مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

سال تحصیلی ۰۵-۱۴۰۴

رشته ریاضی

پایه دوازدهم

مرحله بیستم، بیست‌ویکم و بیست‌ودوم

نام درس	مباحث	مؤلف	ویراستار	از صفحه	تا صفحه
حسابان و ریاضیات پایه	ریاضی دهم: فصل ۱ تا ۵ صفحهٔ ۱ تا ۱۱۷ حسابان یازدهم: کل کتاب صفحهٔ ۱ تا ۱۵۱ حسابان دوازدهم: کل کتاب صفحهٔ ۱ تا ۱۴۴	علیرضا نصراللهی	احمدرضا رسولی محسن فراهانی ابوالفضل ناصری سینا نیک‌نژاد	۲	۹
هندسه	هندسهٔ دهم: کل کتاب صفحهٔ ۹ تا ۹۶ هندسهٔ یازدهم: کل کتاب صفحهٔ ۹ تا ۷۵ هندسهٔ دوازدهم: کل کتاب صفحهٔ ۹ تا ۸۶	علیرضا نصراللهی	شقایق راهبریان محسن فراهانی بردیا نصیری سینا نیک‌نژاد	۹	۱۳
ریاضیات گسسته و آمار و احتمال	ریاضی دهم: فصل ۶ و ۷ صفحهٔ ۱۱۸ تا ۱۷۰ آمار و احتمال یازدهم: کل کتاب صفحهٔ ۱ تا ۱۲۱ ریاضیات گسستهٔ دوازدهم: کل کتاب صفحهٔ ۱ تا ۸۴	احمدرضا رسولی مصطفی دیداری	محسن فراهانی مهدی خوشنویس سینا نیک‌نژاد	۱۳	۲۰
فیزیک	فیزیک دهم: کل کتاب صفحهٔ ۱ تا ۱۴۹ فیزیک یازدهم: کل کتاب صفحهٔ ۱ تا ۱۳۰ فیزیک دوازدهم: کل کتاب صفحهٔ ۱ تا ۱۵۶	نوید شاهی	نرجس تیمناک ماهان فنی‌فر علی حسن‌زاده سینا نیک‌نژاد	۲۱	۳۴
شیمی	شیمی دهم: کل کتاب صفحهٔ ۱ تا ۱۲۲ شیمی یازدهم: کل کتاب صفحهٔ ۱ تا ۱۲۳ شیمی دوازدهم: کل کتاب صفحهٔ ۱ تا ۱۲۳	سروش عبادی	یاسر راش مهدی سلطانی مهدی محمدی	۳۵	۶۳

ویژه کنکوری‌های ۱۴۰۵

Azmoon.kheilisabz.com

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

حسابان و ریاضیات پایه

پایه دهم

مجموعه و دنباله

- مجموعه
  - مجموعهٔ متناهی، نامتناهی
  - متمم مجموعه: $n(A') = M - n(A)$
- دنباله‌ها
  - حسابی: $a_n = a_1 + (n-1)d$
  - هندسی: $a_n = a_1 q^{n-1}$

مقدمات

- نسبت‌ها در مثلث قائم‌الزاویه: $\sin = \frac{\text{مقابل}}{\text{وتر}}$، $\cos = \frac{\text{مجاور}}{\text{وتر}}$، $\tan = \frac{\text{مقابل}}{\text{مجاور}}$ و $\cot = \frac{\text{مجاور}}{\text{مقابل}}$
- مساحت‌ها: $S_{\Delta} = \frac{1}{2}ab\sin\alpha$، $S_{\square} = ab\sin\alpha$، $S_{\bigcirc} = 6 \times \frac{\sqrt{3}}{4}a^2$
- روابط سینوس‌ها و کسینوس‌ها: $\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C}$ و $a^2 = b^2 + c^2 - 2bc\cos\hat{A}$
- $m = \tan\alpha$ (α زاویه‌ای که خط با جهت مثبت محور xها می‌سازد.)

دایرهٔ مثلثاتی

- محور xها ← محور cosها، محور yها ← محور sinها
- علامت sin در ربع‌ها ← $+ + - -$، علامت cos ← $+ - - +$
- مختصات هر نقطه: $(\cos\alpha, \sin\alpha)$

اتحادهای اولیه

- $\sin^2 x + \cos^2 x = 1$
- $\tan x = \frac{\sin x}{\cos x}$، $\cot x = \frac{\cos x}{\sin x}$، $\tan x \cot x = 1$
- $1 + \tan^2 x = \frac{1}{\cos^2 x}$، $1 + \cot^2 x = \frac{1}{\sin^2 x}$
- $\sin^4 x + \cos^4 x = 1 - 2\sin^2 x \cos^2 x$، $\sin^6 x + \cos^6 x = 1 - 3\sin^2 x \cos^2 x$
- $\tan x + \cot x = \frac{1}{\sin x \cos x}$
- هر وقت تساوی به شکل $\sin x \pm \cos x = k$ دیدید، طرفین را به توان ۲ برسانید.

توان گویا و عبارت‌های جبری

- **ریشه و توان**
  - اعداد مثبت دو ریشهٔ زوج دارند ولی اعداد منفی ریشهٔ زوج ندارند.
  - هر عدد مثبت یا منفی فقط یک ریشهٔ فرد دارد.
- **ریشه nاُم**
  - اگر $n \geq 2$ یک عدد طبیعی باشد، b را یک ریشهٔ nاُم عدد a می‌نامیم؛ هرگاه $b^n = a$
  - $\sqrt[n]{a} \times \sqrt[n]{b} = \begin{cases} \sqrt[n]{ab} & a, b \geq 0 \text{ و } n \text{ زوج} \\ \sqrt[n]{ab} & a, b \text{ دلخواه و } n \text{ یک عدد طبیعی فرد} \end{cases}$
- توان گویا: $a^m \times a^n = a^{m+n}$, $a^m \div a^n = a^{m-n}$
- عبارت‌های جبری
  - $(a \pm b)^2 = a^2 \pm 2ab + b^2$
  - $(a \pm b)(a^2 \mp ab + b^2) = a^3 \pm b^3$

معادله و نامعادله

- معادلهٔ درجه‌دو: $ax^2 + bx + c = 0 \Rightarrow S = -\frac{b}{a}, P = \frac{c}{a}$
- سهمی: رأس سهمی $f(x) = ax^2 + bx + c$: $\left|\begin{matrix} \frac{-b}{2a} \\ -\frac{\Delta}{4a} \end{matrix}\right.$
- تعیین علامت: $ax^2 + bx + c > 0$

موافق علامت a	x_2	مخالف علامت a	x_1	موافق علامت a

تعریف تابع: یک رابطه از مجموعهٔ A به مجموعهٔ B، رابطه‌ای بین این دو مجموعه است که در آن به هر عضو A از دقیقاً یک عضو از B نسبت داده می‌شود.

تابع

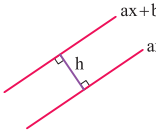
- مفهوم تابع
- نمایش تابع
  - نمودار ون
  - مختصاتی
  - زوج و مرتبی
  - توصیفی
- دامنه و برد توابع
- انواع توابع
  - تابع چندجمله‌ای
  - تابع قدرمطلقی
- انتقال نمودار توابع
  - انتقال افقی: $f(x \pm a)$ (چپ ↑ / راست ↓)
  - انتقال عمودی: $f(x) \pm b$ (بالا ↑ / پایین ↓)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

پایه یازدهم

جبر و معادله

- مجموع جملات دنباله‌های هندسی و حسابی: $S_n=\frac{a_1(1-q^n)}{1-q}$, $S_n=\frac{n}{2}[2a_1+(n-1)d]$
- معادلات درجه‌دوم: $ax^2+bx+c=0 \Rightarrow S=\frac{-b}{a}$, $P=\frac{c}{a}$
- معادلات گنگ و گویا:
- قدرمطلق: $|x|=a \Rightarrow x=\pm a$
- هندسه تحلیلی: $\Rightarrow h=\frac{|c-c'|}{\sqrt{a^2+b^2}}$



تابع

- انواع توابع
- وارون توابع: $D_{f^{-1}}=R_f, R_{f^{-1}}=D_f$
- اعمال روی توابع: $D_{f\pm g}=D_f\cap D_g$, $(f\pm g)_{(x)}=f(x)\pm g(x)$

توابع نمایی و لگاریتم

- تابع نمایی: $f(n)=a^x \Rightarrow a>0, a\neq 1$
- تابع لگاریتمی: $y=\log_a x \rightleftarrows a^y=x$
- معادلات لگاریتمی: $\log_a f(x)=\log_a g(n) \Rightarrow f(x)=g(x)$

مثلثات

- رادیان: $\frac{D}{180}=\frac{R}{\pi}$
- نسبت‌های مثلثاتی زوایای ترکیبی: $\sin(K\pi+\alpha)=(-1)^K\sin\alpha$
- توابع مثلثاتی: $|a|+b\leq a\sin x+b\leq |a|+b$
- روابط مثلثاتی مجموع زوایا:
$\sin(\alpha+\beta)=\sin\cos\beta+\sin\beta\cos\alpha$
$c_n(\alpha+\beta)=c_n\cos\beta-\sin\alpha\sin\beta$

حد و پیوستگی

- مفهوم حد: $\lim_{x\to a^+}f(x)=\lim_{x\to a^-}f(x)$
- قضایای حد $\lim_{x\to a}f(x)\pm g(x)=L\pm k$ $\Rightarrow$ $\lim_{x\to a}f(x)=L$, $\lim_{x\to a}g(x)=k$
- محاسبهٔ حد $\frac{0}{0}$: $\lim_{x\to a}\frac{f(x)}{g(x)}=\lim_{x\to a}\frac{f'(x)}{g'(x)} \Rightarrow \lim_{x\to a}\frac{f(x)}{g(m)}=\frac{0}{0}$
- پیوستگی: $\lim_{x\to a^+}f(x)=\lim_{x\to a^-}f(x)=f(a)$

پایه دوازدهم

تابع

نقاط برخورد تابع $f(x)$ با

- محور xها: نقاط $(x_1,0)$ و $(x_2,0)$ و ... که x_1 ، x_2 و ... جواب‌های معادلهٔ $f(x)=0$ هستند.
- محور yها: نقطهٔ $(0,f(0))$
- تابع $g(x)$: حل معادلهٔ $f(x)=g(x)$

دامنهٔ توابع مهم

- کسری: $\mathbb{R}-\{$ریشه‌های مخرج$\}$
- رادیکال‌های با فرجهٔ زوج: ≥ 0 زیر رادیکال
- $\log_B A$: $(A>0)\cap(B>0)\cap(B\neq 1)$
- $\tan A$: $A\neq(2k+1)\frac{\pi}{2}$
- $\cot A$: $A\neq k\pi$

شروط تساوی توابع f و g

۱) $D_f=D_g$
۲) ضابطه‌ها برابر باشد.

نمایش تابع به فرم $\begin{cases}f:A\to B\\ f(x)=\end{cases}$

- A دامنه است.
- B هم دامنه است. باید برد زیرمجموعهٔ B باشد.

توابع خاص

- ثابت: $f(x)=c$ ، نمودار یک خط افقی
- همانی: $f(x)=x$ ، نمودار روی نیمساز ناحیهٔ اول و سوم

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

تابع هموگرافیک

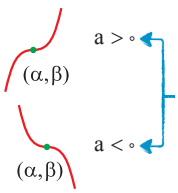
- ضابطه: $f(x)=\frac{ax+b}{cx+d}$، شرط: $ad-bc\neq 0$ و $c\neq 0$
- دامنه: $\mathbb{R}-\{\frac{-d}{c}\}$، برد $\mathbb{R}-\{\frac{a}{c}\}$
- ضابطهٔ وارون: $f^{-1}(x)=\frac{-dx+b}{cx-a}$، شرط برابری f و f^{-1}: $a+d=0$
- مرکز تقارن: $W(\frac{-d}{c},\frac{a}{c})$، محورهای تقارن: دو خط با شیب‌های ± 1 و گذرنده از نقطهٔ W
- خط‌چین عمودی: $x=\frac{-d}{c}$، خط‌چین افقی: $y=\frac{a}{c}$
- شکل نمودار:



تبدیل نمودارها

- انتقال: $f(x\pm a)$ (چپ / راست)، $f(x)\pm b$ (بالا / پایین)
- قرینه‌یابی: $f(-x)$ نسبت به محور yها، $-f(x)$ نسبت به محور xها
- انبساط و انقباض: $f(kx)$ ($0<k<1$: انبساط، $k>1$: انقباض)، $kf(x)$ ($k>1$: انبساط، $0<k<1$: انقباض)
- ترتیب: $af(bx+c)+d$ (چهارم، اول، دوم، سوم)
- قدرمطلق: $|f(x)|$ ← قسمت‌های زیر محور xها، نسبت به محور xها قرینه می‌شود.
  $f(|x|)$ ← سمت چپ محور yها پاک می‌شود و قرینهٔ سمت راست به سمت چپ محور yها می‌آید.

