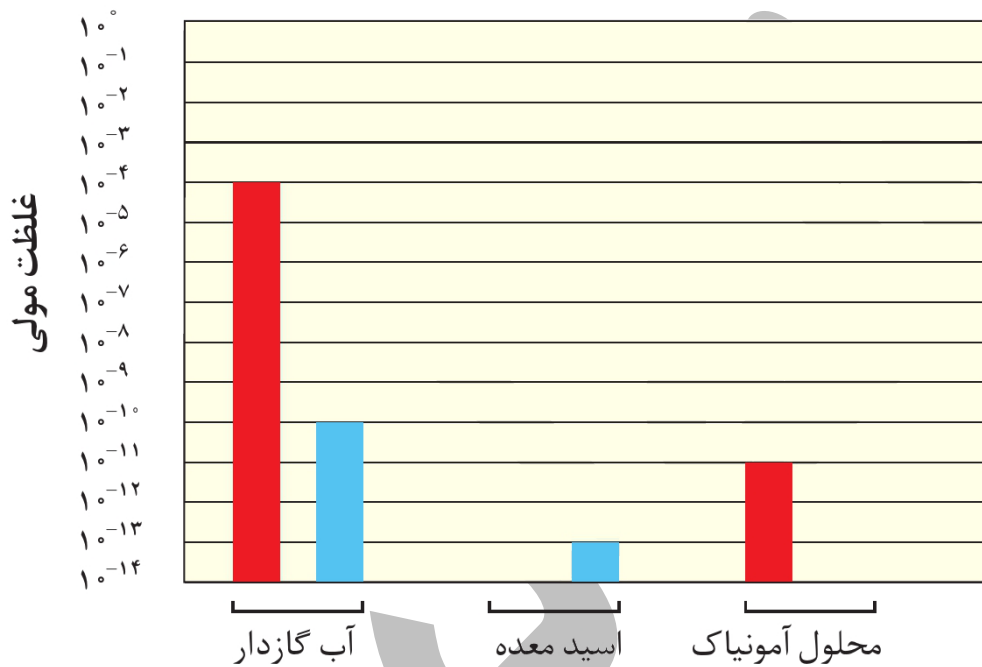
نمایش تغییر غلظت یون های هیدرونیوم و هیدروکسید در محلول های آبی و دمای اتاق:



نمی توان گفت در محلول های اسیدی یون هیدروکسید وجود ندارد. (هر اندازه غلظت یکی از یون های هیدرونیوم یا هیدروکسید بیشتر شود، به همان نسبت از دیگر کاسته می شود تا حاصلضرب غلظت این یون ها در دمای اتاق برابر 10^{-14} شود)

✓ مقدار K_w فقط به دما بستگی دارد و در دمای معین مقدار ثابتی دارد. هر گونه تغییر در غلظت H^+ یا OH^- تاثیری بر مقدار K_w ندارد.

✓ غلظت یون هیدرونیوم و هیدروکسید در سه محلول اسید معده، آب گازدار و محلول آمونیاک:

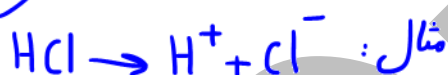


جمع بندی روابط حل مسائل اسید و باز:

اسیدهای قوی: $\text{HNO}_3, \text{H}_2\text{SO}_4, \text{HCl}, \text{HBr}, \text{HI}$ \Leftarrow قدرت اسیدی: $\text{HNO}_3 < \text{H}_2\text{SO}_4 < \text{HCl} < \text{HBr} < \text{HI}$

چون اسیدهای قوی به طور کامل در آب یونیده می شوند، غلظت H^+ حاصل با غلظت اسید قوی برابر است، به شرطی که اسید تک پروتون دار باشد.

تک پروتون دار
 $[\text{اسید قوی}] = [\text{H}^+]$



پس $\Rightarrow [\text{HCl}] = [\text{H}^+] = [\text{Cl}^-]$

چون اسیدهای ضعیف به طور جزئی یونیده می شوند، غلظت H^+ حاصل کمتر از اسید اولیه است:

$[\text{H}^+] < [\text{اسید ضعیف}]$

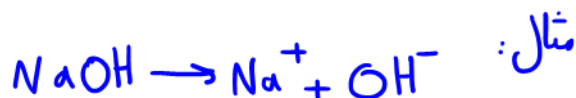


پس $\Rightarrow [\text{H}^+] < [\text{HF}]$

بازهای قوی: هیدروکسیدهای گروه ۱ و ۲ به جز Be و Mg

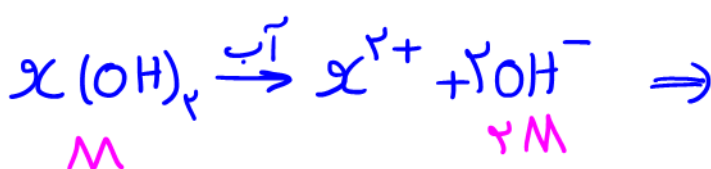
چون بازهای قوی به طور کامل در آب تفکیک می شوند، غلظت OH^- با غلظت باز قوی برابر است، به شرطی که باز مورد نظر تک ظرفیتی باشد.

تک ظرفیتی
 $[\text{باز قوی}] = [\text{OH}^-]$




پس $\Rightarrow [\text{NaOH}] = [\text{OH}^-]$

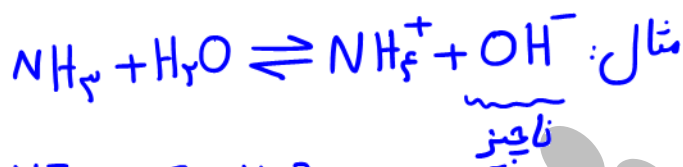
اما اگر باز قوی دوظرفیتی باشد:



برای باز تک ظرفیتی $[\text{OH}^-] = M \alpha$
 سه ظرفیتی باز $[\text{OH}^-] = M \cdot n \cdot \alpha$

