

آزمون حضوری
شماره دوازده



رشته ریاضی
پایه دوازدهم

مرورنامه شب آزمون خیلی سبز

نام درس	مباحث	از صفحه	تا صفحه
حسابان	علیرضا نصرالهی	۲	۲
هندسه	علیرضا نصرالهی	۳	۳
گسسته	احمد رضا رسولی	۴	۴
فیزیک	نوید شاهی	۵	۱۰
شیمی	سروش عبادی	۱۱	۲۲



حسابان ۲

$$f'(x_0) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x_0 + h) - f(x_0)}{h} \quad \text{تعریف مشتق}$$

شرط مشتق پذیری: (۱) پیوستگی (۲) برابری مشتق چپ و راست

$$f'(u^n)' = nu'u^{n-1} \quad \text{مشتق توابع}$$

$$\sin(u)' = u' \cos u$$

$$\cos(u)' = -u' \sin u$$

$$\tan(u)' = u' (1 + \tan^2 u)$$

$$\cot(u)' = -u' (1 + \cot^2 u)$$

$$(f \circ g)'(x) = g'(x) \cdot f'(g(x)) \quad \text{مشتق تابع مرکب}$$

$$(f \pm g)'(x) = f'(x) \pm g'(x) \quad \text{قوانین مشتق}$$

$$f \cdot g(x) = f'(x)g(x) + g'(x)f(x)$$

$$\frac{f}{g}(x) = \frac{f'(x)g(x) - g'(x)f(x)}{g(x)^2} \quad \text{و } g(x) \neq 0$$

$$\frac{f(u+h) - f(u)}{h} \quad \text{متوسط}$$

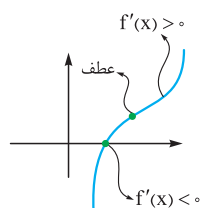
$$\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(u+h) - f(u)}{h} = f'(u) \quad \text{لحظه‌ای}$$

آهنگ تغییر

$$\forall x \in (a, b), f'(x) > 0 \rightarrow \text{صعودی}$$

$$\forall x \in (a, b), f'(x) < 0 \rightarrow \text{نزولی}$$

اکسترمم‌ها و توابع صعودی و نزولی:



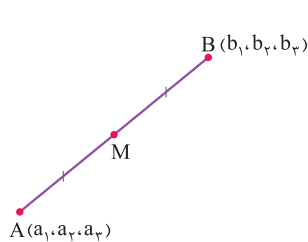
کاربرد مشتق

جهت تقعر و نقطه عطف:

رسم نمودار تابع

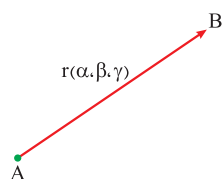


هندسه



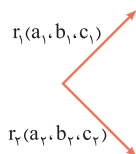
فاصله دو نقطه: $|AB| = \sqrt{(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 + (a_3 - b_3)^2}$

مختصات وسط پاره خط: $M = \left(\frac{a_1 + b_1}{2}, \frac{a_2 + b_2}{2}, \frac{a_3 + b_3}{2} \right)$ فضای $\mathbb{R}^3$



مختصات بردار: $\vec{r} = B - A$

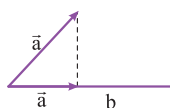
اندازه بردار: $|\vec{r}| = \sqrt{\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2}$ بردارها در سه بعد



مجموع دو بردار: $\vec{r}_1 + \vec{r}_2 = (a_1 + a_2, b_1 + b_2, c_1 + c_2)$

ضرب داخلی: $\vec{a} \cdot \vec{b} = a_1 b_1 + a_2 b_2 + a_3 b_3$

$\vec{a} \cdot \vec{b} = |\vec{a}| |\vec{b}| \cos \theta$

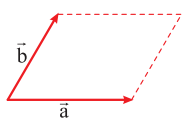


تصویر قائم بردار $\vec{a}$ بر بردار $\vec{b}$: $\vec{a}' = \frac{\vec{a} \cdot \vec{b}}{|\vec{b}|^2} \vec{b}$ ضرب داخلی دو بردار

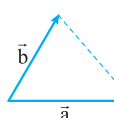
کوشی - شواترز: $\vec{a} \cdot \vec{b} \leq |\vec{a}| |\vec{b}|$

مختصاتی: $\vec{a} \times \vec{b} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \end{vmatrix}$

اندازه: $|\vec{a} \times \vec{b}| = |\vec{a}| |\vec{b}| \sin \theta$ ضرب خارجی دو بردار



$S = |\vec{a} \times \vec{b}|$



مساحت: $S' = \frac{1}{2} |\vec{a} \times \vec{b}|$

حجم متوازی السطوح: $V = \vec{a} \cdot (\vec{b} \times \vec{c}) = \begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \\ c_1 & c_2 & c_3 \end{vmatrix}$



گسست

– مباحثی در ترکیبات –

یادآوری تعاریف:

$$(n)_r = \frac{n!}{(n-r)!} \quad \binom{n}{r} = \frac{n!}{r!(n-r)!}$$

قضیه جایگشت با تکرار:

اگر n شیء مفروض به طوری که n_1 تای آن‌ها از نوع اول و یکسان، n_2 تای آن‌ها از نوع دوم و یکسان و... و n_k تای آن‌ها از نوع k ام و یکسان باشند، در این صورت تعداد کل جایگشت‌های اشیاء برابر است با:

$$\frac{n!}{n_1! \times n_2! \times \dots \times n_k!}$$

$$\binom{n+k-1}{k-1}$$

تعداد جواب‌های صحیح و نامنفی معادله $x_1 + x_2 + \dots + x_k = n$ برابر است با:

تعریف:

یک جدول مربعی از اعداد 1 و 2 ... n به شکل یک مربع $n \times n$ که سطرها و ستون‌های آن با اعداد 1 و 2 ... n پر شده باشد و در هیچ سطر آن و نیز در هیچ ستون آن عدد تکراری وجود نداشته باشد، مربع لاتین می‌نامیم.

دو مربع لاتین متعامد:

فرض کنید A و B دو مربع لاتین هم‌مرتبه باشند، به طوری که از کنار هم قرار گرفتن درایه‌های نظیر از این دو مربع، مربع جدیدی از همان مرتبه حاصل شود که هر خانه حاوی یک عدد دورقمی است که تمام رقم‌های سمت چپ مربوط به مربع A و تمام رقم‌های سمت راست مربوط به مربع B است (و یا بر عکس)؛ در این صورت گوییم دو مربع لاتین A و B متعامدند. هرگاه هیچ‌یک از اعداد دورقمی موجود در خانه‌های مربع جدید تکرار نشده باشند.

مثالی از دو مربع لاتین و متعامد A و B :

$$A = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 2 & 3 & 4 & 1 \\ \hline 3 & 2 & 1 & 4 \\ \hline 4 & 1 & 2 & 3 \\ \hline 1 & 4 & 2 & 3 \\ \hline \end{array}$$

$$B = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 2 & 3 & 4 & 1 \\ \hline 4 & 1 & 2 & 3 \\ \hline 1 & 4 & 3 & 2 \\ \hline 3 & 2 & 1 & 4 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 22 & 33 & 44 & 11 \\ \hline 34 & 31 & 12 & 43 \\ \hline 41 & 14 & 23 & 32 \\ \hline 13 & 42 & 31 & 24 \\ \hline \end{array}$$

روش‌هایی برای شمارش:

اصل شمول و عدم شمول: اگر A و B دو مجموعه متناهی باشند، آن‌گاه داریم:

$$|A \cup B| = |A| + |B| - |A \cap B|$$

نتیجه اصل شمول و عدم شمول: اگر A و B زیرمجموعه‌های S باشند، داریم:

$$|S| - |A \cup B| = |S| - |A| - |B| + |A \cap B|$$

اصل شمول برای سه مجموعه:

$$|A \cup B \cup C| = |A| + |B| + |C| - |A \cap B| - |A \cap C| - |B \cap C| + |A \cap B \cap C|$$

اصل لانه کبوتری:

اگر m کبوتر و n لانه داشته باشیم، $m > n$ و همه کبوترها درون لانه‌ها قرار بگیرند، در این صورت لانه‌ای وجود دارد که حداقل ۲ کبوتر در آن قرار دارد.

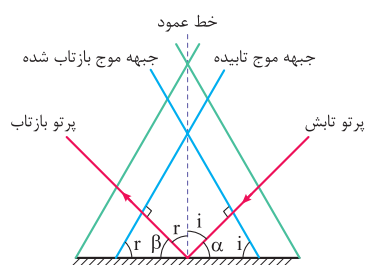
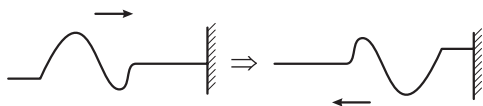
تعمیم اصل لانه کبوتری:

اگر $(kn + 1)$ کبوتر یا بیشتر در n لانه قرار بگیرند، در این صورت لانه‌ای وجود دارد که حداقل $(k + 1)$ کبوتر در آن قرار گرفته است.