نمودار توابع درجه۳ به فرم $y=a(x-\alpha)^3+\beta$



اعمال جبری روی توابع

- دامنه‌ها: $D_{f\pm g}=D_f\cap D_g$ $\quad D_{\frac{f}{g}}=D_f\cap D_g-\{x\mid g(x)=0\}$
- برد: ۱) دامنه را حساب می‌کنیم. ۲) ضابطه را به دست می‌آوریم. ۳) برد ضابطه را در دامنه‌اش حساب می‌کنیم.

ترکیب توابع

- محاسبهٔ $(fog)(a)$: دو مرحله دارد؛ اول $g(a)$، بعد $f(g(a))$
- دامنه: $D_{fog}=\{x\in D_g\mid g(x)\in D_f\}$
- برد: ۱) برد تابع g (داخلی) را حساب می‌کنیم (می‌شود بازهٔ I). ۲) برد تابع f با دامنهٔ I را حساب می‌کنیم.

ترکیب f و f^{-1}

- $(fof^{-1})(x)=x$ و $D_{fof^{-1}}=D_{f^{-1}}=R_f$
- $(f^{-1}of)(x)=x$ و $D_{f^{-1}of}=D_f$
- اگر $D_f=R_f$، آن‌گاه $fof^{-1}=f^{-1}of$

توابع معروف در یکنوایی

یکنواها:
- $mx+h$ ($m>0$: صعودی اکید، $m<0$: نزولی اکید)
- $a(x-\alpha)^3+\beta$ ($a>0$: صعودی اکید، $a<0$: نزولی اکید)
- $a\sqrt{bx+c}+d$ ($ab>0$: صعودی اکید، $ab<0$: نزولی اکید)
- a^x ($a>1$: صعودی، $0<a<1$: نزولی)، $\log_a x$

غیریکنواها و نقطهٔ مرزی بازه‌های یکنوایی: سهمی $|ax+b|$ (رأس $-\frac{b}{a}$)، $|x-a|+|x-b|$ ($x=a, x=b$)، $\frac{ax+b}{cx+d}$ ($x=\frac{-d}{c}$)

نکات تابع وارون

- اگر $(a,b)\in f$، آن‌گاه $(b,a)\in f^{-1}$ یا $f(a)=b \Leftrightarrow f^{-1}(b)=a$
- $D_{f^{-1}}=R_f$ و $D_f=R_{f^{-1}}$
- نمودار f و f^{-1} نسبت به خط $y=x$ قرینه‌اند.
- شرط وارون‌پذیری، یک‌به‌یک بودن است.
- برای محاسبهٔ $f^{-1}(k)$، می‌توانیم معادلهٔ $f(x)=k$ را حل می‌کنیم.

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

ضابطهٔ وارون

- محاسبهٔ ضابطه: ۱) x را تنها می‌کنیم. ۲) جای x و y را عوض می‌کنیم.
- وارون توابع مهم: $ax+b$ ($\frac{1}{a}x-\frac{b}{a}$)، سهمی با دامنهٔ یک طرف رأس $a(x-\alpha)^2+\beta$ (اول باید مربع کامل کنیم.)، $\frac{ax+b}{cx+d}$ ($\frac{-dx+b}{cx-a}$)

نقطه (یا نقاط) برخورد f و f^{-1}

- روش ضابطه‌ای: ضابطهٔ f^{-1} را به دست می‌آوریم و بعدش معادلهٔ $f(x)=f^{-1}(x)$ را حل می‌کنیم.
- روش نموداری: نمودار f را نسبت به $y=x$ قرینه می‌کنیم تا نمودار f^{-1} به دست آید. تعداد نقاط برخوردشان معلوم می‌شود.
- برخورد با $y=x$: اگر f صعودی اکید باشد، جواب‌های معادلهٔ $f(x)=x$، طول نقاط برخورد f و f^{-1} است.

روش‌های محاسبهٔ برد

- رسم نمودار
- ساختن y به کمک نامساوی‌ها: $(ax+b)^2\geq 0$، $|ax+b|\geq 0$، $\sqrt{ax+b}\geq 0$، $-1\leq\frac{\sin u}{\cos u}\leq 1$، $0\leq u-[u]<1$
- استفاده از یکنوایی: اگر f صعودی اکید و پیوسته با دامنهٔ $[a,b]$ باشد، آن‌گاه: $\mathbb{R}_f=[f(a),f(b)]$
- معروف‌ها: خط و درجه ۳ ($\mathbb{R}$)، سهمی ($a>0$: $[\frac{-\Delta}{4a},+\infty)$، $a<0$: $(-\infty,\frac{-\Delta}{4a}]$)، $|x-a|+|x-b|$ ($[|a-b|,+\infty)$)، $|x-a|-|x-b|$ ($[-|a-b|,|a-b|]$)، $\sqrt{R^2-x^2}$ ($[0,R]$)

جزء صحیح

- ویژگی‌ها: $k\leq u<k+1 \Rightarrow [u]=k$، $[u\pm k]=[u]\pm k$ ($k\in\mathbb{Z}$)، $0\leq u-[u]<1$، $[u]+[-u]=\begin{cases}0 & u\in\mathbb{Z}\\ -1 & u\notin\mathbb{Z}\end{cases}$
- نمودارهای مهم: $x+[x]$، $[x]+[-x]$، $x-[x]$، $[x]$
- برای رسم تابع $y=a[bx]$، طول بازه‌ها را $\frac{1}{|b|}$ انتخاب می‌کنیم.

تقسیم

تقسیم

- $\begin{array}{r|l} f(x) & A(x) \\ \vdots & Q(x) \\ \hline R(x) & \end{array}$ روابط $\leftarrow$ ۱) $f(x)=A(x).Q(x)+R(x)$ ۲) درجهٔ R < درجهٔ A
- باقی‌ماندهٔ $f(x)$ بر $ax+b$ $\leftarrow$ $f(\frac{-b}{a})$
- مجموع ضرایب $f(x)$ $\leftarrow$ $f(1)$
- حل معادلهٔ درجه ۳ به فرم $f(x)=0$ $\leftarrow$ ۱) یک مقدار $x=a$ ($\pm 1,\pm 2,\pm 3$) پیدا کنید که $f(a)=0$ ۲) $f(x)$ را بر $x-a$ تقسیم می‌کنیم.
- $f(x)$ بر $(x-a)(x-b)$ بخش‌پذیر باشد. $\leftarrow$ $f(a)=f(b)=0$
- $f(x)$ بر $(x-a)^2$ بخش‌پذیر باشد. $\leftarrow$ $f(x)=f'(a)=0$

اتحاد

- n زوج $\leftarrow$ $\begin{cases}x^n-a^n=(x-a)(x^{n-1}+ax^{n-2}+a^2x^{n-3}+\cdots+a^{n-2}x+a^{n-1})\\ x^n-a^n=(x+a)(x^{n-1}-ax^{n-2}+a^2x^{n-3}-\cdots+a^{n-2}x-a^{n-1})\end{cases}$
- n فرد $\leftarrow$ $\begin{cases}x^n-a^n=(x-a)(x^{n-1}+ax^{n-2}+a^2x^{n-3}+\cdots+a^{n-2}x+a^{n-1})\\ x^n+a^n=(x+a)(x^{n-1}-ax^{n-2}+a^2x^{n-3}-\cdots-a^{n-2}x+a^{n-1})\end{cases}$

مثلثات

مقدمات

- نسبت‌ها در مثلث قائم‌الزاویه: $\sin=\frac{\text{مقابل}}{\text{وتر}}$، $\cos=\frac{\text{مجاور}}{\text{وتر}}$، $\tan=\frac{\text{مقابل}}{\text{مجاور}}$ و $\cot=\frac{\text{مجاور}}{\text{مقابل}}$
- مساحت‌ها: $S_\Delta=\frac{1}{2}ab\sin\alpha$، $S_{\square}=ab\sin\alpha$، $S_{\bigcirc}=6\times\frac{\sqrt{3}}{4}a^2$
- روابط سینوس‌ها و کسینوس‌ها: « $\frac{a}{\sin A}=\frac{b}{\sin B}=\frac{c}{\sin C}$ و $a^2=b^2+c^2-2bc\cos\hat{A}$
- $m=\tan\alpha$ (α زاویه‌ای که خط با جهت مثبت محور xها می‌سازد.)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

دایرهٔ مثلثاتی
- محور xها ← محور cosها، محور yها ← محور sinها
- علامت sin در ربع‌ها ← + + − −، علامت cos ← + − − +
- مختصات هر نقطه: $(\cos\alpha, \sin\alpha)$

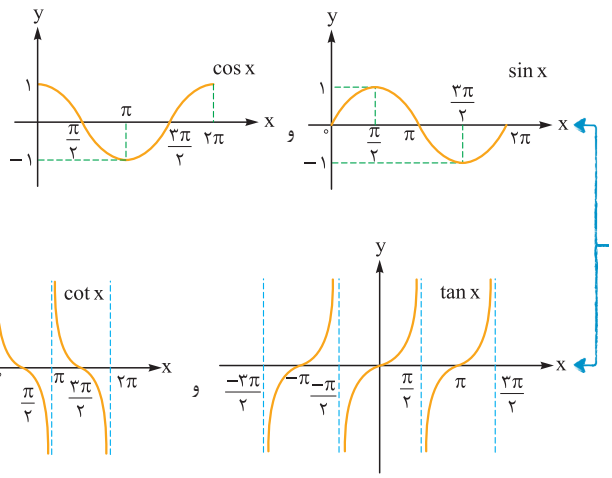
اتحادهای اولیه
- $\sin^2 x + \cos^2 x = 1$
- $\tan x = \frac{\sin x}{\cos x}$ ، $\cot x = \frac{\cos x}{\sin x}$ ، $\tan x \cot x = 1$
- $1 + \tan^2 x = \frac{1}{\cos^2 x}$ ، $1 + \cot^2 x = \frac{1}{\sin^2 x}$
- $\sin^4 x + \cos^4 x = 1 - 2\sin^2 x \cos^2 x$ ، $\sin^6 x + \cos^6 x = 1 - 3\sin^2 x \cos^2 x$
- $\tan x + \cot x = \frac{1}{\sin x \cos x}$
- هر وقت تساوی به شکل $\sin x \pm \cos x = k$ دیدید، طرفین را به توان ۲ برسانید.

رادیان
- $\frac{R}{\pi} = \frac{D}{180^\circ}$
- $1\ \text{rad} \simeq 57/3^\circ$
- طول کمان: $l = r\theta$
- قطاع: $P = r\theta + 2r$, $S = \frac{1}{2}\theta r^2$
- گستردهٔ مخروط ← قطاع ← روابط: مولد مخروط = شعاع قطاع؛ محیط قاعدهٔ مخروط = طول کمان قطاع
- زاویهٔ بین عقربهٔ ساعت‌شمار و دقیقه‌شمار: $|\frac{11}{2}m - 30h|$

زوایای مرتبط
- متمم ← «sin یکی با cos دیگری» و «tan یکی با cot دیگری» برابر است.
- مکمل ← «sinها برابر» و «سه نسبت دیگرشان قرینهٔ هم است.»
- قرینه ← «cosها برابر» و «سه نسبت دیگرشان قرینهٔ هم است.»
- هم‌پایان ← مثل α و $2k\pi + \alpha$ که همهٔ نسبت‌هایشان با هم برابر است.