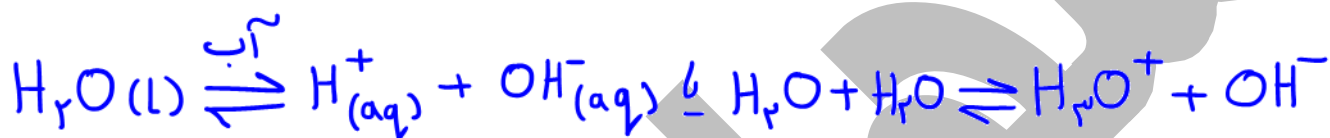
چون بازهای ضعیف به طور جزئی در آب تفکیک می شوند، غلظت OH^- حاصل از غلظت باز ضعیف کمتر است: 

$$[\text{OH}^-] < [\text{باز ضعیف}]$$



پس $\Rightarrow [\text{OH}^-] < [\text{NH}_3]$
 باز ضعیف

واکنش خودیونش آب (یونش جزئی آب):




$$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$$

10^{-14}

برای آب خالص در دمای اتاق (25°C) داریم: $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7}$

$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$

این رابطه علاوه بر آب خالص برای تمامی محلول های آبی صادق است. 

$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7} \Rightarrow$ خنثی

$[\text{H}^+] > 10^{-7} > [\text{OH}^-] \Rightarrow$ اسیدی

$[\text{H}^+] < 10^{-7} < [\text{OH}^-] \Rightarrow$ بازی

برای اسیدها:

$[\text{H}^+] = M\alpha$

$\{ \text{pH} = -\text{Log} [\text{H}^+] \rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}}$

$\{ \text{pH} = -\text{Log}(M\alpha) \rightarrow M\alpha = 10^{-\text{pH}}$

درجه یونش (α):

در اسیدهای قوی $\alpha=1$

در اسیدهای ضعیف \leftarrow در سوال گفته می شود

$$0 < \alpha < 1$$

ضعیف

برای باز تک‌ظرفیتی $\rightarrow [OH^-] = M\alpha$

برای باز چندظرفیتی $\rightarrow [OH^-] = M \cdot n \cdot \alpha$

\downarrow
تعداد OH

$$pOH = -\log [OH^-]$$

$$pOH = -\log M\alpha \quad یا \quad -\log M \cdot n \cdot \alpha$$

تک‌ظرفیتی

چندظرفیتی

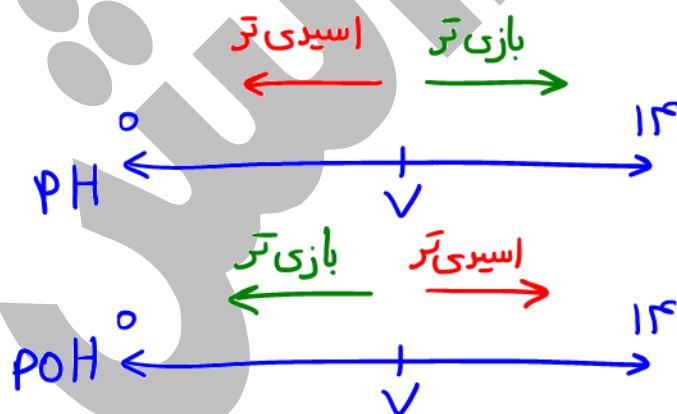
برای بازها:

رابطه pH با pOH:

$$[H^+][OH^-] = 10^{-14}$$

$$pH + pOH = 14$$

همواره تغییرات pH با pOH قرینه یکدیگر است:



$$\Rightarrow \begin{cases} pH = pOH = 7 \Rightarrow \text{خنثی} \\ pH < 7 < pOH \Rightarrow \text{اسیدی} \\ pH > 7 > pOH \Rightarrow \text{بازی} \end{cases}$$

روابط مربوط به K_a و K_b 

اولیه: M \cdot \cdot

تغییرات: $-M\alpha$ $+M\alpha$ $+M\alpha$

نهایی (تعادلی): $M-M\alpha$ $M\alpha$ $M\alpha$

$$K = \frac{M\alpha \times M\alpha}{M-M\alpha} = \frac{M^2\alpha^2}{M(1-\alpha)} = \frac{M\alpha^2}{1-\alpha}$$

$$\Rightarrow K_a = \frac{M\alpha^2}{1-\alpha}$$

↓
ثابت یونش اسید

$$K_b = \frac{M\alpha^2}{1-\alpha}$$

↓
ثابت یونش باز

* ضعیف یا $\alpha < 0.05$ یا $\frac{K_a}{M} < 0.02$ ← از $(1-\alpha)$ صرف نظری کنیم

$$[H^+] = \sqrt{(1-\alpha) K_a M}$$

↓
 10^{-pH}

* در اسیدهای تک پروتون دار:

$$[OH^-] = \sqrt{(1-\alpha) K_b M}$$

↓
 10^{-pOH}

* در بازهای تک ظرفیتی:

رقیق کردن اسیدها یا بازهای قوی با افزودن آب:

$$\Delta pH = \log \text{چندبرابر شدن حجم}$$

$$\Delta pOH = \log \text{چندبرابر شدن حجم}$$

غلظت کردن اسیدها یا بازهای قوی با افزودن همان اسید یا باز:

$$\Delta pH = \log \text{چندبرابر شدن غلظت}$$

$$\Delta pOH = \log \text{چندبرابر شدن غلظت}$$

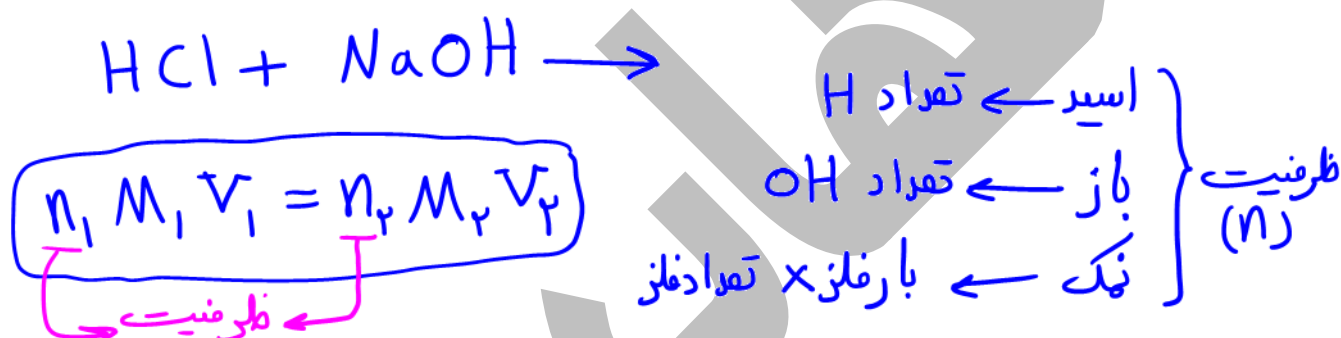
یادآوری فرمول‌های محلول‌ها:

هر گاه یک محلول غلیظ را با اضافه کردن آب، رقیق کنیم، بین حالت اول آن (محلول غلیظ) و حالت دوم آن (محلول رقیق) رابطه زیر برقرار است:

$$\overset{\text{غلیظ}}{M_1 V_1} = \overset{\text{رقیق}}{M_2 V_2}$$

\downarrow
 $(V_1 + V_w)$

هر گاه دو محلول غیرهمجنس (متفاوت) با هم به طور کامل واکنش دهند (یکدیگر را خنثی کنند)، داریم:



غلظت نهایی: هر گاه چند محلول هم جنس با غلظت‌های متفاوت و حجم‌های متفاوت را با هم مخلوط کنیم، خواهیم داشت:

$$M = \frac{n}{V} \Rightarrow \boxed{n = M V}$$

$$M_1 V_1 + M_2 V_2 + \dots$$

$$M_{\text{نهایی}} = \frac{n_{\text{نهایی}}(\text{mol})}{V_{\text{نهایی}}(L)}$$

\downarrow
 $V_1 + V_2 + \dots$

استوکیومتری يك ماده:

حل شونده
در محلول $g \times 1000$
چگالی \times حجم

$$mol = \frac{g}{\text{جرم مولی}} = \frac{L_{Gas}}{\text{حجم مولی}} = M \times L = \frac{M \times mL}{1000}$$

* در شرایط STP ← حجم مولی گازها = $22.4L$ یا $22400 mL$

استوکیومتری واکنش:

$$\frac{mol}{\text{ضریب}} = \frac{g}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{L_{Gas}}{\text{حجم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{M \times mL}{\text{ضریب} \times 1000}$$

$$10^{-pH} \text{ یا } [H^+] = M$$

$$M = \frac{10^{-pH}}{\text{جرم مولی}}$$

تست‌های کنکور سراسری



توجه: ترتیب تست‌ها در این جزوه، بر اساس اولویت بندی ویدیوهاست. لطفاً به شماره بندی تست‌ها و اینکه از چه سالی انتخاب شده اند کاری نداشته باشید. به ترتیب اولیوی که تعیین شده پیش بروید.

۱. اگر pH محلولی برابر با ۳ باشد، غلظت یون OH^- (aq) در آن، چند مول بر لیتر است و تورنسل در آن، به کدام رنگ در می‌آید؟ (تبریزی ۸۵)

- (۱) 10^{-3} ، آبی (۲) 10^{-3} ، سرخ (۳) 10^{-11} ، آبی (۴) 10^{-11} ، سرخ

۲. اگر pH یک محلول برابر ۹ باشد، غلظت مولار یون OH^- در آن، برابر غلظت مولار یون H^+ است و این محلول تورنسل را به رنگ در می‌آورد. (تبریزی ۸۵)

- (۱) 10^4 ، آبی (۲) 10^4 ، سرخ (۳) 10^5 ، آبی (۴) 10^5 ، سرخ

۳. pH محلولی از پتاسیم هیدروکسید که در هر ۲۵۰ میلی لیتر آن ۰/۱۴ گرم از این ماده به صورت حل شده وجود دارد، کدام است؟ ($\text{K} = 39 : \text{g.mol}^{-1}$ ، $\text{O} = 16$ ، $\text{H} = 1$) (تبریزی ۸۷)

- (۱) ۱۱ (۲) ۱۲ (۳) ۱۱/۷ (۴) ۱۲/۳

۴. pH محلول 0.05 mol.L^{-1} استیک اسید که درصد تفکیک یونی آن ۲٪ است، چند برابر pH محلول 0.4 mol.L^{-1} هیدروکلریک اسید است؟ (ریاضی ۸۸ خازج)

- (۱) ۴ (۲) ۵ (۳) ۶/۵ (۴) ۷/۵

۵. pH محلول $2 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$ هیدروکلریک اسید، چند برابر pH محلولی از یک اسید ضعیف HA با غلظت 0.005 mol.L^{-1} و درصد تفکیک یونی ۲٪ درصد است؟ (تقریبی ۸۹)

- (۱) ۰/۷۴ (۲) ۰/۸۵ (۳) ۱/۲۵ (۴) ۲/۱۵

۶. اگر در محلول هیدروکلریک اسید، مولاریته یون هیدرونیوم 4×10^{-8} برابر مولاریته یون هیدروکسید باشد، pH این محلول کدام است؟ (ریاضی ۹۲)

- (۱) ۲/۳ (۲) ۲/۷ (۳) ۳/۳ (۴) ۳/۷

۷. اگر درصد یونش یک محلول هیدروژن سیانید در آب برابر با ۰/۰۲ درصد و pH آن برابر با ۵/۷ باشد، غلظت آن چند مول بر لیتر است؟ (ریاضی ۸۶ خازج)

- (۱) ۰/۲ (۲) ۰/۰۲ (۳) ۰/۱ (۴) ۰/۰۱

۸. اگر درصد تفکیک یونی یک اسید ضعیف (HA) در محلولی از آن با $\text{pH} = 4/7$ برابر ۱ درصد باشد، ۱۰۰ میلی لیتر از آن شامل چند مول از این اسید است؟ (تقریبی ۸۸ فارغ)

- (۱) $0/001$ (۲) $0/0001$ (۳) $0/002$ (۴) $0/0002$

۹. اگر pH محلولی از اسید ضعیف HA با درصد تفکیک یونی ۷٪ برابر با pH محلولی از اسید ضعیف HB با درصد تفکیک یونی ۱/۴٪ باشد، مولاریته ی محلول اسید HB چند برابر مولاریته ی محلول اسید HA است؟ (تقریبی ۸۹ فارغ)