فیزیک

برهم کنش های موج -

بازتاب در یک بعد: موج را نسبت به محور افقی و قائم قرینه می کنیم:



$$\alpha = \beta, i = r$$

قانون بازتاب عمومی: زاویه جبهه موج تابش با سطح: i

زاویه جبهه موج بازتاب با سطح: r

بازتاب موج ← برای هر موج و هر سطحی برقرار است.

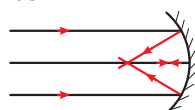
انواع بازتاب:
 منظم (آینه ای): پرتوهای بازتاب موازی اند ← سطح هموار ← $\lambda >$ ابعاد ناهمواری
 نامنظم (پخشنده): پرتوهای بازتاب موازی نیستند ← سطح ناهموار ← $\lambda <$ ابعاد ناهمواری
 در هر دو $i = r$

زاویه انحراف در یک بازتاب: $D = 180^\circ - 2i$ ، زاویه بین جبهه های موج تابش و بازتاب $2i$ یا $180^\circ - 2i$

$\alpha \leq 90^\circ$ (زاویه بین دو آینه) $D = 2\alpha$

زاویه انحراف در دو بازتاب از دو آینه متقاطع $\alpha > 90^\circ$ (زاویه بین دو آینه) $D = 360^\circ - 2\alpha$

زاویه انحراف به زاویه تابش به آینه اول بستگی ندارد.



بازتاب از سطوح کروی

پژواک: بازتاب صوت از یک سطح ← نکته: حداقل زمان برای متمایز شنیدن پژواک $= 1/10$ ثانیه

مرورنامه شب آزمون



با تغییر محیط: v و λ عوض می‌شود، f خیر $\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{v_2}{v_1}$

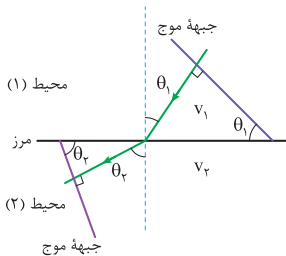
$$\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{v_2}{v_1}$$

و $D = |\theta_1 - \theta_2|$ زاویه انحراف

θ_1 : زاویه پرتو با خط عمود یا جبهه با مرز در محیط (۱)

θ_2 : زاویه پرتو با خط عمود یا جبهه با مرز در محیط (۲)

صوت در آب نسبت به هوا سرعت بیشتری دارند. امواج الکترومغناطیسی بالعکس!



قانون شکست
عمومی

$$v_2 > v_1 \rightarrow \theta_2 > \theta_1, \lambda_2 > \lambda_1$$

$$v_2 < v_1 \rightarrow \theta_2 < \theta_1, \lambda_2 < \lambda_1$$

$n = \frac{c}{v}$ ، محیط غلیظ‌تر، ضریب شکست بیشتر، سرعت کمتر

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$$

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

قانون شکست اسنل:

شکست موج

ضریب شکست

- ↑ دما:
- ↓ چگالی هوا:
- ↓ ضریب شکست هوا:
- ↑ تندی نور:
- ↑ طول موج نور:

پرتو نور خورشید با نزدیک شدن به زمین منحرف شده و بالا می‌رود.

سراب

ضریب شکست خلأ برای تمام رنگ‌ها برابر یک است.

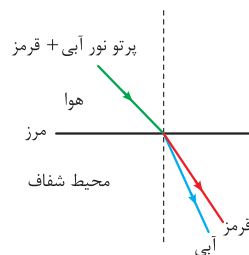
قرمز کم‌ترین ضریب شکست و کم‌ترین انحراف

بنفش n $>$ آبی n $>$ سبز n $>$ زرد n $>$ نارنجی n $>$ قرمز n

سایر محیط‌ها: طول موج بیشتر، ضریب شکست کمتر

به دلیل متفاوت بودن ضریب شکست، نور می‌پاشد.

پاشندگی



شکل مهم:



پراکندگی موج به اطراف هنگام عبور از شکاف یا مانع
پراش موج ← هر چه ابعاد مانع یا شکاف به λ نزدیک تر ← پراش بیشتر

انواع تداخل
تداخل سازنده: دو موج هم فاز (هر دو برآمده یا هر دو فرورفته)
تداخل ویرانگر: دو موج در فاز مخالف (یکی برآمده، یکی فرورفته)

تداخل سه موج مهم
امواج سطحی آب: سازنده: دانه زیاد، ویرانگر: دامنه تقریباً صفر
امواج صوتی: سازنده: صدای بلند (L)، ویرانگر: صدای ضعیف (S)
فاصله L و S با λ متناسب است.
امواج نوری (آزمایش ینگ: سازنده: نوار روشن، ویرانگر: نوار تاریک)
پهنای هر نوار یا فاصله نوارها متناسب با λ است.

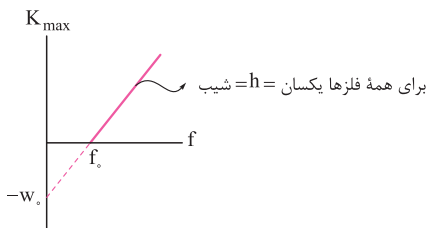
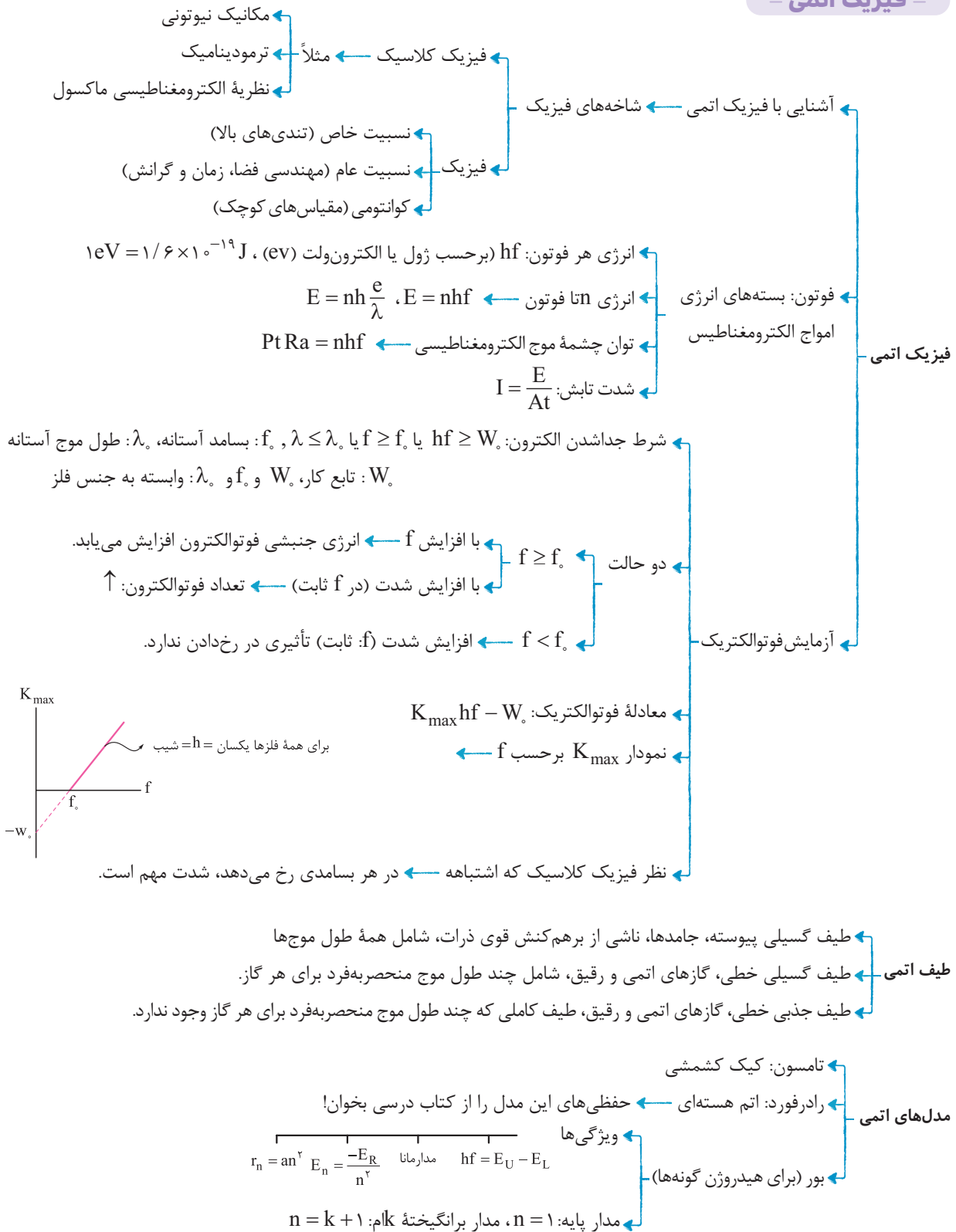
بسامد هماهنگ: $f_n = \frac{nv}{2\ell}$ ، طول موج هماهنگ: $\lambda_n = \frac{2\ell}{n}$
n: شماره هماهنگ، n = تعداد شکم، n + 1 = تعداد گره

امواج ایستاده
گره: انرژی صفر، تداخل ویرانگر، بدون نوسان
شکم: انرژی MAX، تداخل سازنده، نوسان با دامنه MAX
بین دو گره متوالی نوسان نقاط مثل هم است.