ساده‌کردن نسبت‌های مثلثاتی $\frac{k\pi}{2} \pm \alpha$
۱) اگر کمان از 2π بیشتر بود، مجاز هستیم مضارب 2π را از آن کم کنیم تا به زاویه‌ای در محدودهٔ صفر تا 2π برسیم.
۲) اگر π یا 2π داشتیم، نسبت مثلثاتی عوض نمی‌شود، ولی اگر $\frac{\pi}{2}$ یا $\frac{3\pi}{2}$ داشتیم، sin به cos (و بالعکس) و tan به cot (و بالعکس) تبدیل می‌شود.
۳) α را زاویه‌ای در ربع اول (مثلاً ۱۰°) در نظر می‌گیریم و با توجه به آن، محدودهٔ زاویهٔ $\frac{k\pi}{2} \pm \alpha$ را مشخص و علامت نسبت را تعیین می‌کنیم.

نمودارها



اتحادهای $\alpha \pm \beta$
- $\sin(\alpha \pm \beta) = \sin\alpha\cos\beta \pm \sin\beta\cos\alpha$
- $\cos(\alpha \pm \beta) = \cos\alpha\cos\beta \mp \sin\alpha\sin\beta$
- $\tan(\alpha \pm \beta) = \frac{\tan\alpha \pm \tan\beta}{1 \mp \tan\alpha\tan\beta}$

اتحادهای 2α و 3α
- $\sin 2\alpha = 2\sin\alpha\cos\alpha$ و $\sin 3\alpha = 3\sin\alpha - 4\sin^3\alpha$
- $\cos 2\alpha = \cos^2\alpha - \sin^2\alpha = 2\cos^2\alpha - 1 = 1 - 2\sin^2\alpha$ و $\cos 3\alpha = 4\cos^3\alpha - 3\cos\alpha$
- $\tan 2\alpha = \frac{2\tan\alpha}{1 - \tan^2\alpha}$

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

اتحادهای تکمیلی

طلایی: $1+\cos = 2\cos^2\frac{}{2}$ و $1-\cos = 2\sin^2\frac{}{2}$

$\sin\alpha \pm \cos\alpha = \sqrt{2}\sin(x \pm \frac{\pi}{4})$

$\tan\alpha + \tan\beta = \frac{\sin(\alpha+\beta)}{\cos\alpha\cos\beta}$ و $\cot\alpha - \tan\alpha = 2\cot 2\alpha$ و $\tan\alpha + \cot\alpha = \frac{2}{\sin 2\alpha}$

$\frac{1+\cos\alpha}{\sin\alpha} = \frac{\sin\alpha}{1-\cos\alpha} = \cot\frac{\alpha}{2}$ و $\frac{1-\cos\alpha}{\sin\alpha} = \frac{\sin\alpha}{1+\cos\alpha} = \tan\frac{\alpha}{2}$

$\frac{1+\tan\alpha}{1-\tan\alpha} = \tan(\frac{\pi}{4}+\alpha)$ و $\frac{1-\tan\alpha}{1+\tan\alpha} = \tan(\frac{\pi}{4}-\alpha)$

برحسب تانژانت نصف کمان: $\sin\alpha = \frac{2\tan\frac{\alpha}{2}}{1+\tan^2\frac{\alpha}{2}}$ و $\cos\alpha = \frac{1-\tan^2\frac{\alpha}{2}}{1+\tan^2\frac{\alpha}{2}}$

دورهٔ تناوب

توان فرد sin و cos: $\frac{2\pi}{|\text{ضریب } x|}$ — توان زوج sin و cos، قدرمطلق sin و cos، توان فرد و زوج و قدرمطلق tan و cot: $\frac{\pi}{|\text{ضریب } x|}$ — $[ax]$ و $[-ax]$ و $ax-[ax]$: $\frac{1}{|a|}$

$\max = |a|+c$, $\min = -|a|+c$ ← $a\sin(bx)+c$, $a\cos(bx)+c$

معادلهٔ مثلثاتی

$\sin u = \sin A \Rightarrow \begin{cases} u = 2k\pi + A \\ u = 2k\pi + \pi - A \end{cases}$

$\cos u = \cos A \Rightarrow u = 2k\pi \pm A$

$\tan u = \tan A \Rightarrow u = k\pi + A$

sin خاص: $\begin{cases} \sin u = 0 \Rightarrow u = k\pi \\ \sin u = 1 \Rightarrow u = 2k\pi + \frac{\pi}{2} \\ \sin u = -1 \Rightarrow u = 2k\pi - \frac{\pi}{2} \end{cases}$

cos خاص: $\begin{cases} \cos u = 0 \Rightarrow u = k\pi + \frac{\pi}{2} \\ \cos u = 1 \Rightarrow u = 2k\pi \\ \cos u = -1 \Rightarrow u = 2k\pi + \pi \end{cases}$

حد

همسایگی برای $x=3$ ← ۱) راست، (۳٫۴) ۲) چپ، (۱٫۳) ۳) همسایگی، $\underbrace{(2,5)}_{3\text{ عضوشه!}}$ ۴) محذوف $(2,5)-\{3\}$

مقدمات حد

شروط حدداشتن f در $x=a$: ۱) f در یک همسایگی محذوف a تعریف شود. ۲) حد راست = حد چپ

اگر $x \to 0$، آن‌گاه $x^2 \to 0^+$ و $|x| \to 0^+$

اگر $x \to a^+$، آن‌گاه $-x \to (-a)^-$

اگر $\sin x \to 1$، آن‌گاه $1-\sin x \to 0^+$

اگر $\lim_{x\to a} f(x) = L$، آن‌گاه

$\lim_{x\to a} |f(x)| = |L|$

$\lim_{x\to L} f^{-1}(x) = a$

$\lim_{x\to a} g(\underbrace{f(x)}_{\text{مرحلهٔ ۱}}) \overbrace{\quad}^{\text{مرحلهٔ ۲}}$

۱) و $L \notin \mathbb{Z}$: $\lim_{x\to a}[f(x)] = [L]$

۲) $L \in \mathbb{Z}$:
- a اکسترمم نسبی باشد $\to \lim_{x\to a}[f(x)] = L$ یا $L-1$ ($\overset{\max}{\uparrow}$ $\overset{\min}{\uparrow}$)
- a اکسترمم نسبی نباشد $\to \lim_{x\to a}[f(x)]$: موجود نیست

محاسبهٔ حد از روی ضابطه

توابعی که حدشان با مقدارشان برابر است (در دامنه): $\sin x$، $\cos x$، $\tan x$، $\cot x$، a^x، $\log_a x$، چندجمله‌ای، $\sqrt[3]{\text{چندجمله‌ای}}$، $|\text{چندجمله‌ای}|$

توابعی که باید حد چپ و راست را جداگانه حساب کنیم: چندضابطه‌ای، براکتی، قدرمطلق در حالت ÷

حد تابع به فرم $\begin{cases} g(x) & x \in \mathbb{Z} \\ h(x) & x \notin \mathbb{Z} \end{cases}$ در هر نقطه‌ای از روی ضابطهٔ مربوط به $x \notin \mathbb{Z}$ به دست می‌آید.

حد تابع به فرم $[\ ]+[-\ ]$ در هر نقطه‌ای برابر -1 است.

فرق $\lim_{x\to a}[f]$ و $[\lim_{x\to a} f]$ (می‌دانیم $\lim_{x\to a} f(x) = L$)

$\lim_{x\to a}[f]$: مهم است که عامل حد، L^+ شده یا L^-. هر کدام بود، از آن براکت می‌گیریم.

$[\lim_{x\to a} f]$: خود L مهم است (کاری نداریم L^+ است یا L^-). حاصل حد $[L]$ می‌شود.

دوازدهم ریاضی مرحله بیستم، بیست‌ویکم و بیست و دوم

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

اعمال جبری

- حد ندارد = حد ندارد ± حد دارد
- حد ندارد = حد ندارد × حد دارد $(L\neq 0)$
- حد دارد = حد ندارد × حد دارد $(L=0)$ ← چپ و راست عدد باشن
- نامعلوم = حد ندارد $\frac{+}{\times}$ حد ندارد

رفع ابهام $\frac{0}{0}$

- با تجزیه
- با گویاکردن (مزدوج ـ چاق و لاغر)
- به کمک اتحادهای مثلثاتی
- به کمک هم‌ارزی (اگر $x\to 0 : y$، $\sin u \sim u$، $\cos^n u = 1-\frac{nu^2}{2}$، $\tan u \sim u$، $(1\pm u)^n \sim 1\pm nu$)

می‌شه به جاشون از Hop استفاده کرد ← $\lim\limits_{x\to a}\frac{f(x)}{g(x)} = \lim\limits_{x\to a}\frac{f'(x)}{g'(x)}$

فرمول‌های مشتق برای هوپیتال

$$u^n \xrightarrow{'} nu^{n-1}.u'$$

$$\frac{1}{u} \xrightarrow{'} \frac{-u'}{u^2}, \sqrt[2]{u} \xrightarrow{'} \frac{u'}{3\sqrt[3]{u^2}}, \sqrt{u} \xrightarrow{'} \frac{u'}{2\sqrt{u}}$$

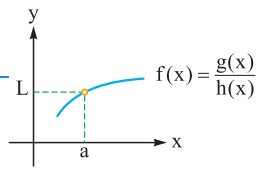
$$\cos u \xrightarrow{'} -u'\sin u, \sin u \xrightarrow{'} u'\cos u$$

$$\cot u \xrightarrow{'} -u'(1+\cot^2 u), \tan u \xrightarrow{'} u'(1+\tan^2 u)$$

$$\frac{au+b}{cu+d} \xrightarrow{'} \frac{ad-bc}{(cu+d)^2}\times u'$$

۱) $g(a)=h(a)=0$

۲) $\underbrace{\lim\limits_{x\to a} f(x)=L}_{\text{Hop یا}}$



حد بی‌نهایت

۱) $+\infty = \frac{\text{عدد مثبت}}{0^+}$، $-\infty = \frac{\text{عدد منفی}}{0^+}$، $-\infty = \frac{\text{عدد مثبت}}{0^-}$، $+\infty = \frac{\text{عدد منفی}}{0^-}$

۲) $\pm\infty = \text{عدد} \pm \infty$، $\infty = \infty\times$ عدد غیرصفر، صفر حدی $= \frac{\text{عدد}}{\infty}$، $\underbrace{\infty\times\text{صفر حدی}, \frac{\infty}{\infty}, \infty-\infty}_{\text{مبهم}}$

۳) اگر $\lim\limits_{x\to k}\frac{ax^2+bx+c}{}=\infty$ ($+\infty$ یا $-\infty$) باشد، باید مخرج به شکل $a(x-k)^2$ باشد.

۴) اگر شکل تابع $f(x)=\frac{ax^2+bx+c}{}$ در اطراف $x=k$ به صورت $\frac{}{}$ یا $\frac{}{}$ باشد، آن‌گاه مخرج $a(x-k)^2$ بوده است.

حد در بی‌نهایت

فقط جملهٔ پرتوان: $\lim\limits_{x\to\pm\infty}(ax^n+bx^{n-1}+cx^{n-2}+\cdots) = \lim\limits_{x\to\pm\infty} ax^n$

هم‌ارزی رادیکالی در $\pm\infty$:

$$\sqrt[n]{ax^n+bx^{n-1}+\cdots} = \begin{cases} \sqrt[n]{a}(x+\frac{b}{na}) & n \text{ فرد} \\ \sqrt[n]{a}\,|x+\frac{b}{na}| & n \text{ زوج} \end{cases}$$

چندجمله‌ای/چندجمله‌ای:
- درجهٔ صورت < درجهٔ مخرج ← صفر
- درجهٔ صورت = درجهٔ مخرج ← عدد غیرصفر
- درجهٔ صورت > درجهٔ مخرج ← $+\infty$ یا $-\infty$

نمایی:
- در $+\infty$، هم‌ارز بزرگ‌ترین پایه
- در $-\infty$، هم‌ارز کوچک‌ترین پایه

لگاریتم ← $\log_{a^{>1}} 0^+ = -\infty$ و $\log_{a^{0<<1}} 0^+ = +\infty$

پیوستگی

- راست: حد راست = مقدار
- چپ: حد چپ = مقدار
- دوطرفه: مقدار = حد چپ = حد راست

توابع معروف

- پیوسته روی $\mathbb{R}$: $\sin x$، $\cos x$، $|x|$، a^x، $\sqrt[\text{فرد}]{x}$
- پیوسته روی دامنه: کسری (گویا)، $\tan x$، $\cot x$، $\log_a x$
- توابع براکتی: {minهای نسبی u} − {xهایی که به ازای آن‌ها $u\in\mathbb{Z}$} = نقاط ناپیوستگی [u]

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

حسابان

اعمال جبری

- ناپیوسته = ناپیوسته ± پیوسته
- ناپیوسته = ناپیوسته × پیوسته
- پیوسته = ناپیوسته × پیوسته ← نتیجه ← اگر $\overbrace{h(x)}^{\text{پیوسته}} \times \overbrace{g(x)}^{\text{در } a \text{ ناپیوسته}}$ بخواهد در a پیوسته باشد، باید $h(a)=0$ باشد.
  - (L=0) ↓ حد چپ و راست عدد باشن
- نامعلوم = ناپیوسته ± ناپیوسته

مجانب قائم

- حتماً اول ضابطه را ساده کنید.
- در توابع کسری، ریشهٔ مخرج مجانب قائم است. (بعد از ساده‌کردن)
- در توابع به فرم $\log\frac{A}{B}$، جواب‌های $A=0$ و $B=0$، مجانب قائم‌اند.
- در $\tan u$، $u=k\pi+\frac{\pi}{2}$، مجانب قائم را می‌دهد.