- (۱) $1/5$ (۲) ۵ (۳) $2/5$ (۴) ۳

۱۰. با توجه به داده های جدول روبه رو، درباره اسیدهای ضعیف HA ، HB ، x چند برابر b است؟ (ریاضی ۹۱ فارغ)

اسید ضعیف	pH	درصد تفکیک	مولاریته
HA	a	۷/۲٪	b
HB	$a+1$	۱/۸٪	x

- (۱) $0/3$ (۲) $0/6$

- (۳) $0/4$ (۴) $0/5$

۱۱. اگر pH محلول اسید ضعیف HA که در هر میلی لیتر آن 2.5×10^{-7} مول از آن وجود دارد، برابر ۵ باشد، درصد تفکیک یونی آن در شرایط آزمایش کدام است؟ (ریاضی ۹۵)

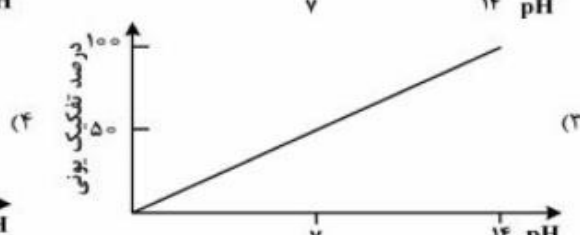
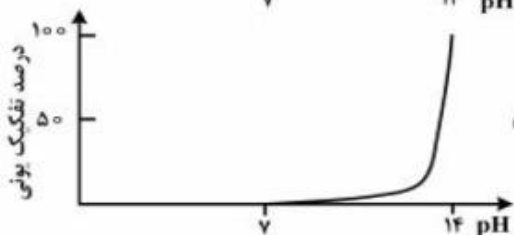
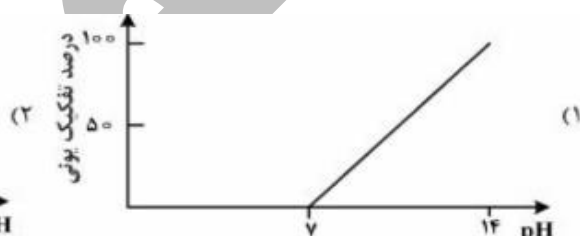
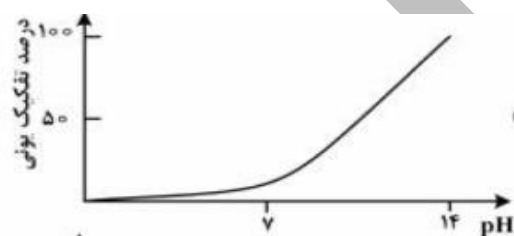
۲ (۴)

۴ (۳)

۰/۰۲ (۲)

۰/۰۴ (۱)

۱۲. نمودار وابستگی pH محلول یک مولار باز BOH نسبت به درصد تفکیک آن، به کدام صورت است؟ (تجربی ۹۵)



۱۳. اگر درصد یونش یک محلول اتانویک اسید برابر ۲ درصد و pH آن برابر ۲/۷ باشد، ۲۵ میلی لیتر از آن با چند میلی لیتر محلول ۰/۰۵ مولار آمونیاک واکنش می‌دهد؟ (ریاضی ۸۶)

۵۰ (۴)

۲۵ (۳)

۲۰ (۲)

۱۵ (۱)

۱۴. اگر ۴۰ میلی لیتر محلول ۰/۰۲۵ مولار اسید چند ظرفیتی H_nA با ۷۵ میلی لیتر محلول ۰/۰۲ مولار یک باز دو ظرفیتی $M(OH)_2$ خنثی شود، n کدام است؟ (ریاضی ۸۸).

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۱۵. چند میلی لیتر از محلول اسید HA با درصد تفکیک ۵ درصد و $pH = ۳$ ، می تواند با ۱۰ میلی لیتر از محلول ۰/۱ مولار پتاسیم هیدروکسید واکنش دهد؟ (ریاضی ۸۹/فاز ۱)

۵۰ (۴)

۴۰ (۳)

۲۵ (۲)

۲۰ (۱)

۱۶. چند میلی لیتر محلول پتاسیم هیدروکسید با $pH = ۱۳$ برای واکنش کامل با ۲۵ میلی لیتر محلول 0.4 molL^{-1} سولفوریک اسید نیاز است؟ (ریاضی ۹۲)

۲۵۰ (۴)

۲۰۰ (۳)

۱۰۰ (۲)

۵۰ (۱)

۱۷. اگر نسبت غلظت مولاریون هیدروکسید به یون هیدرونیوم در یک محلول باز قوی برابر 10^{10} باشد، برای خنثی کردن ۱۰۰ ml از این محلول، چند مول HCl نیاز است؟ (ریاضی ۴۶).

$$5 \times 10^{-3} \text{ (۴)}$$

$$10^{-3} \text{ (۳)}$$

$$5 \times 10^{-2} \text{ (۲)}$$

$$10^{-2} \text{ (۱)}$$

۱۸. اگر pH محلول ضعیف HA برابر ۳/۴ و درصد یونش آن برابر ۲/۵٪ باشد، غلظت مولار آن، کدام است و ۲۰۰ میلی لیتر از آن، چند مول سدیم هیدروکسید را خنثی می‌کند؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید، $\log 0.4 \approx -0.4$) (تجربی ۴۶).

$$3.2 \times 10^{-3} - 1.4 \times 10^{-2} \text{ (۲)}$$

$$1.6 \times 10^{-3} - 1.4 \times 10^{-2} \text{ (۱)}$$

$$3.2 \times 10^{-3} - 1.6 \times 10^{-2} \text{ (۴)}$$

$$1.6 \times 10^{-3} - 1.6 \times 10^{-2} \text{ (۳)}$$

۱۹. اگر pH محلولی از یک اسید HA با درصد تفکیک یونی ۱۰٪، برابر ۴ باشد، ۵۰ mL از آن با چند میلی گرم سدیم هیدروژن کربنات ۸۰ درصد خالص واکنش می‌دهد؟ (ریاضی ۸۸).