$f_n = nf_1$ ، f_1 : بسامد اصلی، $f_{n+1} - f_n = f_1$
برای صوت در لوله های صوتی هم رخ می دهد ← طول لوله بیشتر، بسامد اصلی کمتر و صدای بم تر
گره: نقاط سرد
برای امواج الکترومغناطیس هم رخ می دهد ← شکم: نقاط گرم



- فیزیک اتمی -





مرونامه شب آزمون

فیزیک

رابطه: $\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right)$

رشته‌ها براساس مدار مقصد

لیمان	بالر	پاشن	براکت	یفوند
$n' = 1$	$n' = 2$	$n' = 3$	$n' = 4$	$n' = 5$
فرابنفش	فرابنفش و نورمرئی	فروسرخ	فروسرخ	فروسرخ

معادله ریذبرگ

خط k ام رشته n' $n = n' + k$

$\left\{ \begin{array}{l} n = n' + 1 \leftarrow \text{بلندترین طول موج رشته} \\ n = \infty \leftarrow \text{کوتاه‌ترین طول موج رشته} \end{array} \right.$
 کوتاه‌ترین طول موج - بلندترین طول موج = گستره رشته

براساس گسیل القایی: (فوتون) $2 +$ اتم $\rightarrow$ اتم برانگیخته + فوتون

لیزر فوتون‌های هم‌بسامد، هم‌فاز و هم‌جهت

تراز شبه پایدار، وارونگی جمعیت (مطالعه از کتاب درسی)

مرونامه شب آزمون

دوازدهم ریاضی



فیزیک هسته‌ای -

نوکلئون: پروتون یا نوترون

تعداد پروتون: عدد اتمی (Z)، تعداد نوترون = عدد نوترونی (N)، تعداد نوکلئون = عدد جرمی (A)

$$A = Z + N$$

نمایش هسته: ${}_Z^AX_N$

N و A متفاوت، Z یکسان

ایزوتوپ

ویژگی‌های شیمیایی یکسان، ویژگی‌های فیزیکی وابسته به جرم متفاوت

ساختار هسته

نیروی هسته‌ای (جاذبه) بر نیروی الکتریکی پروتون‌ها (دافعه) موازنه می‌کند.

پایداری هسته: نیروی هسته به جرم و بار بستگی ندارد بین p و p یا n و n یا p و n یکسان است.



هسته پایدار سبک $N \approx Z$

هسته پایدار سنگین $N > Z$

تعریف: انرژی لازم برای جدا کردن الکترون‌ها از هم

انرژی بستگی: کاستی جرم هسته: اختلاف جرم هسته با مجموع جرم نوکلئون‌های آن

هسته

کاستی جرم: $\uparrow$ انرژی بستگی: $\uparrow$ پایداری: $\uparrow$

$$E = mc^2 \text{ رابطه اینشتین}$$

α : هسته هلیوم: ${}_2^4\alpha$

β^- : الکترون: ${}_{-1}^0\beta^-$

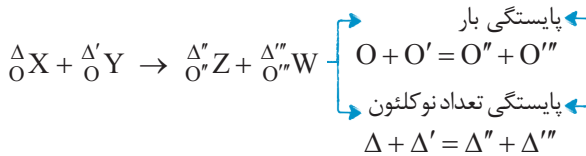
β^+ : پوزیترون: ${}_{+1}^0\beta^+$

γ : موج الکترومغناطیسی: γ : (بدون جرم و بدون بار)

نکات حفظی پرتوها را بخوان

انواع پرتوها

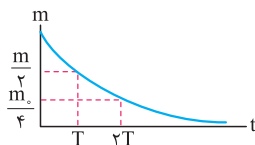
فیزیک هسته‌ای پرتوهای طبیعی



$$m \xrightarrow{T} \frac{m}{2} \xrightarrow{T} \frac{m}{4} \xrightarrow{T} \frac{m}{8} \xrightarrow{T} \frac{m}{16}$$

مفهوم به جرم مانده: m ، جرم واپاشی شده: m'

$$n = \frac{t}{T}, m = \frac{m_0}{2^n}, m' = m - m_0$$



نمودار:

$$100 \xrightarrow{T} 50 \xrightarrow{T} 25 \xrightarrow{T} 12.5 \xrightarrow{T} 6.25 \xrightarrow{T} 3.125$$

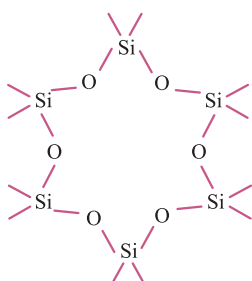
انواع واکنش هسته‌ای: شکافت هسته‌ای، گداخت هسته‌ای

از کتاب درسی بخوان!

فصل ۳: شیمی جلوه‌ای از هنر، زیبایی و ماندگاری

سیلیس (SiO_2)

- یکی از سازنده‌های اصلی بسیاری از سنگ‌ها، صخره‌ها و شن و ماسه است.
- فراوان‌ترین اکسید در پوسته جامد زمین به شمار می‌رود.
- کوآرتز از جمله نمونه‌های خالص و ماسه از جمله نمونه‌های ناخالص آن است.
- جزء جامدهای کووالانسی است؛ به همین دلیل دیرگداز بوده و سختی بالایی دارد.
- به دلیل داشتن خواص نوری ویژه، در ساخت منشورها و عدسی‌ها به کار می‌رود.
- در ساختار آن، فقط پیوندهای اشتراکی $\text{Si}-\text{O}$ وجود دارد.
- در ساختار آن هر اتم سیلیسیم به چهار اتم اکسیژن متصل است و اتم‌های سیلیسیم در آن با پل‌های $\text{Si}-\text{O}-\text{Si}$ به دیگر واحدها متصل می‌باشند.
- از حلقه‌های چندضلعی ساخته شده و در همه حلقه‌ها، شمار اتم‌های سیلیسیم با شمار اتم‌های اکسیژن برابر است.



- Si (شبه فلزی از خانواده کربن) در طبیعت به حالت خالص یافت نشده و به طور عمده به شکل سیلیس یافت می‌شود.
- سیلیسیم، رسانایی گرمایی بالا، ولی رسانایی الکتریکی اندکی دارد؛ براق، صیقلی و شکننده است و در اثر ضربه خرد می‌شود. این عنصر، عنصر اصلی سازنده سلول‌های خورشیدی است.
- از دو عنصر C و Si تاکنون یون تک‌اتمی مشاهده نشده است.
- مطابق شکل مقابل در ساختار سیلیس، هر اتم سیلیسیم با ۴ پیوند اشتراکی به ۴ اتم اکسیژن دیگر متصل است و هر اتم اکسیژن با دو پیوند اشتراکی به ۲ اتم سیلیسیم متصل است.
- با توجه به استحکام بیشتر پیوند $\text{Si}-\text{O}$ در مقایسه با پیوند $\text{Si}-\text{Si}$ ، سیلیسیم در طبیعت به صورت خالص یافت نشده و به طور عمده، به صورت سیلیس یافت می‌شود. میانگین آنتالپی پیوند: $\text{Si}-\text{O} > \text{Si}-\text{Si}$ ← پایداری: $\text{SiO}_2 > \text{Si}$



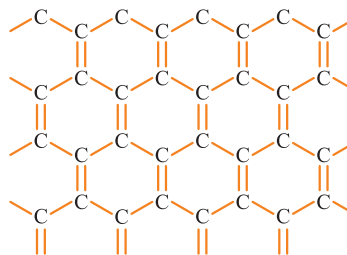
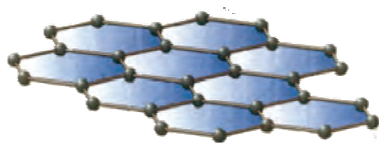
- دگرشکل (آلوتروپ) های کربن -

ویژگی	آلوتروپ	الماس	گرافیت
نماد و عنصر تشکیل دهنده	کربن	کربن	کربن
نوع جامد	کووالانسی سه بعدی	کووالانسی دو بعدی	کووالانسی دو بعدی
رنگ	شفاف	تیره	تیره
سختی یا نرمی	بسیار سخت	نرم	نرم
نقطه ذوب	بالا	بالا	بالا
رسانایی الکتریکی	ندارد	دارد	دارد
کاربردها	جواهرسازی، ساخت مته و ابزار برش شیشه	مغز مداد و الکتروود	اشتراکی
نوع پیوند میان اتم ها	اشتراکی	اشتراکی	اشتراکی
تعداد پیوندهای هر اتم کربن	۴	۴	۴
طول پیوند کربن - کربن	بلندتر	کوتاه تر	کوتاه تر
آنتالپی پیوند کربن - کربن	کم تر	بیشتر	بیشتر
شمار اتم های متصل شده به هر اتم کربن	۴	۳	۳
چگالی	بیشتر	کم تر	کم تر
پایداری	ناپایدارتر	پایدارتر	پایدارتر
قدرمطلق آنتالپی سوختن و ارزش سوختی	بیشتر	کم تر	کم تر
گرمای ویژه	کم تر	بیشتر	بیشتر

- گرافن -

۱) گرافن، تک لایه ای از گرافیت است که در آن، اتم های کربن با پیوندهای اشتراکی، حلقه های شش گوشه تشکیل داده اند. چنین ساختاری با الگویی مانند کندوی زنبور عسل، استحکام ویژه ای دارد؛ به طوری که مقاومت کششی آن حدود ۱۰۰ برابر فولاد است.