مجانب افقی

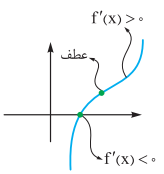
- همان حد تابع در بی‌نهایت است.
- مجانب افقی تابع $y=\frac{ax^n+bx^{n-1}+\cdots}{a'x^n+b'x^{n-1}+\cdots}$، خط $y=\frac{a}{a'}$ است.
- اگر لازم شد از هم‌ارزی رادیکالی در $\pm\infty$ استفاده کنید.
- مجانب افقی تابع $y=a^{bx+c}+d$، خط $y=d$ است.

مشتق

- تعریف مشتق: $f'(x_0)=\lim_{h\to 0}\frac{f(x_0+h)-f(x_0)}{h}$
- شرط مشتق‌پذیری: ۱) پیوستگی ۲) برابری مشتق چپ و راست
- مشتق توابع:
  - $f'(u^n)'=nu'u^{n-1}$
  - $\sin(u')=u'\cos u$
  - $\cos(u)'=-u'\sin u$
  - $\tan(u)'=u'(1+\tan^2 u)$
  - $\cot(u)'=-u'(1+\cot^2 u)$
- مشتق تابع مرکب: $(fog)'(x)=g'(x).f'(g(x))$
- قوانین مشتق:
  - $(f\pm g)'(x)=f'(x)\pm g'(x)$
  - $f.g(x)=f'(x)g(x)+g'(x)-f(x)$
  - $\frac{f}{g}(x)=g(x)\neq 0$ و $\frac{f'(x)g(x)-g'(x)f(x)}{g(x)^2}$
- آهنگ تغییر:
  - متوسط: $\frac{f(u+h)-f(u)}{h}$
  - لحظه‌ای: $\lim_{h\to 0}\frac{f(u+h)-f(u)}{h}=f'(u)$

کاربرد مشتق

- اکسترمم‌ها و توابع صعودی و نزولی:
  - صعودی $\to \forall x\in(a,b), f'(x)>0$
  - نزولی $\to \forall x\in(a,b), f'(x)<0$
- جهت تقعر و نقطهٔ عطف:



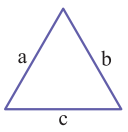
- رسم نمودار تابع

هندسه

پایه دهم

ترسیم‌های هندسی و استدلال

- **ترسیم‌های هندسی**
  - مکان هندسی
  - رسم مثلث
  - رسم چهارضلعی
- **استدلال**
  - انواع استدلال
    - استدلال استنتاجی
    - استدلال استقرایی
    - برهان خلف
    - مثال نقض
  - قضایای استدلال استنتاجی
  - نامساوی‌های مثلثی: $|a-b|<c<a+b$



دوازدهم ریاضی مرحله بیستم، بیست‌ویکم و بیست و دوم

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

تالس و تشابه

- نسبت، تناسب: $\frac{a}{b}=\frac{c}{d}\Rightarrow\frac{a+c}{b+d}=\frac{a}{b}$
- قضیهٔ تالس
  - تالس در مثلث: $\frac{AD}{AB}=\frac{AE}{AC}=\frac{DE}{BC}$
  - تالس در ذوزنقه: $\frac{AE}{AD}=\frac{BF}{BC}$
- قضیهٔ تشابه
  - حالت ز ز
  - حالت ض ز ض
  - حالت ز ض ز
- کاربردهای تالس و تشابه: $\frac{a}{a'}=\frac{b}{b'}=\frac{c}{c'}=k\Rightarrow\frac{S}{S'}=k^{2}$

چندضلعی‌ها

- قضایای چندضلعی‌ها
  - مجموع زوایا: $(n-2)\times180^\circ$
  - مجموع تعداد قطر: $\frac{n(n-3)}{2}$
- چهارضلعی‌های خاص
  - متوازی‌الاضلاع
  - مستطیل
  - لوزی
  - مربع
  - ذوزنقه
- مساحت و کاربردها
  - مساحت مثلث: $S=\frac{AH\cdot BC}{2}=\frac{1}{2}AB\cdot AC\cdot\sin\hat{A}$
  - مساحت چهارضلعی‌های خاص

تجسم فضایی

- خط، نقطه و صفحه
- نمای سه‌بعدی
- برش
- تفکر تجسمی
- دوران

هندسه یازدهم

دایره

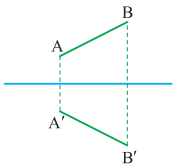
- قضایای اولیه در دایره
- زوایا در دایره
  - مرکزی
  - محاطی: $\hat{A}=\frac{\overset{\frown}{BO}}{2}$
  - ظلی
  - زوایای داخلی و خارجی: $\hat{C}=\frac{\overset{\frown}{AE}-\overset{\frown}{BD}}{2},\hat{M}=\frac{\overset{\frown}{AB}+\overset{\frown}{DE}}{2}$
- روابط طولی در دایره: $MA\times MD=MB\times ME, CB\times CA=CD\times CE$
- چندضلعی‌های محیطی و محاطی
  - $AB+CD=BC+AD, r=\frac{S}{P}$
  - $\hat{A}+\hat{C},\hat{B}+\hat{D}=180^\circ$

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

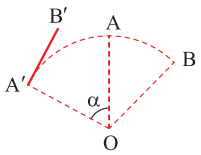
مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

تبدیلات هندسی

- **بازتاب** ← ایزومتری ✓ حفظ شیب ✗

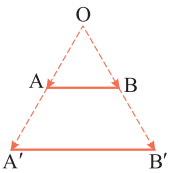


- **انتقال** ← ایزومتری ✗ حفظ شیب ✓ کاربردهای تبدیلات ← مسائل هم‌محیطی، هرون
- **دوران** ← ایزومتری ✓ حفظ شیب ✗



- **تجانس** ← ایزومتری ✗ حفظ شیب ✓

$\frac{A'B'}{AB} = K$



روابط طولی

- قضیهٔ سینوس‌ها: $\frac{a}{\sin\hat{A}} = \frac{b}{\sin\hat{B}} = \frac{c}{\sin\hat{C}} = 2R$
- قضیهٔ کسینوس‌ها:
  - قضیهٔ استوارت: $AD^2 = \frac{mb^2 + nc^2}{m+n} - mn$
  - قضیهٔ میانه‌ها: $2m_a^2 + \frac{a^2}{2} = b^2 + c^2$
- قضیهٔ نیمسازها: $AD^2 = AB \cdot AC - BD \cdot CD \;,\; \frac{BD}{CD} = \frac{AB}{AD}$
- قضیهٔ هرون: $S_{\text{مثلث}} = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-C)}$

پایه دوازدهم

ماتریس

- ماتریس مربعی ۲×۲
  - جمع و تفریق: $\begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \pm \begin{bmatrix} e & f \\ g & h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a \pm e & b \pm f \\ c \pm g & d \pm h \end{bmatrix}$
  - ضرب: $\begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} e & f \\ g & h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ae+bg & af+bh \\ ce+dg & cf+dh \end{bmatrix}$
  - دترمینان: $\begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix} = ad - bc$
  - رابطهٔ کیلی ـ همیلتون: $A = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \Rightarrow A^2 = (a+d)A - (|A|)\, I$
- دترمینان ماتریس ۳×۳
  - ۱) ساروس: $\begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix} \begin{matrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \\ a_3 & b_3 \end{matrix} = (a_1b_2c_3 + b_1c_2a_3 + c_1a_2b_3) - (c_1b_2a_3 + a_1c_2b_3 + b_1a_2c_3)$
  - ۲) بسط دادن: $\begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_1 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix} = a_1 \begin{vmatrix} b_3 & c_2 \\ b_2 & c_3 \end{vmatrix} - b_1 \begin{vmatrix} a_2 & c_2 \\ a_3 & c_3 \end{vmatrix} + c_1 \begin{vmatrix} a_2 & b_2 \\ a_3 & b_3 \end{vmatrix}$
- وارون ماتریس ۲×۲: $A = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \Rightarrow A^{-1} = \frac{1}{|A|} \times \begin{bmatrix} d & -b \\ -c & a \end{bmatrix}$
- دستگاه ۲ معادله ـ ۲ مجهولی: $A = \begin{bmatrix} a & b \\ a' & b' \end{bmatrix}$

$\begin{cases} ax + by = c \\ a'x + by' = c' \end{cases} \Rightarrow X = A^{-1}B$ ، $B = \begin{bmatrix} c \\ c' \end{bmatrix}$

حالت‌های مختلف جواب:
- $\frac{a}{a'} \neq \frac{b}{b'}$ → یک جواب
- $\frac{a}{a'} = \frac{b}{b'} \neq \frac{c}{c'}$ → صفر جواب
- $\frac{a}{a'} = \frac{b}{b'} = \frac{c}{c'}$ → بی‌شمار جواب

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

مقاطع مخروطی

۱) دایره

- معادلهٔ استاندارد: $(x-\alpha)^2+(y-\beta)^2=R^2$ ← دایره‌ای به مرکز $O(\alpha,\beta)$ و شعاع R
- معادلهٔ گسترده: $x^2+y^2+ax+by+c=0$ ← دایره‌ای به مرکز $O(\frac{-a}{2},\frac{-b}{2})$ و شعاع $R=\frac{1}{2}\sqrt{a^2+b^2-4c}$

وضعیت نقطه و دایره:

$$\begin{cases} F(A)>0 \Rightarrow \text{بیرون دایره} \\ F(A)=0 \Rightarrow \text{روی محیط} \\ F(A)<0 \Rightarrow \text{داخل دایره} \end{cases}$$

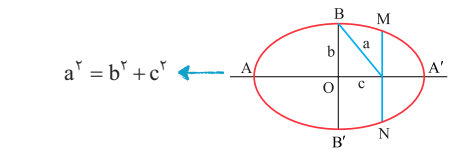
وضعیت خط و دایره:

$$\begin{cases} OH>R \Rightarrow \text{خط بیرون دایره} \\ OH=R \Rightarrow \text{خط مماس دایره} \\ OH<R \Rightarrow \text{خط و دایرهٔ متقاطع} \end{cases}$$

وضعیت دو دایره:

$$\begin{cases} d>R+r & \text{متخارج} \\ d=R+r & \text{مماس‌خارج} \end{cases} \quad , \quad \begin{cases} |R-r|<d<R+r \Rightarrow \text{متقاطع} \\ d=|R-r| \Rightarrow \text{مماس‌داخل} \end{cases}$$

۲) بیضی



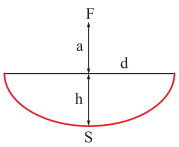
- پارامترهای بیضی ← $a^2=b^2+c^2$
- خروج از مرکز ← $e=\frac{c}{a}=\sqrt{1-(\frac{b}{1})^2}$ ← $0<e<1$
- طول وتر کانونی بیضی: $MN=\frac{2b^2}{a}$

۳) سهمی

- معادلهٔ استاندارد سهمی:
  - افقی: $(y-\beta)^2=4a(x-\alpha)$
  - قائم: $(x-\alpha)^2=4a(y-\beta)$

  ← وتر کانونی سهمی: $|4a|$
- معادلهٔ گسترده:
  - افقی: $Ay^2+By+Cx+D=0$
  - قائم: $Ax^2+Bx+Cy+D=0$

  ← $S(-,\frac{-B}{2A})$ یا $S(\frac{-B}{2A},-)$ ← $a=\frac{-c}{4A}$
- خواص:
  - دیش مخابراتی: $a=\frac{d^2}{16h}$

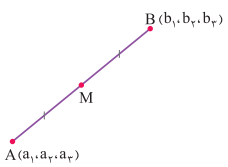


- ویژگی بازتابندگی: اشعه‌ای موازی محور تقارن تابانده شود، بازتابش از کانون برمی‌گردد و برعکس.