($H=1$, $C=12$, $O=16$, $Na=23$: $g \cdot mol^{-1}$)

۸/۲۵ (۴)

۴/۲ (۳)

۵/۲۵ (۲)

۲/۴ (۱)

۲۰. اگر در ۲۰۰ mL از محلول سدیم هیدروکسید، ۸۰ میلی گرم از آن به صورت حل شده وجود داشته باشد، pH این محلول برابر با $[OH^-]$ در آن، برابر $[H^+]$ است و ۱۰ mL آن می‌تواند محلول 0.002 molL^{-1} هیدروکلریک اسید را خنثی کند. ($H=1$, $O=16$, $Na=23$) (ریاضی ۴۰)

خارج

۴۰ - 10^{-10} - ۱۲/۷ (۲)

۵۰ - 10^{-8} - ۱۲/۷ (۱)

۵۰ - 10^{-10} - ۱۲ (۴)

۴۰ - 10^{-8} - ۱۲ (۳)

۲۱. کدام گزینه درباره‌ی اسیدها و بازها نادرست است؟ (تجربی ۹۳ خارچ)

(۱) همفری دیوی، اکسیژن را عنصر اصلی سازنده‌ی اسیدها در نظر گرفته بود. (حذف شده است!)

(۲) مولکول آمونیاک با در برداشتن سه اتم هیدروژن، در آب خاصیت اسیدی ندارد.

(۳) با حل شدن ۰/۰۵ مول سدیم اکسید در یک لیتر آب، pH محلول به ۱۳ می‌رسد.

(۴) مولکول استیک اسید، تنها یک هیدروژن اسیدی در آب دارد و اسیدی ضعیف است.

۲۲. اگر ۱۱/۲ میلی لیتر گاز هیدروژن در شرایط STP در ۲۵ میلی لیتر آب حل شود، pH محلول به تقریب کدام

است و هر میلی لیتر از این محلول یا چند میلی گرم کلسیم کربنات واکنش کامل می‌دهد؟ (حجم محلول ثابت و

برابر حجم آب فرض شود). (ریاضی ۹۵ خارچ)

($C=12$, $O=16$, $Ca=40$: $g.mol^{-1}$)

(۴) ۱ ، ۱/۳

(۳) ۲ ، ۱/۳

(۲) ۲ ، ۱/۷

(۱) ۱ ، ۱/۷

۲۳. به ۱۰ میلی لیتر محلول ۲ مولار HCl آب مقطر اضافه می کنیم تا حجم آن به یک لیتر برسد، ۱۰۰ میلی لیتر از این محلول، با چند میلی گرم کلسیم کربنات خنثی می شود؟ (تقریبی ۹۵ خاز)

($H=1$, $C=12$, $O=16$, $Ca=40$: $g. mol^{-1}$)

۲۰۰ (۴)

۱۰۰ (۳)

۲۰ (۲)

۱۰ (۱)

۲۴. چند میلی گرم سدیم کربنات برای خنثی کردن پنج لیتر محلول اسید قوی با $pH = 5$ لازم است؟

($Na=23$, $C=12$, $O=16$: $g. mol^{-1}$)

(ریاضی ۹۶ خاز)

۱۰/۶ (۴)

۵/۳ (۳)

۴/۲۵ (۲)

۲/۶۵ (۱)

۲۵. اگر حجم یک نمونه‌ی محلول HCl با غلظت 0.1 mol L^{-1} ، با افزودن آب مقطر به آن، دو برابر شود، pH آن (ریاضی ۸۷)

- (۱) نصف می‌شود.
(۲) دو برابر می‌شود.
(۳) 0.30 واحد افزایش می‌یابد.
(۴) 0.20 واحد افزایش می‌یابد.

۲۶. اگر به حجم معینی از محلول 0.2 مولار سدیم هیدروکسید، همان حجم آب مقطر اضافه شود، pH آن از به می‌رسد که برابر pH محلول مولار آن است. (ریاضی ۸۹)

- (۱) $0.1 - 13 - 13/3$
(۲) $0.1 - 12/7 - 13/7$
(۳) $0.1 - 12/3 - 13/3$
(۴) $0.1 - 12/7 - 13/7$

۲۷. pH تقریبی محلول 0.1 mol L^{-1} اسید ضعیف HA با $K_a = 10^{-5}$ کدام است؟ (ریاضی ۹۱)

- (۱) ۴
(۲) ۳
(۳) ۲
(۴) ۵

۲۸. برای تهیه‌ی محلولی از یک اسید ضعیف HA با $K_a = 5 \times 10^{-5}$ که pH آن با pH محلول ۰/۱ مولار هیدروکلریک-اسید برابر باشد، مولاریته‌ی آن تقریباً باید چند برابر مولاریته محلول هیدروکلریک‌اسید باشد؟ (تقریبی ۴)

۲۰۰ (۴)

۱۰۰ (۳)

۵۰ (۲)

۴۰ (۱)

۲۹. اگر درصد یونش محلول یک مولار یک اسید ضعیف برابر ۱ درصد باشد، pK_a ی آن با تقریب کدام است؟ (تقریبی ۴۰)

فاز (۴)

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۳۱. کدام گزینه درست است؟ (تقریبی ۴۳ خارج)

(۱) متیل سرخ، در محلول بازی رنگ قرمز دارد. (حذف)

(۲) در محلولی با $\text{pH} = 4/7$ ، غلظت یون $\text{OH}^-(\text{aq})$ برابر 2×10^{-9} مول بر لیتر است.

(۳) غلظت تقریبی یون $\text{H}^+(\text{aq})$ در محلول ۰/۲ مولار HOBr با $K_a = 2 \times 10^{-9}$ برابر 2×10^{-4} مول بر لیتر است.