۲) ساختار گرافن به صورت زیر است:



۳) در ساختار گرافیت و گرافن، حدود یک سوم از پیوندهای کربن - کربن دوگانه بوده و الباقی پیوندها یگانه هستند. این در حالی است که در ساختار الماس، همه پیوندهای کربن - کربن یگانه هستند.

۴) ضخامت گرافن به اندازه یک اتم کربن است؛ پس انتظار می رود که گرافن شفاف و انعطاف پذیر باشد.

۵) گرافن نیز یک جامد کووالانسی دو بعدی است که مانند گرافیت، رسانای جریان برق است.

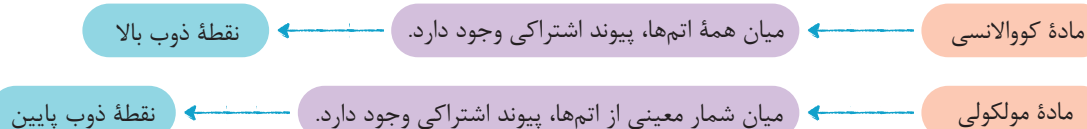
– سیلیسیم کربید –

- ۱ سیلیسیم کربید با فرمول شیمیایی SiC ، یک ساینده ارزان قیمت است که در دسته جامدهای کووالانسی قرار می گیرد.
- ۲ سیلیسیم کربید، ساختاری مشابه الماس و سیلیسیم دارد و از آن در تهیه سنباده استفاده می شود.
- ۳ در ساختار SiC ، اطراف هر اتم Si ، ۴ اتم C و اطراف هر اتم C ، ۴ اتم Si وجود دارد.
- ۴ این ماده یک جامد کووالانسی سه بعدی محسوب می شود.
- ۵ مقایسه سختی و نقطه ذوب جامدهای کووالانسی با ساختار مشابه:

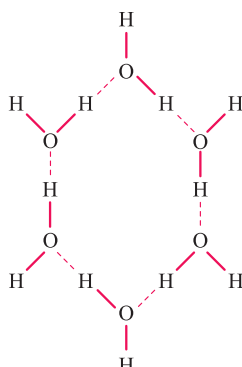
سیلیسیم > سیلیسیم کربید > الماس :سختی

سیلیسیم > سیلیس > سیلیسیم کربید > الماس :نقطه ذوب

– مقایسه مواد مولکولی و کووالانسی –



یخ ($H_2O(s)$):



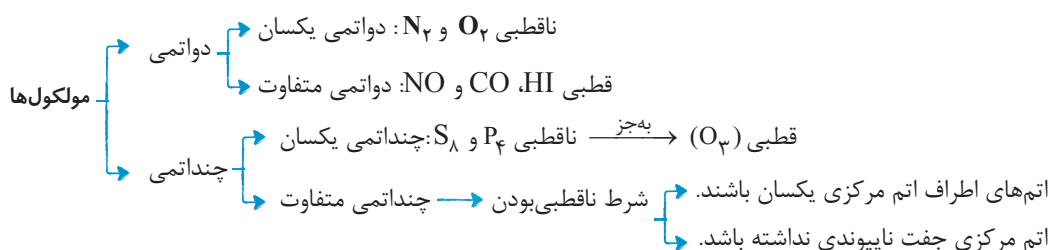
- ۱ آرایش منظم و سه بعدی با تشکیل حلقه های شش گوشه
- ۲ هر اتم اکسیژن، به دو اتم هیدروژن با پیوند اشتراکی و به دو اتم هیدروژن از مولکول های دیگر با پیوند هیدروژنی متصل است.
- ۳ در ساختار یخ، اطراف هر مولکول آب، ۴ پیوند هیدروژنی وجود دارد.
- ۴ اتم های اکسیژن در رأس حلقه های شش ضلعی قرار دارند و در این حلقه های شش ضلعی، هر ضلع شامل یک پیوند اشتراکی و یک پیوند هیدروژنی است. (دقت کنید که در ساختار سیلیس، همه اتم ها با پیوندهای اشتراکی به یکدیگر متصل شده اند).
- ۵ هر یک از حلقه های شش ضلعی، شامل ۶ پیوند اشتراکی و ۶ پیوند هیدروژنی، یعنی مجموعاً ۱۲ پیوند است.

– رفتار مولکول ها و توزیع الکترون –

- ۱ در نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی، به اتمی که تراکم بار الکتریکی روی آن بیشتر است، بار جزئی منفی (δ^-) و به اتم دیگر، بار جزئی مثبت نسبت (δ^+) می دهند.
- ۲ گشتاور دوقطبی مولکول های قطبی دارای باز جزئی مثبت و منفی بزرگ تر از صفر است و در میدان الکتریکی جهت گیری می کنند.
- ۳ ترتیب داده شده را برای اتم های δ^- را حفظ کنید:



– شناسایی سریع مولکول های قطبی و ناقطبی –





- بررسی مولکول‌های دواتمی -

از دواتم متفاوت تشکیل شده‌اند (مانند HCl ، NO و CO)

تراکم بار الکتریکی روی اتم‌های سازنده آن‌ها یکسان نیست.

احتمال حضور الکترون‌های پیوندی اطراف هسته اتمی با خاصیت نافلزی بیشتر، بیشتر است.

قطبی هستند و گشتاور دوقطبی آن‌ها بزرگ‌تر از صفر است.

در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند.

مولکول‌های
دواتمی
ناجور هستهاز دواتم یکسان تشکیل شده‌اند (مانند O_2 ، Cl_2 و N_2)

احتمال حضور الکترون‌های پیوندی در فضای بین دو هسته بیشتر است.

توزیع الکترون‌ها در آن‌ها، یکنواخت و متقارن است.

گشتاور دوقطبی آن‌ها صفر است و مولکول‌های ناقطبی هستند.

در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کنند.

مولکول‌های
دواتمی
جور هسته

- بررسی کامل برخی از مولکول‌های مهم -

نام ترکیب	آب	کربن دی‌اکسید	اتین	کربنیل سولفید	گوگرد تری‌اکسید	آمونیاک
فرمول ترکیب	H_2O	CO_2	C_2H_2	SCO	SO_3	NH_3
نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی						
نوع ساختار	سه‌اتمی غیرخطی (شکل V)	سه‌اتمی خطی	چهاراتمی خطی	سه‌اتمی خطی	چهاراتمی مسطح (مثلی شکل)	چهاراتمی غیرمسطح
قطبی	✓	×	×	✓	×	✓
دلیل قطبیت	وجود جفت الکترون ناپیوندی بر روی اتم مرکزی	-	-	اتصال اتم‌های متفاوت به اتم مرکزی	-	وجود الکترون ناپیوندی روی اتم مرکزی

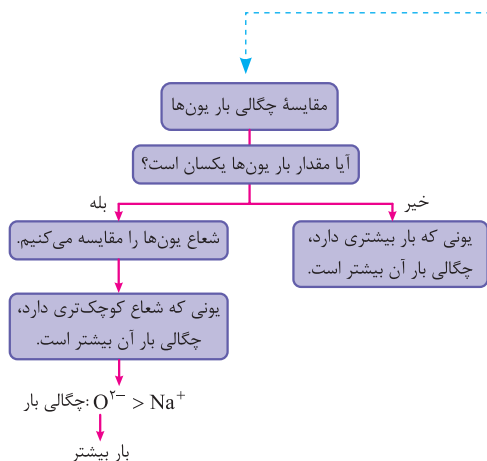
- عدد کوئوردیناسیون -

۱ در ترکیب‌های یونی به شمار نزدیک‌ترین یون‌های ناهمنام موجود پیرامون هر یون در شبکه بلور، عدد کوئوردیناسیون می‌گویند.