بردار

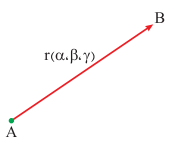
فضای $\mathbb{R}^3$

- فاصلهٔ دو نقطه: $|AB|=\sqrt{(a_1-b_1)^2+(a_2-b_2)^2+(a_3-b_3)^2}$
- مختصات وسط پاره‌خط: $M=(\frac{a_1+b_1}{2},\frac{a_2+b_2}{2},\frac{a_3+b_3}{2})$

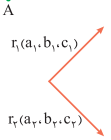


بردارها در سه بعد

- مختصات بردار: $\vec{r}=B-A$

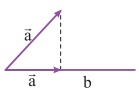


- اندازهٔ بردار: $|\vec{r}|=\sqrt{\alpha^2+\beta^2+\gamma^2}$
- مجموع دو بردار: $\vec{r_1}+\vec{r_2}=(a_1+a_2,b_1+b_2,c_1+c_2)$



ضرب داخلی دو بردار

- ضرب داخلی:
  - $\vec{a}.\vec{b}=a_1b_1+a_2b_2+a_3b_3$
  - $\vec{a}.\vec{b}=|a||b|\cos\theta$
- تصویر قائم بردار $\vec{a}$ بر بردار $\vec{b}$: $\vec{a'}=\frac{\vec{a}.\vec{b}}{|\vec{b}|^2}\vec{b}$



- کوشی ـ شوارتز: $\vec{a}.\vec{b}\le|\vec{a}||\vec{b}|$

ضرب خارجی دو بردار

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

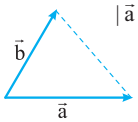
SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

بردار

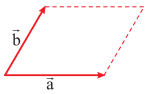
ضرب خارجی دو بردار

اندازه: $|\vec{a}\times\vec{b}|=|\vec{a}||\vec{b}|\sin\theta$

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



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



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

ریاضیات گسسته و آمار و احتمال

پایه دهم

شمارش بدون شمردن

شمارش
- اصل جمع
- اصل ضرب

جایگشت: $P(n,r)=\frac{n!}{(n-r)!}$

ترکیب: $c(n,r)=\frac{n!}{r!(n-r)!}$

پایه یازدهم

فصل اول

تعاریف مقدماتی

گزاره: جملهٔ خبری که فقط یک ارزش داشته باشد یا درست (T یا د) باشد یا نادرست (F یا ن).

گزاره نما: جملهٔ خبری شامل یک یا چند متغیر که با جای‌گذاری مقادیر به جای متغیر، تبدیل به گزاره می‌شود، گزاره‌نما می‌گوییم.

دامنهٔ گزاره‌نما (D): مجموعهٔ اعدادی که می‌توانیم به جای متغیرهای گزاره‌نما قرار دهیم.

مجموعه‌جواب گزاره‌نما (S): اعدادی از دامنه که با قراردادن آن‌ها به جای متغیرها، گزاره‌ای با ارزش درست به دست می‌آید.

ارزش گزاره‌های ترکیبی

ارزش	فارسی	ریاضی
وقتی درست است که حداقل یکی از p یا q درست باشد.	p یا q	$p\vee q$
وقتی درست است که p و q هر دو درست باشند.	p و q	$p\wedge q$
فقط در حالت «ن ⇒ د» نادرست است و در بقیهٔ حالت‌ها درست است.	اگر p آن‌گاه q	$p\Rightarrow q$
وقتی درست است که p و q هم ارزش باشند.	p اگر و فقط اگر q	$p\Leftrightarrow q$
ارزش آن برعکس p است.	نقیض p	$\sim p$

انواع سورها

نقیض			فارسی	نماد	نوع سور
$\exists x\in U;\sim p(x)$	وقتی درست است که به ازای هر x عضو U، p(x) درست باشد.	$\forall x\in U;p(x)$	به ازای هر	$\forall$	عمومی
$\forall x\in U;\sim p(x)$	وقتی درست است که به ازای حداقل یک x از U، p(x) درست باشد (یک عدد وجود داشته باشد و جواب تهی نباشد).	$\exists x\in U;p(x)$	به ازای برخی وجود دارد.	$\exists$	وجودی

تعداد زیر مجموعه‌ها

تعداد کل زیرمجموعه‌ها	زیرمجموعه‌های ناتهی	زیرمجموعه‌های غیر از خودش (سَره)	زیرمجموعه‌های شامل k عضو خاص (فاقد k عضو خاص)	زیرمجموعه‌های kعضوی
2^n	2^n-1	2^n-1	2^{n-k}	$\binom{n}{k}$

زیرمجموعه‌های kعضوی شامل x عضو خاص	زیرمجموعه‌های kعضوی فاقد x عضو خاص
$\binom{n-x}{k-x}$	$\binom{n-x}{k}$

دوازدهم ریاضی مرحله بیستم، بیست‌ویکم و بیست و دوم

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

ضرب دکارتی

زوج مرتب‌هایی (نقاطی) که مؤلفهٔ اول آن‌ها از A و مؤلفهٔ دوم از B می‌آید.

$A\times B=\{(x,y)\mid x\in A, y\in B\}=$

نمودار $A\times B$

- $n(A)=k\ ,\ n(B)=m \Rightarrow n(A\times B)=km$ (km زوج مرتب)
- نمودار مسطح می‌شود. $\Rightarrow$ B و A هر دو بازه
- نمودار k خط یا پاره‌خط یا نیم‌خط عمودی می‌شود. $\Rightarrow$ B بازه $,\ n(A)=k$
- نمودار m خط یا پاره‌خط یا نیم‌خط افقی می‌شود. $\Rightarrow$ A بازه $,\ n(B)=m$

قضیه:

$A\times B=B\times A\ ,\ A,B\neq\varnothing \Rightarrow A=B$

جبر مجموعه‌ها و گزاره‌ها

شرکت پذیری: $\begin{cases}A\cup(B\cup C)=(A\cup B)\cup C\\ A\cap(B\cap C)=(A\cap B)\cap C\end{cases}$

پخشی: $\begin{cases}A\cup(B\cap C)=(A\cup B)\cap(A\cup C)\\ A\cap(B\cup C)=(A\cap B)\cup(A\cap C)\end{cases}$ (فاکتور)	$p\vee(q\wedge r)=(p\vee q)\wedge(p\wedge r)$ $p\wedge(q\vee r)=(p\wedge q)\vee(p\wedge r)$
زیر مجموعه: $A\subseteq B \leftrightarrow \begin{cases}A\cup B=B\\ A\cap B=A\\ A-B=\varnothing\end{cases}$ (تمامی روابط دوطرفه هستند.)	$p\vee T=T$ $\quad p\wedge F=F$ $p\vee\sim p=T$ $\quad p\wedge\sim q=F$
دمورگان: $\begin{cases}(A\cup B)'=A'\cap B'\\ (A\cap B)'=A'\cup B'\end{cases}$	$\sim(p\vee q)\equiv\sim p\wedge\sim q$ $\sim(p\vee q)\equiv\sim p\wedge\sim q$
تفاضل به اشتراک: $A-B=A\cap B'$	$p\Rightarrow q\equiv\sim p\vee q\ ,\ \sim(p\Rightarrow q)\equiv p\wedge\sim q$
جذب: $\begin{cases}A\cup(A\cap B)=A & (\text{چون } A\cap B\subseteq A)\\ A\cap(A\cup B)=A & (\text{چون } A\subseteq A\cup B)\end{cases}$	$p\vee(p\wedge q)\equiv p$ $p\wedge(p\vee q)\equiv p$

فصل دوم

مجموعهٔ تمام حالت‌های ممکن

- اگر آزمایش متشکل از دو آزمایش A و B باشد $S=A\times B$

پیشامد= هر زیرمجموعهٔ فضای نمونه

- تعداد $2^{n(s)}$ پیشامد وجود دارد.

برآمد: هر عضو فضای نمونه

رخداد پیشامد: رخدادن یکی از عضوهای پیشامد

دو پیشامد ناسازگار: $A\cap B=\varnothing$

احتمال دو فضای هم‌شانس: $p(A)=\frac{n(A)}{n(S)}=\frac{\text{تعداد مطلوب}}{\text{تعداد کل}}$

احتمال غیرهم‌شانس:

S	s_1	s_2	⋯	s_n
احتمال	$P(s_1)$	$P(s_2)$	⋯	$P(s_n)$

۱) جمع احتمال‌ها $=1\Rightarrow P(s_1)+\cdots+P(s_n)=1$

۲) $\underbrace{P(\{s_1,s_2\})}_{\text{احتمال } s_1 \text{ یا } s_2}=P(s_1)+P(s_2)=1$

۳) $P(s_1)=1-P$ (بقیه) یا $P(\{s_1,s_2\})=1-P$ (بقیه)

قوانین احتمال

احتمال رخدادن A یا B $=P(A\cup B)=P(A)+P(B)-P(A\cap B)$

احتمال رخدادن A و عدم رخدادن B $=P(A\cap B')=P(A-B)=P(A)-P(A\cap B)$

احتمال آن‌که A رخ ندهد. $P(A')=1-P(A)$

احتمال آن‌که فقط یکی از A و B رخ بدهد. $=P((A-B)\cup(B-A))=P(A)+P(B)-2P(A\cap B)$

احتمال آن‌که نه A رخ بدهد و نه B. $=P(A'\cap B')=P(A\cup B)'=1-P(A\cup B)$

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

فرمول احتمال شرطی: $P(X|Y) = \frac{P(X\cap Y)}{P(Y)}$ ← احتمال اشتراک / ← احتمال شرطی (دومی)

$P(X|Y)$: احتمال X به شرط Y

برد دها:
۱) قانون ضرب احتمال
۲) (احتمال شاخه‌ای) قانون احتمال کل
۳) قانون بیز

مستقل و وابسته

$A \Leftrightarrow P(A\cap B) = P(A)\times P(B)$ و B مستقل‌اند.

۱ اگر A و B مستقل نباشند (تساوی بالا برقرار نباشد)، دو پیشامد را وابسته گوییم.

۲ اگر A و B مستقل باشند، رخداد یا عدم رخداد A تأثیری در محاسبهٔ احتمال B ندارد؛ یعنی:

$$P(B|A) = P(B|A') = P(B) \qquad (P(A)\neq 0)$$

۳ اگر A و B مستقل باشند:

الف) A, B' مستقل $\Rightarrow P(A\cap B') = P(A)\times P(B')$ ، ب) A', B مستقل $\Rightarrow P(B\cap A') = P(B)\times P(A')$ و پ) A', B' مستقل هستند؛ $\Rightarrow P(A'\cap B') = P(A')\times P(B')$ یعنی احتمال اشتراک هر دوتایی از آن‌ها برابر ضرب احتمال آن‌ها می‌شود.