(۴) در واکنش: $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{HSO}_4^-(\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})$ یون استات، نقش باز لوری-برونستد را دارد. (حذف)

۳۲. pH محلول ۰/۱ مولار یک اسید ضعیف ($K_a = 10^{-3}$) به تقریب کدام است و اگر ۰/۱ مول نمک سدیم جامد آن به ۱۰۰ mL از این محلول اضافه شود، pH آن به کدام عدد نزدیک می‌شود؟ (تقریبی ۹۴)

(قسمت دوم حذف)

۳ - ۲ (۴)

۵ - ۲ (۳)

۵ - ۳ (۲)

۳ - ۳ (۱)

۳۳- اگر درصد یونش یک باز ضعیف BOH در محلول آن، برابر ۱ درصد باشد، pK_b این باز و pH تقریبی محلول به ترتیب از راست به چپ کدام اند؟ (ریاضی ۹۲ خارج)

۱۲ - ۲ (۴)

۱۰ - ۲ (۳)

۱۲ - ۲ (۲)

۴ - ۱۰ (۱)

۳۴- ۱۰۰ mL محلول ۰/۵ مولار اسید HA ($K_a = 5 \times 10^{-3}$) تهیه شده است. pH این محلول به تقریب کدام است و برای خنثی کردن کامل آن، چند گرم سدیم هیدروکسید لازم است؟ (تجربی ۹۲ خارج) ($\text{NaOH} = 40 \text{ g.mol}^{-1}$)

(۱) ۱ - ۲/۶ (۲) ۲ - ۲/۶ (۳) ۱ - ۱/۳ (۴) ۲ - ۱/۳

۳۶. اگر مقدار α برای اسید HA برابر ۱۰٪ باشد، pH محلول چند مولار آن، برابر ۳ است و مقدار K_a آن با یکای mol. L^{-1} به تقریب کدام است؟ (ریاضی ۹۶)

(۱) $1/11 \times 10^{-6} - 9 \times 10^{-3}$ (۲) $1/11 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-2}$
(۳) $1/11 \times 10^{-4} - 9 \times 10^{-3}$ (۴) $1/11 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-2}$

۳۷. چند مول NaOH (s) باید به ۱۰ لیتر محلول اسید قوی HA با $\text{pH} = 3$ اضافه شود تا کاملاً خنثی شود؟ (ریاضی ۹۴ خارج)

(۱) ۰/۰۱ (۲) ۰/۱ (۳) ۰/۰۵ (۴) ۰/۵

۳۸. به تقریب چند گرم از باز ضعیف $\text{BOH(s)} (M = 80 \text{ g. mol}^{-1})$ با درصد تفکیک ۲ درصد باید به ۲۵۰ mL آب اضافه شود تا محلولی با $\text{pH} = 11$ به دست آید؟ (ریاضی ۹۳)

(۴) ۸

(۳) ۴

(۲) ۲

(۱) ۱

۳۹. بر اثر حل شدن چند مول از یک اسید HA که K_a آن برابر یک است، در یک لیتر آب مقطر، pH محلول به صفر می‌رسد؟ (تئوری ۹۳)

(۴) ۴

(۳) ۳

(۲) ۲

(۱) ۱

۴۷. یک نوع ماهی می‌تواند در pH بین ۶ تا ۸ زنده بماند. اگر حجم آب آکواریوم نگهداری این ماهی، ۲۰L بوده و در حالت خنثی باشد، افزودن کدام مورد، سبب مرگ ماهی می‌شود؟ (ریاضی ۹۷)

- (۱) ۰/۱ مول آلومینیوم اکسید $Al_2O_3(s)$
- (۲) ۱۰۰ میلی لیتر محلول 10^{-4} مولار هیدروکلریک اسید
- (۳) ۱۰۰ میلی لیتر محلول ۰/۰۱ مولار سدیم هیدروکسید
- (۴) ۵۰ میلی لیتر محلول $10^{-3} \times 8$ مولار سدیم استات ($K_b = 6 \times 10^{-10}$)

۴۸. با افزودن ۱۰ میلی لیتر از محلول یک ترکیب با خاصیت اسیدی قوی (HA) به ۹۰ میلی لیتر آب مقطر، pH محلول به ۲ کاهش می‌یابد. برای خنثی شدن کامل هر لیتر از محلول غلیظ اولیه این ترکیب اسیدی، چند گرم NaOH (s) لازم است؟ ($H = 1.0 = 16. Na = 23: g. mol^{-1}$) (تجربی ۹۷)

۴۰ (۴)

۱۰ (۳)

۴ (۲)

۱ (۱)

۴۹. اغلب فلزها با محلول اسیدها واکنش می‌دهند و گاز آزاد می‌کنند. تفاوت سرعت این واکنش با یک فلز معین در دما و غلظت یکسان اسیدها، تابع اسید است. بنابراین، سرعت واکنش دو قطعه مشابه آهنی در دو ظرف جداگانه که یکی دارای محلول یک مولار HBr و دیگری دارای محلول یک مولار HCl (با حجم یکسان) باشد، است. (ریاضی ۹۷ فارغ)

- (۱) اکسیژن - ظرفیت - به تقریب یکسان
- (۲) هیدروژن - قدرت - به تقریب یکسان
- (۳) اکسیژن - قدرت - به طور چشم‌گیری متفاوت
- (۴) هیدروژن - ظرفیت - به طور چشم‌گیری متفاوت

تست های اختیای:

(برای رسیدن به تسلط بیشتر در صورتی که زمان داشته باشید):

۳۰. pH محلول 0.2 mol. L^{-1} اسید ضعیف HA که pK_a آن برابر ۱ است، کدام است؟ (تقریبی ۴)

۱/۷ (۴)

۱/۲۵ (۳)

۱ (۲)

۰/۷ (۱)

۳۵. اگر pH دو محلول جداگانه از اتانویک اسید ($K_a \approx 2 \times 10^{-5}$) و کلرواتانویک اسید ($K_a \approx 2 \times 10^{-3}$) برابر ۳ باشد، نسبت غلظت مولار محلول اسید قوی به غلظت مولار محلول اسید ضعیف، به ترتیب کدام است؟ (تقریبی ۴۵)

۰/۳ (۴)

۰/۱ (۳)

۰/۰۳ (۲)

۰/۰۱ (۱)

۴۰. محلول ۰/۱ مولار اسید ضعیف $\text{HA} (\text{pK}_a = 7)$ با اضافه کردن سدیم هیدروکسید جامد در حال خنثی شدن است. pH این محلول، از آغاز واکنش تا خنثی شدن ۵۰ درصد از مقدار اسید، به تقریب چند واحد تغییر می‌کند؟
 $(\log 7 = 0.85)$ (ریاضی ۹۲ فارغ)