۲ بار کاتیون α عدد کوئوردیناسیون کاتیون $\equiv$ شمار نزدیک‌ترین یون‌های ناهمنام پیرامون هر کاتیونبار کاتیون α عدد کوئوردیناسیون آنیون $\equiv$ شمار نزدیک‌ترین یون‌های ناهمنام پیرامون هر آنیون
$$\frac{\text{شمار کاتیون در فرمول شیمیایی}}{\text{شمار آنیون در فرمول شیمیایی}} = \frac{\text{عدد کوئوردیناسیون آنیون}}{\text{عدد کوئوردیناسیون کاتیون}} \quad \text{یا} \quad \frac{\text{شمار آنیون در فرمول شیمیایی}}{\text{شمار کاتیون در فرمول شیمیایی}} = \frac{\text{عدد کوئوردیناسیون کاتیون}}{\text{عدد کوئوردیناسیون آنیون}}$$

۳ عدد کوئوردیناسیون یون‌ها در شبکه بلور، به اندازه نسبی کاتیون‌ها و آنیون‌ها و در نتیجه ساختار کلی شبکه بلور بستگی دارد.

مقایسه شعاع یون‌ها و چگالی بار یون



۱ شعاع اتم‌ها در یک دوره با افزایش شماره گروه کاهش یافته و همچنین در یک گروه با افزایش شماره دوره، شعاع اتم‌ها افزایش می‌یابد.

۲ برای مقایسه شعاع یون‌هایی با تعداد الکترون یکسان (یون‌های هم‌الکترون)، یونی که تعداد پروتون کم‌تری در ساختار هسته خود دارد، شعاع بیشتری دارد؛ زیرا جاذبه هسته بر آخرین لایه الکترونی آن کم‌تر می‌شود.

۳ به طور کلی آنیون‌ها اندازه‌ای بیشتر از اتم خنثای خود دارند و کاتیون‌ها در مقایسه با اتم خنثای خود، کوچک‌تر هستند.

۴ در زیر به مقایسه اندازه شعاع و چگالی بار یون‌های گروه ۱ و ۲ از دوره‌های دوم و سوم جدول دوره‌ای می‌پردازیم:

شعاع یون: $K^+ > Na^+ > Ca^{2+} > Mg^{2+}$

چگالی بار یون: $Mg^{2+} > Ca^{2+} > Na^+ > K^+$

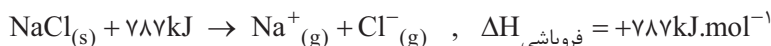
۵ اکنون به مقایسه اندازه شعاع و چگالی بار یون‌های گروه ۱۶ و ۱۷ از دوره دوم و سوم می‌پردازیم:

شعاع یون: $S^{2-} > Cl^- > O^{2-} > F^-$

چگالی بار یون: $O^{2-} > S^{2-} > F^- > Cl^-$

آنتالپی فروپاشی

۱ گرمای مصرف‌شده (تولیدشده) در فشار ثابت برای تبدیل یک مول (نه یک گرم) از شبکه بلوری یک ترکیب یونی جامد به یون‌های (نه اتم‌های) گازی مجزا را آنتالپی فروپاشی شبکه می‌نامند و آن را با $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ نمایش می‌دهند. به طور مثال آنتالپی واکنش زیر، فروپاشی ΔH سدیم کلرید است:



۲ فروپاشی ΔH همواره مثبت (فرایندی گرماگیر) است.

۳ هرچه چگالی بار یون‌های سازنده یک شبکه یونی بیشتر باشد، انرژی لازم برای فروپاشی آن شبکه بیشتر است.

۴ برای مقایسه آنتالپی فروپاشی ترکیب‌های یونی، به ترتیب زیر عمل می‌کنیم:

۱) هرچه مجموع قدر مطلق بار یک کاتیون و یک آنیون در یک ترکیب یونی بزرگ‌تر باشد، فروپاشی ΔH شبکه آن بزرگ‌تر است.

۲) در صورت برابر بودن مجموع قدر مطلق بار یون‌ها، شعاع یون‌ها را با هم مقایسه می‌کنیم. ترکیبی که دارای شعاع یون‌های کوچک‌تری باشد، فروپاشی ΔH بالاتری دارد. برای مثال، داریم:



۵ نمودار زیر، آنتالپی فروپاشی شبکه بلور هالیدهای فلزات قلیایی را مقایسه می‌کند:



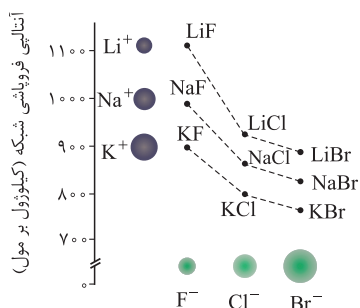
۶ با افزایش شعاع کاتیون فلزهای قلیایی، آنتالپی فروپاشی شبکه و چگالی بار آن‌ها کاهش پیدا می‌کند و در نتیجه آنتالپی فروپاشی هالید آن‌ها (MX)، کاهش می‌یابد.

برای مثال: $LiX > NaX > KX$: آنتالپی فروپاشی شبکه

۷ با افزایش شعاع آنیون هالید، آنتالپی فروپاشی شبکه کاهش پیدا می‌کند و در نتیجه آنتالپی فروپاشی هالیدهای یک فلز قلیایی (MX) کاهش می‌یابد.

برای مثال: $MF > MCl > MBr$: آنتالپی فروپاشی شبکه

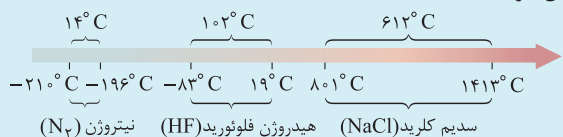
۸ تفاوت فروپاشی ΔH شبکه بلور یونی هالیدهای فلزات قلیایی با افزایش شعاع هالوژن کاهش می‌یابد. هم‌چنین تفاوت آنتالپی LiX و NaX بیشتر از تفاوت آنتالپی NaX و KX است، زیرا تفاوت شعاع یون Li^+ و Na^+ بیشتر از تفاوت شعاع Na^+ و K^+ است.



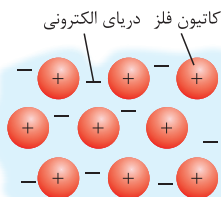


نکته مهم

- بالا بودن نقطه ذوب و جوش ترکیب‌های یونی، از جمله ویژگی‌های مهم این مواد است.
- به طور کلی هرچه نیروهای جاذبه میان ذرات سازنده یک ماده قوی‌تر باشد، تفاوت دمای جوش و ذوب ماده مورد نظر، بیشتر بوده و در گستره دمایی بیشتری به حالت مایع است.



فلزها، عنصرهایی شکل‌پذیر با جلای زیبا -



- ۱ شکل مقابل یک الگوی ساده از شبکه بلوری فلزها را نشان می‌دهد که برای توجیه برخی رفتارهای فیزیکی (نه رفتارهای شیمیایی) آن‌ها ارائه شده و به مدل دریای الکترونی معروف است:
- ۲ بر اساس مدل دریای الکترونی، ساختار فلزها آرایش منظمی از کاتیون‌ها در سه بعد است که در فضای میان آن‌ها سست‌ترین الکترون‌های موجود در اتم (الکترون لایه ظرفیت)، دریایی را ساخته و در آن آزادانه جابه‌جا می‌شوند.

- ۳ در مدل دریای الکترونی، به دلیل حرکت آزادانه الکترون‌ها، نمی‌توان هر الکترون موجود در بلور فلز را تنها متعلق به یک اتم معین دانست.
- ۴ دریای الکترونی عاملی است که چیدمان کاتیون‌ها را به دلیل جاذبه‌ای که با آن‌ها ایجاد می‌کند، در شبکه بلوری فلز حفظ می‌کند. هم‌چنین این الکترون‌ها هستند که باعث خاصیت چکش‌خواری و رسانایی الکتریکی فلزات می‌شوند.
- ۵ با وارد شدن یک نیروی خارجی مثل ضربه به بلور ترکیب یونی، لایه‌های سازنده این ترکیب جابه‌جا شده و یون‌های هم‌نام موجود در آن مقابل هم قرار می‌گیرند. در چنین شرایطی، نیروی دافعه ایجاد شده میان یون‌های هم‌نام باعث شکستن شبکه بلور و جدا شدن قطعات آن از هم می‌شوند؛ بنابراین جامدهای یونی شکننده هستند.