احتمال دوجمله‌ای

$$P(\text{پیروزی در } n \text{ آزمایش } k) = \binom{n}{k} p^{k} (1-p)^{n-k}$$

k: تعداد پیروزی، $n-k$: تعداد شکست، p: احتمال پیروزی، $1-p$: احتمال شکست

فصل سوم

شاخص‌های عددی
- شاخص‌های مرکزی: میانگین، میانه، مد
- شاخص‌های پراکندگی: ضریب تغییرات، انحراف معیار، واریانس، دامنهٔ تغییرات

(تکرار) فراوانی دادهٔ iام $= f_i$

فراوانی نسبی $= \frac{f_i}{n}$

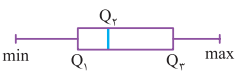
درصد فراوانی نسبی $= \frac{f_i}{n}\times 100$

زاویه در نمودار دایره‌ای $\theta_i = \frac{f_i}{n}\times 360$

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \cdots + x_n}{n}$$

میانگین موزون $\bar{x}_w = \frac{\Sigma w_i x_i}{\Sigma w_i}$

$$\Sigma(x_i - \bar{x}) = 0$$



میانه Q_2:
- تعداد داده‌ها فرد ← دادهٔ وسط
- تعداد داده‌ها زوج ← میانگین دو عدد وسط

چارک اول $= Q_1 =$ میانهٔ داده‌های قبل میانه چارک سوم $= Q_3 =$ میانهٔ داده‌های بعد میانه

دامنه میان‌چارکی $(IQR) = Q_3 - Q_1$

شاخص	فرمول
واریانس	$\sigma^2 = \frac{x_1^2 + \cdots + x_n^2}{n} - (\bar{x})^2$ یا $\sigma^2 = \frac{\Sigma(x_i - \bar{x})^2}{n}$
انحراف معیار	$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma(x_i - \bar{x})^2}{n}}$
ضریب تغییرات	$CV = \frac{\sigma}{\bar{x}}$
واریانس ۵ عدد متوالی	۲
واریانس n عدد حسابی یا قدر نسبت d	$\sigma^2 = (\frac{n^2-1}{12})d^2$

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

داده‌ها \ شاخص‌ها	$\bar{x}$	σ	σ^2
در n ضرب می‌کنیم.	در a ضرب	در $\lvert a\rvert$ ضرب	در a^2 ضرب
با b جمع می‌کنیم.	با b جمع	تغییری نمی‌کند.	تغییری نمی‌کند.

فصل چهارم

انواع روش‌های نمونه‌گیری (اندازهٔ نمونه برابر n و اندازهٔ جامعه برابر N است.)

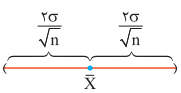
روش	تعریف	شانس انتخاب هر عضو
تصادفی ساده	نمونه‌گیری تصادفی ساده: نوعی روش نمونه‌گیری که در آن همهٔ واحدهای آماری برای انتخاب‌شدن در نمونه، احتمال یکسان دارند.	$\frac{n}{N}$
خوشه‌ای	نمونه‌گیری خوشه‌ای: نمونه‌گیری که در آن واحدهای نمونه‌گیری اولیه در جامعه، گروه‌ها یا خوشه‌ها باشند؛ سپس همهٔ واحدهای آماری خوشه‌های انتخاب‌شده را به عنوان نمونه در نظر می‌گیرد.	$\frac{n}{N}$
طبقه‌ای	نمونه‌گیری طبقه‌ای: روش نمونه‌گیری که در آن با طبقه‌بندی جامعه به زیرجامعه‌های مجزا یک نمونهٔ تصادفی ساده از هر طبقه انتخاب می‌شود.	اگر از هر طبقه متناسب با تعداد عضوها برداریم، همان $\frac{n}{N}$ است.
سامان‌مند (سیستماتیک)	نمونه‌گیری سیستماتیک یا سامان‌مند: نوعی نمونه‌گیری طبقه‌است که در آن اندازهٔ طبقات با هم برابر است. فقط از طبقهٔ اول، واحد آماری به تصادف انتخاب می‌شود و با همان رویه از طبقات دیگر، این کار انجام می‌گیرد.	$\frac{n}{N}$

برآورد

- نقطه‌ای: میانگین نمونه $\bar{x}$ که برآوردی از میانگین جامعه است.
- بازه‌ای میانگین جامعه (μ)

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{\text{انحراف معیار جامعه}}{\sqrt{\text{اندازهٔ نمونه}}}$$

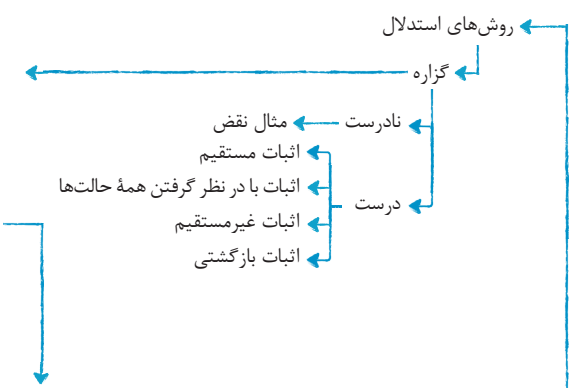
$$\bar{x} - \frac{2\sigma}{\sqrt{n}} \le \mu \le \bar{x} + \frac{2\sigma}{\sqrt{n}}$$



۱) وسط بازهٔ اطمینان همان میانگین نمونه $(\bar{x})$ است.
۲) طول بازهٔ اطمینان برابر با $\frac{4\sigma}{\sqrt{n}}$ است.

پایه دوازدهم

نظریهٔ اعداد



نوع اثبات	روش کار	کاربرد
مستقیم	از درستی فرض، به درستی حکم می‌رسیم.	از زوج یا فرد بودن اعداد به درستی حکم می‌رسیم.
در نظر گرفتن همهٔ حالت‌ها	n را حالت‌بندی می‌کنیم (مثلاً زوج و فرد) و در هر کدام به درستی حکم می‌رسیم.	برای هر n می‌خواهیم حکمی را ثابت کنیم.
برهان خلف	خلاف حکم را به تناقض می‌رسانیم.	اثبات گنگ‌بودن اعداد ـ هر جا که اثبات مستقیم دشوار باشد.
بازگشتی	حکم را با اعمال دوطرفه به یک رابطهٔ همواره درست می‌رسانیم.	نامساوی‌ها

ضرب	جمع و تفریق (نوع اثبات)	
گویا (اثبات مستقیم)	گویا (اثبات مستقیم)	هر دو گویا
(اگر عدد گویا صفر باشد. صفر ولی ضرب گویای ناصفر در گنگ، گنگ است.)	گنگ (برهان خلف)	یکی گویا و یکی گنگ
ممکن است گنگ یا گویا	ممکن است گنگ یا گویا	هر دو گنگ

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

بخش‌پذیری در اعداد صحیح

عادکردن

$a \mid b \Leftrightarrow aq = b$
$a \mid b \Rightarrow ma \mid mb$
$a \mid b \Rightarrow a \mid mb$
$a \mid b \Rightarrow a^n \mid b^n$
$a \mid b \Rightarrow a \mid b^n$
$\pm a \mid \pm a$
$\pm 1 \mid \pm a$
$a \mid 0$
$0 \mid a \Rightarrow a = 0$
$\begin{cases} a \mid b \\ a \mid c \end{cases} \Rightarrow a \mid b \pm c$

ب.م.م و ک.م.م

a, b نماد ک.م.م $= [a, b]$

a, b نماد ب.م.م $= (a, b)$

۱) $(a, b) =$ حاصل‌ضرب عامل‌های اول مشترک با توان کم‌تر

۲) $a \mid b \Rightarrow \begin{cases} (a, b) = |a| \\ [a, b] = |b| \end{cases}$

۳) $[a, b] =$ حاصل‌ضرب عوامل اول مشترک با توان بیشتر در غیرمشترک‌ها

$(ka, kb) = |k| \times (a, b)$

۴) $[ka, kb] = |k| \times [a, b]$ ویژگی فاکتورگیری

$(a, b) = 1 \Rightarrow [a, b] = |ab|$

۵) $[a, b] = \dfrac{|ab|}{(a, b)} = \dfrac{|\text{ضرب}|}{\text{ب.م.م}}$ ارتباط ب.م.م و ک.م.م:

۶) $d = (an + b, a'n + b') \Rightarrow d \left| \begin{vmatrix} a & b \\ a' & b' \end{vmatrix} \right. = ab' - ba'$ (دترمینان ضرایب)

قضیهٔ تقسیم

$a = bq + r \quad , \quad 0 \le r < b$

۱) مربع هر عدد فرد $= 8k + 1$

۲) p (اول بزرگ‌تر از ۳) $= 6k + 1$ یا $6k + 5$

اعداد اول

۱) اگر $a \mid b$، آن‌گاه a مقسوم‌علیه b (b بر a بخش‌پذیر) و b مضرب a است.

۲) اگر $a \neq \pm 1, 0$ باشد، رابطهٔ $a^m \mid a^n$ فقط وقتی برقرار است که $m \le n$.

۳) اگر $n = p_1^{\alpha_1} p_2^{\alpha_2} \dots$ تجزیه شود، داریم:

الف) $n \mid b \Rightarrow p_1^{\alpha_1} p_2^{\alpha_2} \dots \mid b \Rightarrow$ همهٔ عامل‌های $p_1^{\alpha_1}$، $p_2^{\alpha_2}$ و ... باید در b وجود داشته باشند.

ب) $a \mid n \Rightarrow a \mid p_1^{\alpha_1} p_2^{\alpha_2} \dots$

a فقط عامل‌های p_1، p_2 و ... با توان کم‌تر یا مساوی از توان آن در سمت راست می‌تواند داشته باشد.

پ) تعداد مقسوم‌علیه‌های مثبت $n = (\alpha_1 + 1)(\alpha_2 + 1) \dots$

هم‌نهشتی

$a \overset{m}{\equiv} b \Leftrightarrow m \mid a - b \Leftrightarrow a \in [b]_m$

ویژگی‌ها

$a + c \overset{m}{\equiv} b + c$
$ca \overset{m}{\equiv} cb$
$a^n \overset{m}{\equiv} b^n$
$a \overset{m}{\equiv} b \pm mk$
اگر $n \mid m$، آن‌گاه $a \overset{n}{\equiv} b$

به دست آوردن باقی‌ماندهٔ اعداد توان‌دار

۱) اگر a عددی بزرگ باشد، هم‌نهشت آن به پیمانهٔ m که کوچک‌تر از آن است (منفی یا مثبت مهم نیست) را قرار می‌دهیم.

۲) توانی از a پیدا می‌کنیم که هم‌نهشت ۱ یا -1 به پیمانهٔ m باشد، (اگر نشد سعی می‌کنیم توانی از a که هم‌نهشت عدد کوچکی به پیمانهٔ m باشد، پیدا کنیم.)

۳) با توان‌رساندن دو طرف و ضرب دو طرف در اعداد مناسب a^n را می‌سازیم.

قضیهٔ فرما: اگر p اول باشد. $p \nmid a$، آن‌گاه $a^{p-1} \overset{p}{\equiv} 1$.

اگر پیمانه اول باشد، با قضیهٔ فرما هم می‌توانیم رابطهٔ هم‌نهشتی اولیه بنویسیم.

تغییر پیمانه در هم‌نهشتی

۱) اگر دو عدد به پیمانهٔ m هم‌نهشت باشند، به پیمانهٔ مقسوم‌علیه‌های m نیز هم‌نهشت هستند.

۲) اگر دو عدد به پیمانهٔ m و n هم‌نهشت باشند، به پیمانهٔ ک.م.م n و m نیز هم‌نهشت هستند.

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

کاربردها

بخش‌پذیری بر اعداد خاص

پیمانه	قاعده	توضیح فارسی
۳ یا ۹	$\overset{۳\text{ یا }۹}{\overline{a_n a_{n-1}\dots a_0}} \equiv a_0 + a_1 + \dots + a_n$	هر عدد به پیمانهٔ ۳ یا ۹، هم‌نهشت مجموع ارقام خودش است.
۵ یا ۱۰ یا ۲	$\overset{۲\text{ یا }۱۰\text{ یا }۵}{\overline{a_n a_{n-1}\dots a_0}} \equiv a_0$	هر عدد، هم‌نهشت رقم یکان خود به پیمانهٔ ۵ یا ۱۰ یا ۲ است.
۴ یا ۲۰ یا ۲۵ یا ۵۰	$\overset{۴\text{ یا }\dots}{\overline{a_n a_{n-1}\dots a_0}} \equiv \overline{a_1 a_0}$	هر عدد هم‌نهشت دو رقم آخر (یکان و دهگان) خود به پیمانهٔ ۴ یا ۲۰ یا ۲۵ یا ۵۰ است.
۱۱	$\overset{۱۱}{\overline{a_n a_{n-1}\dots a_0}} \equiv a_0 - a_1 + a_2 - a_3 + \dots$	ارقام را از سمت راست یکی در میان $-$ و $+$ می‌گذاریم. هر عدد به پیمانهٔ ۱۱ هم‌نهشت آن است.
۸	$\overset{۸}{\overline{a_n a_{n-1}\dots a_0}} \equiv \overline{a_2 a_1 a_0}$	هر عدد هم‌نهشت سه رقم سمت راست به پیمانهٔ ۸ است.