۰/۱۵ (۴)

۰/۴ (۳)

۰/۲ (۲)

۰/۳ (۱)

۴۱. pH دو لیتر محلول هیدروکلریک اسید ۰/۰۱ مولار، با افزودن چند گرم پتاسیم هیدروکسید $(M = 56 \text{ g. mol}^{-1})$ به تقریب دو برابر می‌شود؟ (ریاضی ۹۳)

۱/۱۱ (۴)

۱/۰۰ (۳)

۰/۵۵ (۲)

۰/۵ (۱)

۴۲. در صورتی که ۱ mL از محلول غلیظ اسید قوی HA با چگالی $2/5 \text{ g. mL}^{-1}$ تا ۱۰۰ mL رقیق و به آن $0/16 \text{ g}$ سدیم هیدروکسید افزوده شود، محلولی با $\text{pH} = 2$ حاصل می‌شود. درصد جرمی محلول اسید اولیه کدام است؟
(تقریبی ۹۳) ($M_{\text{NaOH}} = 40$, $M_{\text{HA}} = 150 : \text{g. mol}^{-1}$)

- (۱) ۶ (۲) ۲۴ (۳) ۳۰ (۴) ۳۶

۴۳. اگر به ۲۵ میلی لیتر محلول $0/02$ مولار هیدرولیک اسید، ۲۵ میلی لیتر محلول با غلظت ۳۴ گرم بر لیتر نقره نیترات اضافه شود، در پایان واکنش، pH محلول کدام است و محلول به دست آمده با چند میلی گرم سدیم هیدروکسید خنثی شود؟ (رسوب خصلت اسیدی ندارد: ($\text{NaOH} = 40 \text{ g. mol}^{-1}$) (تقریبی ۹۵)

- (۱) ۴۰، ۳ (۲) ۴۰، ۲ (۳) ۲۰، ۳ (۴) ۲۰، ۲

۴۴. با افزودن یک میلی لیتر محلول ۱۰ مولار هیدروکلریک اسید به یک لیتر آب خالص، غلظت تقریبی محلول به دست آمده با یکای ppm و رنگ تورنسل در این محلول، کدام است؟ (ریاضی ۹۶) ($\text{HCl} = 36.5 \text{ g.mol}^{-1}$)

- (۱) ۳۶۵، آبی (۲) ۳۶۵، سرخ (۳) ۳۶/۵، آبی (۴) ۳۶/۵، سرخ

۴۵. چند گرم تری کلرواتانوییک اسید ($K_a \approx 2/5 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$) را باید در یک لیتر آب حل کرد تا pH محلول به ۱ برسد؟ ($\text{Cl} = 35.5$ ، $\text{O} = 16$ ، $\text{C} = 12$ ، $\text{H} = 1$: g.mol^{-1}) (تجربی ۹۶)

- (۱) ۶/۵۴ (۲) ۸/۱۷ (۳) ۱۶/۳۵ (۴) ۲۲/۸۹

۴۶. مقدار K_a اسید HA برابر $2 \times 10^{-5} \text{ mol. L}^{-1}$ است. اگر یک مول HA در یک لیتر محلول HCl با $\text{pH} = 1$ حل شود، $[A^-]$ به تقریب، به چند مول بر لیتر می‌رسد؟ (تقریبی ۴۶ فارغ)

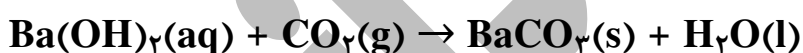
- (۱) 2×10^{-4} (۲) $4/5 \times 10^{-2}$ (۳) 2×10^{-3} (۴) $4/5 \times 10^{-2}$

اگر از انحلال ۰/۲۵۸ گرم از اسید آلی (AH) در ۱۰۰ میلی لیتر آب، محلولی با $\text{pH} = ۲$ به دست آید، جرم مولی این اسید چند گرم است؟ (از تغییر حجم محلول چشم پوشی شود، $K_a = ۱۰^{-۲}$) (تقریبی ۹۹)

(۱) ۱۷۲ (۲) ۱۲۹ (۳) ۹۶ (۴) ۶۴

۲ لیتر مخلوط گازی دارای CO_2 را از درون ۵۰ میلی لیتر محلول ۰/۰۰۵ مولار Ba(OH)_2 عبور میدهم. اگر باقی مانده باز در محلول، با ۲۳/۶ میلی لیتر محلول ۰/۰۱ مولار HCl خنثی شود، غلظت CO_2 در مخلوط گازی، به تقریب چند میلی گرم بر لیتر است؟ (تقریبی ۹۹)

(گازهای دیگر مخلوط با باز واکنش نمیدهند.) ($\text{C} = ۱۲$, $\text{O} = ۱۶$: g.mol^{-1})



(۱) ۶/۶

(۲) ۳/۸

(۳) ۲/۹

(۴) ۲/۳

اگر pH محلول اسید HA ($\alpha=0.2$)، برابر $1/4$ باشد، در 200 میلی لیتر از آن، چند مول اسید وجود دارد و این محلول با چند گرم سدیم هیدروژن کربنات با خلوص 80 درصد واکنش میدهد؟ (تقریبی ۹۹)

($H=1$, $C=12$, $O=16$, $Na=23$: $g.mol^{-1}$)

(۱) $3/36$, $0/04$ (۲) $4/20$, $0/02$ (۳) $3/36$, $0/02$ (۴) $4/20$, $0/04$

HX و HY دو اسید ضعیف اند. اگر 18 گرم از اولی و 10 گرم از دومی را در دو ظرف جداگانه دارای دو لیتر آب حل کنیم، pH دو محلول، برابر می شود. چند مورد از مطالب زیر درباره آنها درست است؟ (تقریبی ۹۹)

($HX=60$, $HY=50$: $g.mol^{-1}$)

- شمار یون های موجود در دو محلول، برابر است.
- شمار گونه های موجود در دو محلول، نابرابر است.
- K_a اسید HX بزرگ تر از K_a اسید HY است.
- درجه یونش اسید HY، $1/4$ برابر درجه یونش اسید HX است.
- درجه یونش اسید HX، به تقریب نصف درجه یونش اسید HY است.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