- وانادیم -

- ۱ وانادیم یک عنصر از دسته d است که اعداد اکسایش متفاوتی دارد و با عددهای اکسایش متفاوت، رنگ‌های متفاوتی در محلول‌های خود دارد:

محلولی از نمک وانادیم (II)	محلولی از نمک وانادیم (III)	محلولی از نمک وانادیم (IV)	محلولی از نمک وانادیم (V)	محلول
بنفش	سبز	آبی	زرد	رنگ محلول
$[_{18}\text{Ar}]3d^3$	$[_{18}\text{Ar}]3d^2$	وانادیوم در این محلول به شکل یون چنداتی است.	وانادیوم در این محلول به شکل یون چنداتی است.	آرایش الکترونی وانادیوم

- ۲ با افزودن مقدار کافی گرد Zn به محلول نمک وانادیم، با اکسایش Zn و مشاهده تغییر رنگ محلول، می‌توان عدد اکسایش وانادیم در محلول ایجاد شده را تشخیص داد.
- ۳ یون وانادیم (V) که عدد اکسایش وانادیم در آن برابر ۵+ (بالاترین عدد اکسایش) است، تنها قادر به دریافت الکترون و کاهش یافتن می‌باشد؛ بنابراین فقط نقش اکسند را دارد.

- تیتانیم، فلزی فراتر از انتظار -

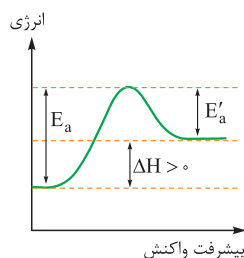
- ۱ در میان عنصرهای دسته d از دوره چهارم جدول تناوبی، تیتانیم (Ti) با ویژگی‌های باورنکردنی، فلزی فراتر از انتظار است. ماندگاری و استحکام مناسب از جمله این ویژگی‌ها است.

۲ جدول زیر برخی ویژگی‌های تیتانیوم را با فولاد زنگ‌نزن مقایسه می‌کند:

فولاد	مقایسه	تیتانیوم	ماده ویژگی
۱۵۳۵	<	۱۶۶۷	نقطه ذوب ($^{\circ}\text{C}$)
۷/۹۰	>	۴/۵۱	چگالی (g.mL^{-1})
متوسط	>	ناچیز	واکنش با ذره‌های موجود در آب دریا
ضعیف	<	عالی	مقاومت در برابر خوردگی
عالی	$\approx$	عالی	مقاومت در برابر سایش

فصل ۴ دوازدهم: شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر

انرژی فعال‌سازی (E_a) در واکنش‌های شیمیایی



۱ به حداقل مقدار انرژی داده‌شده به واکنش‌دهنده‌ها برای آغاز واکنش‌های شیمیایی انرژی فعال‌سازی (E_a) می‌گویند و با یکای کیلوژول گزارش می‌کنند. همه واکنش‌های شیمیایی صرف نظر از این که گرماده یا گرماگیر باشند، برای آغازشدن به انرژی فعال‌سازی نیاز دارند.

واکنش‌های شیمیایی گرماگیر

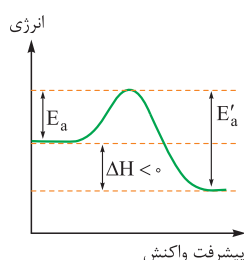
سطح انرژی: قله نمودار < فراورده‌ها < واکنش‌دهنده‌ها
 $E_a > \Delta H$

پایداری: قله نمودار > فراورده‌ها > واکنش‌دهنده‌ها

واکنش‌های شیمیایی گرماده

سطح انرژی: قله نمودار < واکنش‌دهنده‌ها < فراورده‌ها
 $E_a < |\Delta H|$ یا $E_a > |\Delta H|$

پایداری: قله نمودار > واکنش‌دهنده‌ها > فراورده‌ها



هرچه انرژی فعال‌سازی (E_a) بیشتر ← سرعت واکنش کمتر

هرچه انرژی فعال‌سازی (E_a) کمتر ← سرعت واکنش بیشتر

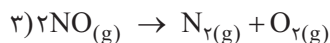
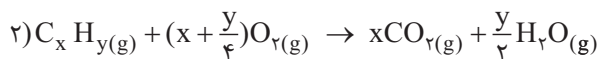
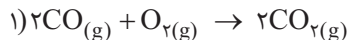
کاتالیزگر

- ۱ کاتالیزگرها اغلب اختصاصی و انتخابی عمل می‌کنند و در شرایط انجام واکنش باید پایداری شیمیایی و گرمایی مناسبی داشته باشند.
- ۲ کاتالیزگر با تغییر مسیر واکنش (نه الزاماً کوتاه کردن آن!)، مقدار انرژی فعال‌سازی را کاهش داده و سبب می‌شود واکنش‌دهنده‌ها سریع‌تر به فراورده تبدیل شوند، اما توجه داریم که در حضور کاتالیزگر آنتالپی واکنش ثابت مانده و تغییر نمی‌کند.
- ۳ در میان عوامل مؤثر بر سرعت واکنش، تنها کاتالیزگر می‌تواند انرژی فعال‌سازی و شکل نمودار «انرژی - پیشرفت واکنش» را تغییر دهد.
- ۴ در حضور کاتالیزگر، انرژی فعال‌سازی واکنش رفت و برگشت، به یک اندازه (نه به یک نسبت!) کاهش می‌یابد.



– مبدل کاتالیستی خودروهای بنزینی –

۱) آلاینده‌های مختلف با عبور از قطعه‌ای که بر سر راه خروج آن‌ها از اگزوز خودرو قرار دارد، در واکنش‌های مختلفی شرکت کرده و به فرآورده‌هایی کم‌خطر تبدیل می‌شوند. معادله این واکنش‌ها به صورت زیر است:



۲) واکنش‌های بالا، مقدار E_a بالایی دارند.

۳) میزان اثرگذاری مبدل کاتالیستی در رابطه با آلاینده‌های مختلف به صورت زیر است:

۱) ترتیب میزان آلاینده‌های خارج شده از خودرو در غیاب مبدل کاتالیستی: $CO > C_xH_y > NO$

۲) ترتیب میزان آلاینده‌های خارج شده از خودرو در حضور مبدل کاتالیستی: $CO > C_xH_y > NO$

۳) پس مقدار کاهش آلاینده بر حسب گرم، در حضور مبدل کاتالیستی به صورت: $CO > C_xH_y > NO$ و درصد کاهش آلایندگی در

حضور مبدل کاتالیستی به صورت: $NO(96/1\%) > C_xH_y(95/8) > CO(89/8)$

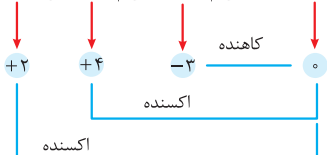
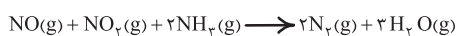
●●● نکته مهم

مبدل کاتالیستی بر ترتیب میزان آلاینده از نظر مقدار تأثیری ندارد.

۴) در ساختار مبدل‌های کاتالیستی، یک قطعهٔ سرامیکی وجود دارد. در سطح این قطعه که به شکل توری به کار می‌رود، فلزهای رودیم (Rh) (دورهٔ ۵ و گروه ۹)، پالادیوم (Pd) (دورهٔ ۵ و گروه ۱۰) و پلاتین (Pt) (دورهٔ ۶ و گروه ۱۰) به عنوان کاتالیزگر نشانده شده است. این فلزها E_a واکنش‌های انجام شده در مبدل را کاهش می‌دهند.

۵) در سطح سرامیک‌های درون مبدل کاتالیستی، توده‌های فلزی با قطر ۲ تا ۱۰ نانومتر وجود دارند.

– مبدل کاتالیستی خودروهای دیزلی –



۱) این مبدل در برخورد با گازهای C_xH_y و CO ، مشابه به مبدل کاتالیستی خودروهای بنزینی رفتار می‌کند.

۲) در مبدل کاتالیستی مخصوص خودروهای دیزلی، با ورود آمونیاک و انجام واکنش مقابل، گازهای NO و NO_2 به گاز N_2 تبدیل شده و تا حدود زیادی (نه به طور کامل) از ورود آلاینده‌های NO و NO_2 به هواکره جلوگیری می‌شود.

●●● نکته مهم

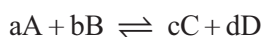
در قسمت ورودی این نوع مبدل کاتالیستی، ۴ آلاینده وجود دارد و در قسمت خروجی این مبدل نوع کاتالیستی، ۳ گاز (CO_2 ، H_2O ، N_2) وجود دارد. (دقت کنید که دیگر O_2 در خروجی این نوع مبدل کاتالیستی وجود ندارد!)

– واکنش‌های تعادلی –

واکنش‌های تعادلی، نوع خاصی از واکنش‌های برگشت‌پذیرند که در شرایط مناسب در آن‌ها، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت با هم برابر است و غلظت مواد شرکت‌کننده در واکنش ثابت (نه برابر!) می‌ماند!

ثابت تعادل

۱) تولید فراوردهٔ بیشتر در شرایط معین، به میزان پیشرفت واکنش در آن شرایط بستگی دارد. به عبارت دیگر، در یک شرایط معین هر چه میزان پیشرفت واکنش بیشتر باشد، درصد بیشتری از واکنش‌دهنده‌ها به فراورده‌ها تبدیل می‌شوند.