اتحادها

۱) $(a+b)^n \overset{ab}{\equiv} a^n + b^n$

۲) زوج n: $(a-b)^n = (a+(-b))^n \overset{ab}{\equiv} a^n + (-b)^n = a^n + b^n$

۳) فرد n: $(a-b)^n = (a+(-b))^n \overset{ab}{\equiv} a^n + (-b)^n = a^n - b^n$

۴) اگر $\frac{n}{k}$ عددی طبیعی باشد ($k \mid n$ یا)، آن‌گاه $a^k - b^k \mid a^n - b^n$

۵) اگر $\frac{n}{k}$ عددی طبیعی و فرد باشد، آن‌گاه $a^k + b^k \mid a^n + b^n$

۶) اگر $\frac{n}{k}$ عددی طبیعی و زوج باشد، آن‌گاه $a^k + b^k \mid a^n - b^n$

ویژگی ساده‌سازی عدد از دو طرف هم‌نهشتی:

۱) اگر $(c,m) = ۱$ باشد، $ca \overset{m}{\equiv} cb$

۲) اگر $(c,m) = d$ باشد، c را ساده کرده، ولی پیمانه را باید به d تقسیم کنیم.

رقم یکان

رقم یکان هر عدد برابر است با باقی‌ماندهٔ تقسیم آن عدد بر ۱۰؛ پس برای پیداکردن رقم یکان اعداد از هم‌نهشتی به پیمانهٔ ۱۰ استفاده می‌کنیم.

تقویم‌نگاری

۱) فاصلهٔ روزهای دو تاریخ را پیدا می‌کنیم. دقت کنید اگر امروز nام ماه باشد، تا انتهای ماه $(n-۳۱)$ روز (برای ۶ ماه اول) یا $(n-۳۰)$ روز (برای ۶ ماه دوم) مانده است.

۲) باقی‌ماندهٔ عدد به دست آمده به ۷ را پیدا می‌کنیم.

۳) اگر تاریخ جلوتر را بخواهیم، به اندازهٔ باقی‌مانده از مبدأ داده‌شده جلو می‌رویم و اگر تاریخ عقب‌تر را بخواهیم، به اندازهٔ باقی‌مانده عقب می‌رویم.

حل معادله

حل معادلهٔ هم‌نهشتی $ax \overset{m}{\equiv} b$

۱) اگر a و b اعداد بزرگی هستند، هم‌نهشت آن‌ها به پیمانهٔ m را قرار می‌دهیم.

۲) با اضافه‌کردن مضارب پیمانه به b کاری می‌کنیم تا دو طرف بر a بخش‌پذیر باشند.

۳) با استفاده از ویژگی تقسیم، دو طرف را به a ساده می‌کنیم تا x به دست آید.

معادلهٔ سیالهٔ خطی $ax + by = c$

شرط جواب: $(a,b) \mid c$ (یعنی ب.م.م ضرایب عدد ثابت c را عاد کند.)

روش‌های حل: الف) هم‌نهشتی ب) استفاده از فرمول

روش هم‌نهشتی

۱) دو طرف را به پیمانهٔ ضریب کوچک‌تر (علامت مهم نیست)، مثلاً اگر دو طرف را به پیمانهٔ a ببریم؛ می‌شود:

$$ax + by \overset{a}{\equiv} c \Rightarrow by \overset{a}{\equiv} c$$

۲) معادلهٔ هم‌نهشتی را حل کرده و y را پیدا می‌کنیم

۳) با قراردادن y در معادله، x را پیدا می‌کنیم.

روش استفاده از فرمول: اگر بتوانیم با جست‌وجو، یک جواب معادله به صورت (x_0, y_0) را پیدا کنیم، کل جواب‌ها به دست می‌آید:

$$\begin{cases} x = x_0 + \frac{b}{d}k \\ y = y_0 - \frac{a}{d}k \end{cases} \qquad d = (a,b)$$

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

نظریهٔ گراف

مقدمات گراف

نماد	اسم
$V(G)$	مجموعهٔ رأس‌های گراف
$E(G)$	مجموعهٔ یال‌های گراف
p	مرتبهٔ گراف
q	اندازهٔ گراف
$\deg_G(v)$	درجهٔ رأس v
Δ	ماکزیمم درجه
δ	مینیمم درجه
$N_G(a)$	همسایگی باز رأس a
$N_G[a]$	همسایگی بستهٔ رأس a

۱) تعداد درجه‌ها برابر تعداد رأس‌ها یا مرتبهٔ گراف است.
۲) مجموع درجات برابر با $2q$ است.
۳) تعداد رأس‌های فرد (رأس‌های با درجهٔ فرد)، عددی زوج است.
۴) تعداد رأس‌های زوج (رأس‌های با درجهٔ زوج) از نظر زوج و فردی مثل مرتبهٔ گراف است.
۵) $\Delta \le p-1$
۶) اگر k رأس از درجهٔ $p-1$ (رأس فول یا رأسی که به همه وصل است.) داشته باشیم، $\delta \ge k$ باید باشد.
۷) در بین درجه‌ها حتماً عدد تکراری وجود دارد.

۱) $0 \le \delta \le \deg v \le \Delta \le p-1$
۲) $0 \le q \le \frac{p(p-1)}{2}$
۳) $|N_G[a]| = 1 + \deg(a), |N_G(a)| = \deg(a)$

تعداد گراف‌ها

نوع گراف	تعداد
گراف ساده با p رأس مختلف	$2^{\frac{p(p-1)}{2}}$
گراف ساده با p رأس مختلف شامل (یا فاقد) k یال مشخص	$2^{\frac{p(p-1)}{2}-k}$
گراف‌های سادهٔ q یالی با p رأس مختلف	$\binom{\frac{p(p-1)}{2}}{q}$
گراف‌های جهت‌دار با p رأس مختلف	$2^{p(p-1)}$

گراف‌های خاص

اسم	نماد	تعریف	ویژگی‌ها
گراف کامل مرتبهٔ P	k_p	گرافی که هر دو رأس در آن مجاورند. (به هم وصل‌اند.)	۱) درجهٔ همهٔ رأس‌ها $p-1$ است. ۲) گراف $(p-1)$ـ منتظم است. ۳) $q = \frac{p(p-1)}{2}$ ۴) بیشترین یال را در بین گراف‌های هم‌مرتبهٔ خود دارد.
گراف مکمل G	$\bar{G}$	رأس‌های $\bar{G}$ همان رأس G است. یال‌های $\bar{G}$ یال‌هایی هستند که در G وجود ندارد.	۱) $q(G)+q(\bar{G}) = \frac{p(p-1)}{2}$ ۲) $\deg_G(v)+\deg_{\bar{G}}(v) = p-1$
گراف kـ منتظم	—	گرافی که درجهٔ هر رأس برابر k است.	۱) $kp = 2q$ که $0 \le k \le p-1$ ۲) گراف فرد منتظم مرتبهٔ فرد نداریم. (از بین p و k حداقل یکی زوج باید باشد.)

انواع گراف‌های منتظم

نوع	ویژگی
گراف ۰ـ منتظم (گراف تهی)	۱) $q = 0$ ۲) از تعدادی رأس ایزوله تشکیل شده.
گراف ۱ـ منتظم	از تعدادی یال تشکیل شده است.
گراف ۲ـ منتظم	از اجتماع تعدادی چندضلعی تشکیل شده است.
گراف کامل k_p	$(p-1)$ـ منتظم هستند.

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

مسیر ـ دور

مسیر	دنباله‌ای از رأس‌های غیرتکراری که رأس‌های پشت سر هم به هم وصل‌اند.
طول مسیر	تعداد یال‌های طی‌شده (یا یکی کم‌تر از تعداد رأس‌های مسیر)
P_n	مسیر nرأسی به طول $n-1$

۱) مسیر رأس تکراری ندارد.
۲) هر رأس یک مسیر به طول صفر به خودش است؛ پس تعداد مسیرهای به طول صفر برابر مرتبهٔ گراف یا p است.
۳) تعداد مسیرهای به طول یک، برابر تعداد یال‌های گراف یا q است.
۴) تعداد مسیرهای به طول حداکثر یک، برابر $p+q$ است.
۵) برای به دست آوردن تعداد مسیرها از روی درجه‌ها ابتدا گراف را رسم و سپس به صورت مستقیم مسیرها را شمارش می‌کنیم.

گراف همبند ← گرافی که بین هر دو رأس آن، مسیر وجود دارد.

۱) $q < p-1$ ← قطعاً ناهمبند
۲) $p-1 \le q \le \binom{p-1}{2}$ ممکن است همبند یا ناهمبند
۳) $q > \binom{p-1}{2}$ ← قطعاً همبند

دور	دنباله‌ای از رأس‌های غیرتکراری (به غیر از اول و آخر) که رأس‌های پشت سر هم به هم وصل‌اند.
طول دور	تعداد یال‌های طی‌شده
C_n	دور nرأسی به طول $(n \ge 3)n$

۱) در گراف غیرکامل به صورت مستقیم شمارش می‌کنیم.
۲) تعداد دورهای به طول m در KP برابر $\binom{p}{m}\frac{(m-1)!}{2}$ است.

مباحثی در ترکیبات

یادآوری تعاریف:

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

قضیهٔ 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 kام و یکسان باشند، در این صورت تعداد کل جایگشت‌های اشیاء برابر است با:

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

تعداد جواب‌های صحیح و نامنفی معادلهٔ $x_1+x_2+\cdots x_k=n$ برابر است با: $\binom{n+k-1}{k-1}$

تعریف:

یک جدول مربعی از اعداد ۱و۲و... n به شکل یک مربع $n\times n$ که سطرها و ستون‌های آن با اعداد ۱و۲و... 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 قرارگرفتن 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:

$$A=\begin{array}{|c|c|c|c|}\hline ۲&۳&۴&۱\\\hline ۳&۲&۱&۴\\\hline ۴&۱&۲&۳\\\hline ۱&۴&۲&۳\\\hline\end{array} \qquad B=\begin{array}{|c|c|c|c|}\hline ۲&۳&۴&۱\\\hline ۴&۱&۲&۳\\\hline ۱&۴&۳&۲\\\hline ۳&۲&۱&۴\\\hline\end{array} \longrightarrow \begin{array}{|c|c|c|c|}\hline ۲۲&۳۳&۴۴&۱۱\\\hline ۳۴&۳۱&۱۲&۴۳\\\hline ۴۱&۱۴&۲۳&۳۲\\\hline ۱۳&۴۲&۳۱&۲۴\\\hline\end{array}$$

روش‌هایی برای شمارش:

اصل شمول و عدم شمول: اگر A و B دو مجموعهٔ متناهی باشند، آن‌گاه داریم: $|A\cup B|=|A|+|B|-|A\cap B|$

نتیجهٔ اصل شمول و عدم شمول: اگر A و B زیرمجموعه‌های S باشد، 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 لانهٔ کبوتری:

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

تعمیم اصل لانهٔ 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.

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

فیزیک

پایه دهم

فصل اول

- تفکر نقادانه و اندیشه‌ورزی فعال: نقطهٔ قوت علم فیزیک
- مدل‌سازی: حذف عواملی که تأثیر کمی روی پدیده دارند.

فیزیک و اندازه‌گیری

اندازه‌گیری

- اصلی و فرعی
  - اصلی: مستقل ← ۷تا
    - طول (متر)
    - جرم (کیلوگرم)
    - زمان (ثانیه)
    - دما (کلوین)
    - مقدار ماده (مول)
    - جریان (آمپر)
    - روشنایی (کندلا)
  - فرعی: حاصل ترکیب کمیت‌های اصلی
- کمیت‌ها
  - برداری و نرده‌ای
    - برداری: جهت دارد ← ۷تا
      - جابه‌جایی
      - سرعت
      - تکانه
      - شتاب
      - نیرو
      - میدان الکتریکی
      - میدان مغناطیسی
    - نرده‌ای: جهت ندارد ← مثل: کار، شار، فشار، جریان
  - سازگاری یکاها: $A+B=C$ ← یکاهای A و B و C یکسان است.
  - چند یکا
    - سال نوری (ℓy): مسافت نور در یک سال
    - یکای نجومی (AU): متوسط فاصلهٔ زمین تا خورشید
    - آنگستروم $(\mathring{A})$: 10^{-10} متر
  - آهنگ تغییر: تغییر کمیت در واحد زمان $(\frac{\Delta(\text{کمیت})}{\Delta t})$

اندازه‌گیری

- دقت اندازه‌گیری
  - دقت وسیلهٔ اندازه‌گیری ← کم‌ترین ارزش مکانی:
    - $m = 10/02\ g \Rightarrow$ دقت $= 0/01\ g$
    - $\ell = 52/0\ cm \Rightarrow$ دقت $= 0/1\ cm$
  - مهارت ← باید عمود نگاه کنیم.
  - تعداد اندازه‌گیری ← دادهٔ پرت را حذف کرده و سپس میانگین می‌گیریم.