کدام اکسیدها، اسید آرنیوس به شمار می آیند و محلول کدام یک از آن ها در آب، اسید قوی تری است؟

(تجربی ۱۴۰۰)

- a) K_2O b) CO_2 c) SO_2 d) BaO

(۱) d - d , a

(۲) a - d , a

(۳) b - c , b

(۴) c - c , b


کدام مطلب نادرست است؟ (تجربی ۱۴۰۰)

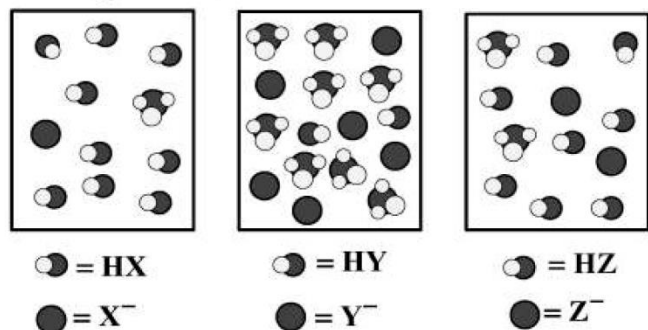
(۱) درصد یونش اسید ضعیف HA با افزایش غلظت آن در آب کاهش می یابد.

(۲) $[OH^-]$ در محلول یک اسید ضعیف می تواند برابر $[H_3O^+]$ در محلول یک باز ضعیف باشد.

(۳) اگر درصد یونش باز بسیار قوی YOH دو برابر درصد یونش اسید HX باشد، pH محلول یک مولار اسید برابر ۳ است.

(۴) اگر برای محلول ۳ مولار یک اسید، pH در گستره صفر تا ۷ قرار بگیرد آن اسید از هیدروبرومیک اسید ضعیف تر است.



$$= \text{H}_3\text{O}^+$$


* اگر HX هیدروسیانیک اسید باشد، HZ می تواند هیدروفلوئوریک اسید باشد.

5 (4) 4 (3) 3 (2) 2 (1)

۱۰ - ۰/۰۵ (۴)

تفاوت شمار مولکول‌ها در محلول کدام سه اسید در آب (با حجم و غلظت مولی اولیه برابر و دمای یکسان) با یکدیگر بیشتر است؟ (تقریبی تیر ۱۴۰۱)

(۱) HCN , HBr , H_2CO_3

(۲) HOBr , HNO_3 , H_2SO_4

(۳) HCOOH , HNO_2 , $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$

(۴) CH_3COOH , $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$, HCl

ترکیب	K_a
$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$	$10^{-5} \times 6/5$
$\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$	$10^{-4} \times 1/4$
H_2CO_3	$10^{-7} \times 4/3$
HOBr	$10^{-9} \times 2$
CH_3COOH	$10^{-5} \times 1/8$

اگر غلظت مولار یک نمونه محلول استیک اسید (محلول I) و یک نمونه محلول نیتریک اسید (محلول II) با دمای یکسان برابر باشد، کدام مطلب درست است؟ (تقریبی تیر ۱۴۰۱)

(۱) غلظت یون‌ها و مولکول‌ها در محلول I، بیشتر از غلظت آن‌ها در محلول II است.

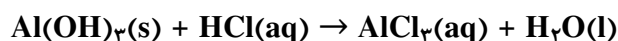
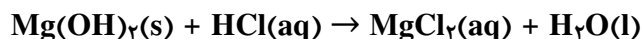
(۲) با افزایش دمای دو محلول به یک اندازه، pH دو محلول نیز به یک اندازه تغییر می‌کند.

(۳) اگر دمای دو محلول به یک اندازه بالا رود، تفاوت غلظت یون‌های موجود در دو محلول کاهش می‌یابد.

(۴) اگر غلظت اسید در یکی از محلول‌ها افزایش یابد، ثابت تعادل و درصد یونش دو محلول به یکدیگر نزدیکتر می‌شود.

۵۰ میلی لیتر از یک شربت ضداسید، دارای ۱/۱۶ میلی گرم منیزیم هیدروکسید و ۳/۹۰ میلی گرم آلومینیم هیدروکسید است. این ضداسید چند میلی لیتر شیر معده با $\text{pH}=۱/۷$ را خنثی می کند؟

(g.mol^{-1} : $\text{Al}=۲۷$, $\text{Mg}=۲۴$, $\text{O}=۱۶$, $\text{H}=۱$) (تقریبی تیر ۱۴۰۱)



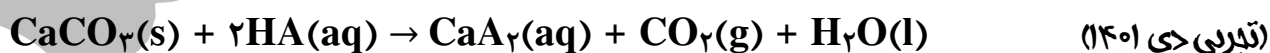
(۱) ۷

(۲) ۹/۵

(۳) ۱۴

(۴) ۱۷/۵

در دمای اتاق، pH محلول ۰/۰۵ مولار اسید ضعیف HA ، ۷/۳ واحد از pH محلول ۰/۰۰۱ مولار باریم هیدروکسید (باز قوی کوچک تر است. ثابت یونش این اسید در این دما، به تقریب کدام است و ۱۰۰ میلی لیتر محلول اسید با چند گرم کلسیم کربنات واکنش کامل می دهد؟ (g.mol^{-1} : $\text{Ca}=۴۰$, $\text{O}=۱۶$, $\text{C}=۱۲$))



(۱) $۱۰^{-۷} \times ۸ - ۵/۰$

(۲) $۱۰^{-۷} \times ۲ - ۵/۰$

(۳) $۱۰^{-۷} \times ۸ - ۲۵/۰$

(۴) $۱۰^{-۷} \times ۲ - ۲۵/۰$

اگر به محلول ۰/۰۰۲ مولار یک اسید قوی تک پروتون دار، ۹ برابر حجم آن آب مقطر اضافه شود، pH آن چند واحد تغییر می‌کند و درصد یونش محلول ۰/۰۰۱ مولار اسید ضعیف HA باید کدام عدد باشد تا pH آن با pH

نهایی اسید قوی برابر شود؟ (تقریبی) (۱۴۰۱)

(۱) ۲۰ - ۱ (۲) ۱/۵ - ۲۰ (۳) ۱ - ۴ (۴) ۱/۵ - ۴