۲ برای واکنش کلی داده شده عبارت ثابت تعادل به صورت مقابل نوشته می شود:

$$K = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

نکتہٴ مهم

- یکای K برابر است با $(\text{mol.L}^{-1})^{\Delta n}$: مجموع توان مخرج - مجموع توان صورت Δn
- در رابطه ثابت تعادل، فقط مقادیر غلظت‌های تعادلی (نه غلظت‌های اولیه!) قرار داده می‌شود.
- در رابطه ثابت تعادل، حتماً باید غلظت‌های تعادلی گونه‌ها برحسب مول بر لیتر قرار داده شود!
- مقدار عددی ثابت تعادل فقط تابع دما است، به طوری که در هر دمای معین یک عدد خاص بوده و فقط با تغییر دما تغییر می‌کند؛ بنابراین واکنش‌های تعادلی در دمای ثابت برقرار می‌شوند.

– اصل لوشاتلیه –

اثر تغییر غلظت بر تعادل:

۱) هنگامی که در دمای ثابت، غلظت یکی از مواد شرکت‌کننده (گازی (g) یا محلول (aq) در سامانه تعادلی افزایش یابد، واکنش در جهت مصرف آن ماده تا حد امکان پیش می‌رود تا به تعادل جدیدی برسد. در نقطه مقابل، اگر غلظت یکی از مواد شرکت‌کننده در سامانه تعادلی کاهش یابد، واکنش در جهت تولید آن ماده تا حد امکان پیش می‌رود تا به تعادل جدیدی برسد. توجه داریم که طی این جابه‌جایی، مقدار K واکنش ثابت می‌ماند.

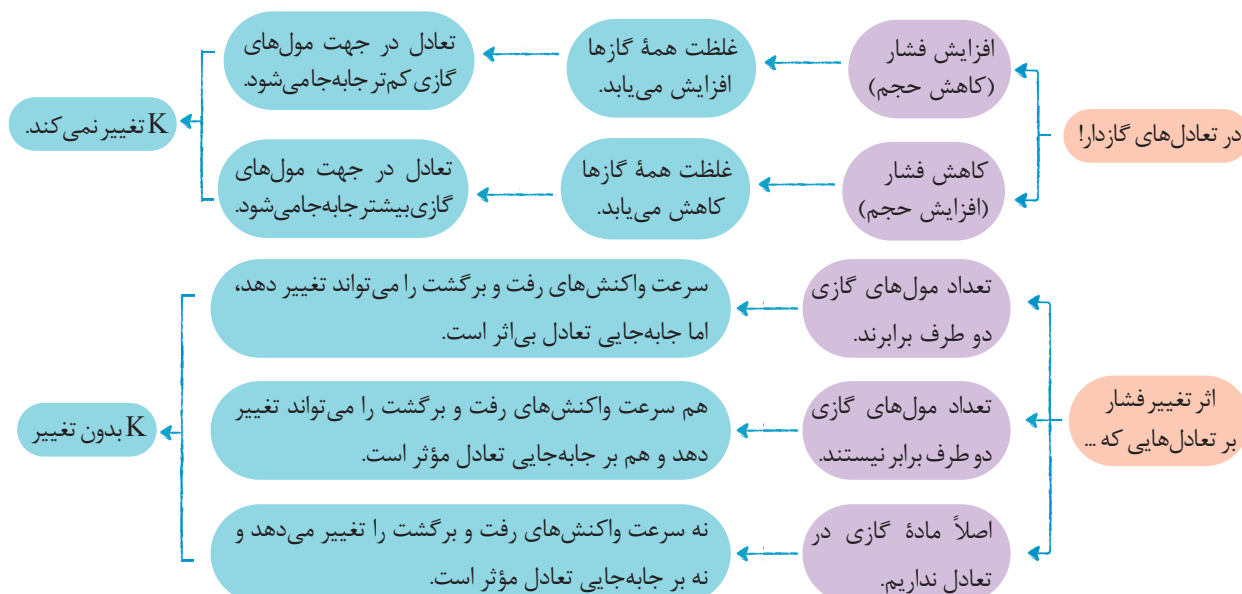
۲ تغییر غلظت مواد جامد (S) و مایع (l) موجب جابه‌جایی تعادل نمی‌شود.

۳ اگر عبارت K فقط شامل یک ماده گازی (g) و یا محلول (aq) باشد، تغییر اعمال شده به طور کامل جبران می شود.

۴ اگر عبارت K شامل چند مادهٔ گازی (g) و محلول (aq) باشد، تغییر اعمال‌شده به طور کامل جبران نمی‌شود و بر فرض اگر غلظت ماده‌ای را افزایش دهیم، تعادل در جهت مصرف آن پیش می‌رود، اما غلظت آن ماده در تعادل جدید بیشتر از تعادل اولیه باقی می‌ماند.

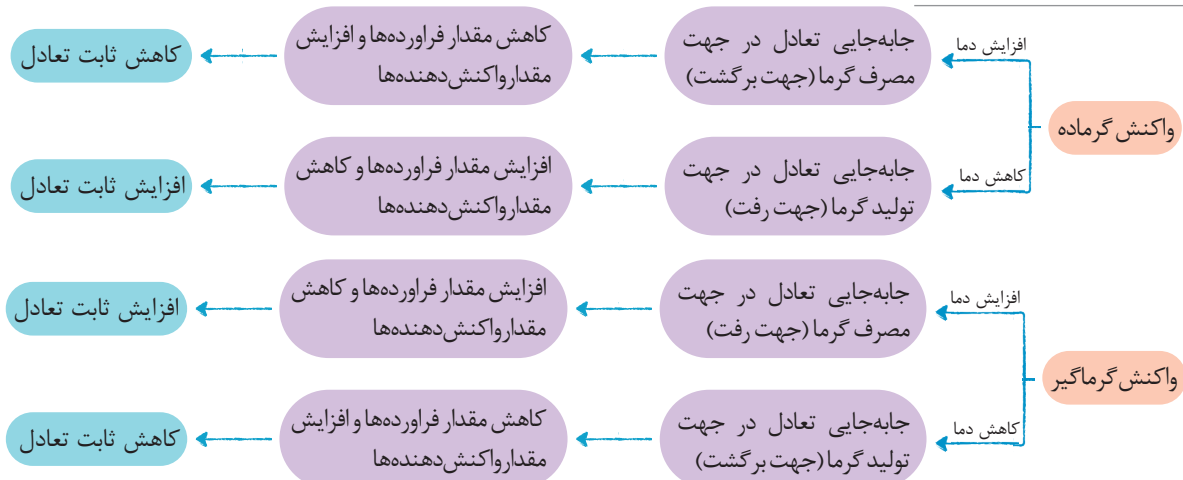
۵ با افزایش غلظت یکی از اجزای واکنش، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت در تعادل جدید برابر، اما بیشتر از تعادل اولیه است و با کاهش یا افزایش غلظت یکی از اجزای واکنش، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت در تعادل جدید برابر، اما کم‌تر از تعادل اولیه است.

اثر تغییر حجم (تغییر فشار) بر تعادل





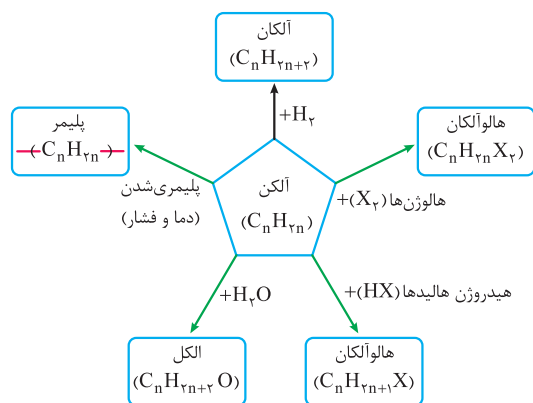
اثر تغییر دما بر تعادل



● با افزایش دما، سرعت هر دو واکنش رفت و برگشت افزایش می‌یابد، اما سرعت واکنش در جهت مصرف Q بیشتر افزایش می‌یابد و این باعث جابه‌جایی تعادل در جهت مصرف Q می‌شود. در تعادل جدید، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت با هم برابر، اما بیشتر از تعادل اولیه است و با کاهش دما عکس این اتفاق می‌افتد!

– سنتز مولکول‌های آلی –

۱ با استفاده از مواد مناسب و واکنش‌های شیمیایی ویژه، می‌توان مواد آلی گوناگون را به یکدیگر تبدیل کرد:

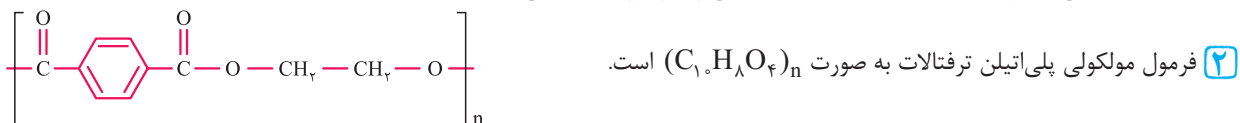


۲ در جدول زیر، برخی از موادی را که با استفاده از گاز اتن تولید می‌شوند، بررسی می‌کنیم:

نام واکنش	معادله واکنش	کاربرد فراورده تولید شده
واکنش تولید گاز اتان	$C_2H_4(g) + H_2(g) \xrightarrow{Ni(s)} C_2H_6(g)$	سوخت
واکنش تولید کلرواتان	$C_2H_4(g) + HCl(g) \rightarrow C_2H_5Cl(g)$	افشانه بی‌حس‌کننده موضعی
واکنش تولید پلی‌اتن	$C_2H_4(g) \xrightarrow{\text{فشار و دما}} (C_2H_4)_n(s)$	سازنده اصلی برخی لوازم پلاستیکی
واکنش تولید اتانول	$C_2H_4(g) + H_2O(g) \xrightarrow{H_2SO_4} C_2H_5OH(l)$	ضد عفونی‌کننده – حلال صنعتی
واکنش تولید اتیل استات	$C_2H_4(g) + H_2O(g) \xrightarrow{H_2SO_4} C_2H_5OH(l)$ $C_2H_5OH(l) + C_2H_3O_2(g) \xrightarrow{H_2SO_4} C_2H_5O_2(l) + H_2O(l)$	حلال چسب

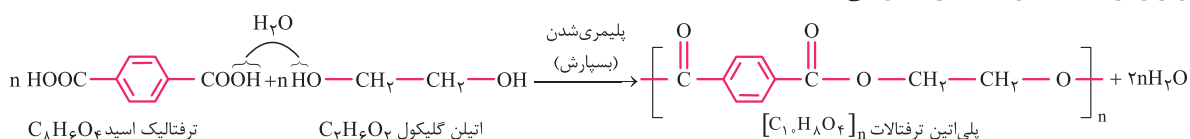
PET

۱) پلی اتیلن ترفتالات پلیمری از خانواده پلی استرها است که از واکنش میان یک الکل دو عاملی به نام اتیلن گلیکول با فرمول مولکولی $C_2H_6O_2$ و یک اسید دو عاملی به نام ترفتالیک اسید با فرمول مولکولی $C_8H_6O_4$ تهیه می شود.



۳) در ساختار این پلیمر حلقه بنزن وجود دارد؛ بنابراین یک ترکیب آلی آروماتیک است.

● شکل زیر فرایند تشکیل PET را نشان می دهد:

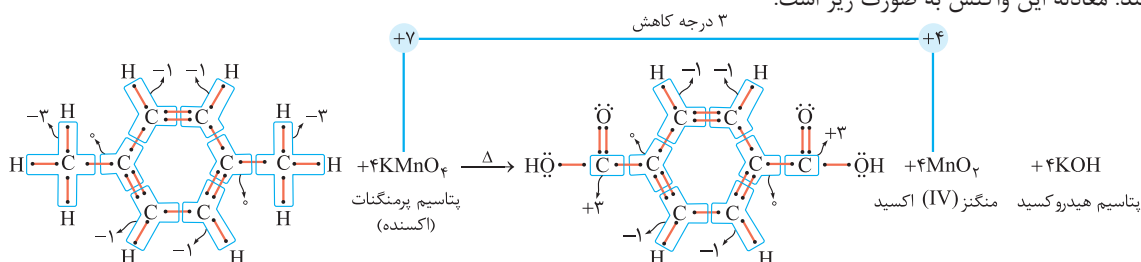


۱) مونومرهای مورد نیاز برای تولید پلی اتیلن ترفتالات (اتیلن گلیکول و ترفتالیک اسید)، در نفت خام وجود ندارند و به همین خاطر، نمی توان آن ها را به طور مستقیم از نفت خام به دست آورد.

۲) پارازایلن یک هیدروکربن حلقوی با فرمول C_8H_{10} است که به طور مستقیم از نفت خام بدست آمده و می توان از آن در تهیه ترفتالیک اسید استفاده کرد.



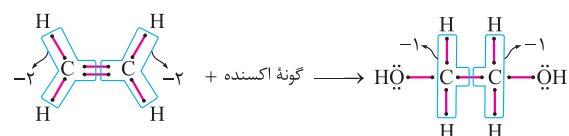
۳) ترفتالیک اسید را می توان از اکسایش پارازایلن به دست آورد. در این واکنش، پتاسیم پرمنگنات اکسنده ای است که محلول غلیظ آن در شرایط مناسب پارازایلن را با بازده نسبتاً خوب بر اساس معادله $C_8H_{10} + 4\text{KMnO}_4 \rightarrow C_8H_6O_4 + 4\text{MnO}_2 + 4\text{KOH}$ به ترفتالیک اسید تبدیل می کند. معادله این واکنش به صورت زیر است:



۴) با وجود غلظت بالای اکسنده پتاسیم پرمنگنات یا یون پرمنگنات باز هم شرایط انجام این واکنش تامین نمی شود؛ مگر این که دمای مخلوط را افزایش دهیم، ولی بازده کماکان مطلوب ما نیست؛ می توان نتیجه گرفت انجام این واکنش بسیار دشوار است.

۵) شیمی دان ها دریافتند که با استفاده از اکسیژن هوا و کاتالیزگر مناسب، می توان پارازایلن را در شرایط آسان تری به ترفتالیک اسید تبدیل کرد.

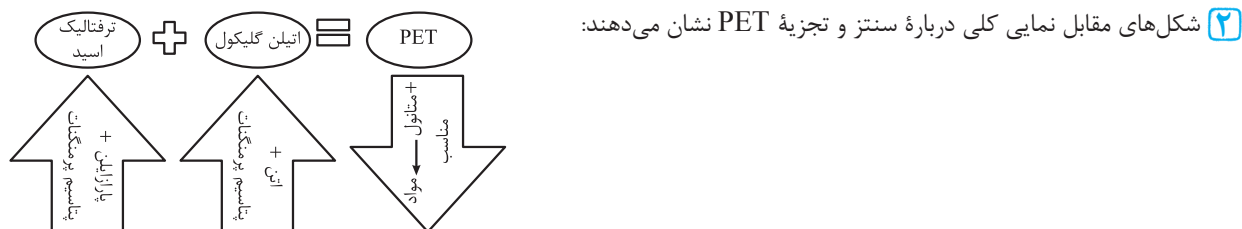
۶) برای تولید اتیلن گلیکول، از اتن (ماده ای که به طور مستقیم از تقطیر نفت خام حاصل می شود)، استفاده می کنیم. گاز اتن در اثر واکنش با محلول آبی و رقیق پتاسیم پرمنگنات در شرایط مناسب به اتیلن گلیکول تبدیل می شود. پتاسیم پرمنگنات در این واکنش نقش اکسنده را برعهده دارد. معادله این واکنش به صورت مقابل است:





متانول (CH_3OH)

۱) پلی اتیلن ترفتالات (PET)، در شرایط مناسب با متانول واکنش داده و به مواد مفیدی تبدیل می شود که می توان آن ها را برای تولید پلیمرهای جدید به کار برد.

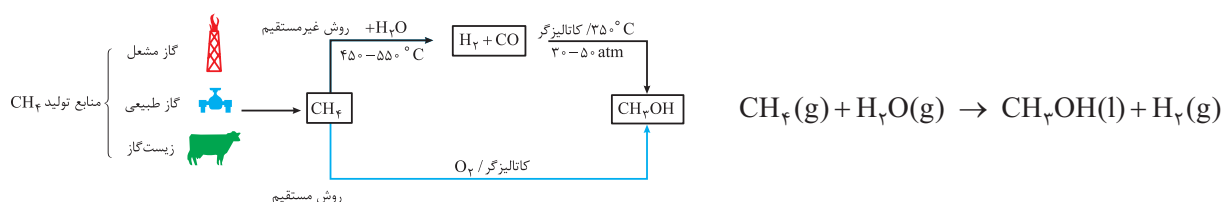


۳) متانول (CH_3OH) مایعی بی رنگ، بسیار سمی و ساده ترین عضو خانواده الک ها است که می توان آن را از چوب تهیه کرد.

۴) متانول در مقیاس صنعتی، از دو روش مستقیم و غیرمستقیم تولید می شود. تولید مستقیم متانول از گاز متان، تعداد مراحل کمتری دارد و به همین دلیل نیاز به انرژی کمتری دارد؛ پس اثرات مخرب زیست محیطی در تولید مستقیم متانول از گاز متان، کمتر است و با مصرف کمتر سوخت های فسیلی و تولید کمتر CO_2 همراه است.

۵) واکنش کلی تولید غیرمستقیم

متانول از متان به صورت زیر است:



● در روش غیرمستقیم، دمای مرحله اول بیشتر و فشار مرحله دوم بیشتر است.