چگالی

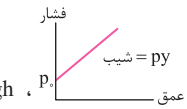
- $(10^3\ \frac{kg}{m^3} = 1\ \frac{g}{cm^3})\ \rho = \frac{m}{V}$
- چگالی کم‌تر، مایع بالاتر
- حجم کره، $\frac{4}{3}\pi r^3$ = حجم استوانه $\pi r^2 h$
- حجم حفره: $V_{\text{حفره}} = V_{\text{کل}} - \frac{m}{\rho}$
- چگالی مخلوط: $\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_1+m_2}{V_1+V_2} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1+V_2} = \frac{m_1+m_2}{\frac{m_1}{\rho_1}+\frac{m_2}{\rho_2}}$

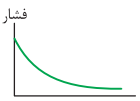
فصل دوم

ویژگی‌های فیزیکی مواد

- حالت‌های ماده
  - جامد، مایع، گاز، پلاسما (نیاز به دمای بسیار بالا)
  - فاصلهٔ ذرات مایع و جامد تقریباً یکسان و کم‌تر از گاز است.
- انواع جامد
  - بلورین: منظم، نقطهٔ ذوب معین، سردکردن آهستهٔ مایع
  - بی‌شکل (آمورف): نامنظم، ذوب تدریجی، سردکردن سریع مایع

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

- **ویژگی‌های فیزیکی مواد**
  - نیروی بین مولکولی
    - انواع
      - هم‌چسبی: بین ذرات یک ماده ← اثر: کشش سطحی، تشکیل قطره
      - دگرچسبی: بین ذرات دو مادهٔ مختلف
      - **نکته:** دمای بالا ← کاهش هم‌چسبی
    - ترشوندگی
      - تر می‌کند: دگرچسبی > هم‌چسبی ← آب و شیشه
      - تر نمی‌کند: دگرچسبی < هم‌چسبی ← جیوه و شیشه، آب و شیشهٔ چرب
    - مویینگی
      - مایع بالا رفته و سطح آن فرو رفته است: دگرچسبی > هم‌چسبی
      - مایع پایین رفته و سطح آن برآمده است: دگرچسبی < هم‌چسبی
  - فشار
    - تعریف: $P=\frac{F}{A}$، جامدهای استوانه‌ای: $P=\rho gh$
    - فشار شاره‌ها: $P=\rho gh$ فشار مایع (پیمانه‌ای)، $\Delta P=\rho g\Delta h$، فشار در نقاط هم‌تراز برابر است.
    - نمودار فشار برحسب عمق: 

      فشار کل: $P=P_0+\rho gh$ ،
    - یکاها: $1\,bar=10^5\,Pa$ ، $cmHg \xrightarrow{\times\rho_{Hg}\times\frac{h}{100}} Pa$
    - فشار مایع در ظروف استوانه‌ای: $P=\frac{mg}{A}$
    - اگر فشار یک نقطه از شارهٔ ساکن به اندازهٔ ΔP زیاد شود، فشار تمام نقاط به اندازهٔ ΔP زیاد می‌شود.
    - فشار هوا: با افزایش فاصله از زمین فشار و چگالی کم می‌شود: 

    - نیرو: $F=PA$
    - فشار پیمانه‌ای: $P_{پیمانه‌ای}=P-P_0$
  - نیروی شناوری
    - رو به بالا، به دلیل اختلاف فشار بالا و پایین جسم
    - مقایسهٔ چگالی جسم و مایع
      - $\rho_{مایع}>\rho_{جسم}$ ⇐ ته‌نشین
      - $\rho_{مایع}<\rho_{جسم}$ ⇐ شناوری در سطح، بالارفتن
      - $\rho_{مایع}=\rho_{جسم}$ ⇐ غوطه‌وری
  - شارهٔ در حال حرکت
    - معادلهٔ پیوستگی: آهنگ شاره، ثابت است ⇐ $v_1A_1=v_2A_2$
    - اصل برنولی ـ تندی افزایش ⇐ فشار کاهش

فصل سوم

- **کار، انرژی، توان**
  - کار: کار نیروی ثابت: $W=Fd\cos\theta$
    - $\theta=90 \Leftarrow W=0$
    - کار نیروی وزن: $W_{mg}=-mg\Delta h$ (فقط تغییر ارتفاع مهم است.)
    - کار نیروی اصطکاک: $W_{f_k}=-f_k\ell$
    - کار نیروی مقاومت هوا: $W_{f_d}=-f_dd$
    - کار کل: $W_t=W_1+W_2+\cdots$
    - بردار یکه: $W=F_xd_x+F_yd_y$
  - انرژی مکانیکی (E): مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل
    - انرژی جنبشی: $K=\frac{1}{2}mv^2$
    - انرژی پتانسیل گرانشی: $U=mgh$
    - انرژی پتانسیل کشسانی: انرژی ذخیره‌شده در فنر کشیده یا فشرده
  - رابطهٔ کار و انرژی
    - قضیهٔ کار ـ انرژی جنبشی: $W_t=\Delta K$
    - رابطهٔ کار نیروی وزن و تغییر انرژی پتانسیل گرانشی: $W_{mg}=-\Delta U$
    - پایستگی انرژی مکانیکی ـ در صورت نبود اتلاف انرژی: $E_1=E_2 \Rightarrow K_1+U_1=K_2+U_2$
    - کار نیروی اتلافی: $E_2-E_1=$ تغییر انرژی مکانیکی = تغییر انرژی درونی = |کار نیروی تلف‌کننده|
  - توان و بازده
    - توان: آهنگ انجام کار: $P=\frac{W}{t}$
      - اسب بخار (hp): یکای توان
    - بازده: کار مفید به انرژی ورودی: $Ra=\frac{W}{E_{ورودی}}=\frac{P_{خروجی}}{P_{ورودی}}$

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

فصل چهارم

دما و گرما

- **دما**
  - مقیاس‌های دما
    - $T = \theta + ۲۷۳$
    - $F = \frac{۹}{۵}\theta + ۳۲$
    - $\Delta F = \frac{۹}{۵}\Delta\theta$ ، $\Delta T = \Delta\theta$
  - دماسنج‌های معیار: گازی، پلاتینی، تفسنج (پیرومتر)
  - کمیت دماسنجی: کمیتی که تغییر آن نشانهٔ تغییر دما است
    - جیوه‌ای و الکلی: ارتفاع مایع
    - ترموکوپل ـ ولتاژ
  - ترموکوپل: از دو فلز غیرهم‌جنس ساخته شده، خیلی سریع، گسترهٔ دمایی بالا (وابسته به جنس دو سیم)
  - دماسنج بیشینه ـ کمینه ⇐ کاربرد: باغداری، هواشناسی
- **انبساط گرمایی**
  - انبساط طولی: $\Delta\ell = \ell_A\Delta\theta$
  - انبساط سطحی: $\Delta A = A_۱۲\alpha\Delta\theta$
  - انبساط حجمی: $\Delta V = V_۱۳\alpha\Delta\theta$ ، $\Delta V = V_۱\beta\Delta\theta$
  - با افزایش دمای فلز، تمام ابعاد، حتی سوراخ‌ها بزرگ می‌شوند.
  - کاربردها: دماپا و دماسنج نواری دو فلز: دو نوار فلزی چسبیده به هم که با تغییر دما خم می‌شود.
  - تغییر چگالی با دما: $\Delta\rho = -\rho_۱\beta\Delta\theta$ ، $\Delta\rho = -\rho_۱۳\alpha\Delta\theta$
  - انبساط غیرعادی آب
    - حجم آب: تا $۴\,^\circ C$ کاهش، سپس افزایش
    - چگالی آب: تا $۴\,^\circ C$ افزایش، سپس کاهش
- **گرما**
  - تغییر دما در اثر گرما: $Q = mc\Delta\theta$ ، $Q = C\Delta\theta$ ، $C = mc$
  - تغییر حالت در اثر گرما: $Q = \pm mL_f$ (ذوب / انجماد)، $Q = \pm mL_v$ (تبخیر / میعان) ، هنگام تغییر حالت، دما ثابت است.
  - تبخیر سطحی و جوشیدن: اولی در هر دما، دومی فقط در دمای معین، اولی در سطح مایع و دومی از همه‌جای مایع
  - نقطهٔ ذوب و جوش: وابسته به جنس و فشار
  - توان گرمایی: $PtRa = Q$
- تعادل گرمایی: $Q_۱ + Q_۲ + \cdots = ۰$
- روش‌های انتقال گرما
  - رسانش: انتقال ارتعاش ذرات، در رساناهای الکتریکی تأثیر الکترون آزاد بیشتر است.
  - همرفت: انتقال مادهٔ گرم، واداشته و طبیعی، در اثر تغییر چگالی مایع گرم بالا می‌رود.
  - تابش: هر جسم در هر دمایی، سرعت بالا، سطح تیره‌تر و کدرتر ⟵ تابش بیشتر
- **قوانین گازها**
  - معادلهٔ حالت: $PV = nRT$ ، $n = \frac{m}{M}$ و $n = \frac{N}{N_۰}$
    - $N_۰$: عدد آووگادرو، M: جرم مولی، دما: دمای کلوین
  - چگالی گاز کامل: $\rho = \frac{PM}{RT}$
  - رابطهٔ نسبی: $\frac{P_۲V_۲}{P_۱V_۱} = \frac{n_۲T_۲}{n_۱T_۱}$

حفظی‌های کتاب درسی رو بفون!

فصل پنجم

ترمودینامیک

- **قانون اول ترمودینامیک**
  - $\Delta U = Q + W$
  - انبساط: $W < ۰$ ، تراکم: $W > ۰$
  - دریافت گرما: $Q > ۰$ ، از دست دادن گرما: $Q < ۰$
  - اندازهٔ W برابر است با مساحت زیر نمودار $P - V$
  - $W' = -W$ ⟵ (کار محیط روی سیستم) $-$ = کار سیستم روی محیط
  - W و Q وابسته به مسیر فرایند، ΔU : فقط وابسته به دمای اول و آخر
  - انرژی درونی گاز کامل فقط متناسب با دماست: $U \propto T \propto PV$

دوازدهم ریاضی مرحله بیستم، بیست‌ویکم و بیست و دوم

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

ترمودینامیک

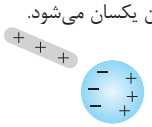
- **فرایندهای خاص**
  - فرایند هم‌حجم: حجم ثابت، $P \propto T$ ، $W = 0$ ، $\Delta U = Q$
  - فرایند هم‌فشار
    - فشار ثابت، $V \propto T$ ، $W = -P\Delta V$ و $-nR\Delta T$
    - انبساط هم‌فشار: $W < 0$ ، $Q > 0$ ، $\Delta U > 0$
    - تراکم هم‌فشار: $W > 0$ ، $Q < 0$ ، $\Delta U < 0$
  - فرایند هم‌دما
    - دما ثابت: ثابت PV ، $\Delta U = 0$ ، $Q = -W$
    - انبساط هم‌دما ← $V \uparrow$ ، $P \downarrow$ ، $W < 0$ ، $Q > 0$
    - تراکم هم‌دما ← $V \downarrow$ ، $P \uparrow$ ، $W > 0$ ، $Q < 0$
  - فرایند بی‌دررو
    - $Q = 0$ ، عایق‌بندی یا خیلی سریع، $\Delta U = W$
    - انبساط بی‌دررو: $V \uparrow$ ، $P \downarrow$ ، $T \downarrow$ ، $W < 0$ ، $\Delta U < 0$
    - تراکم بی‌دررو: $V \downarrow$ ، $P \uparrow$ ، $T \uparrow$ ، $W > 0$ ، $\Delta U > 0$
    - در نمودار $P - V$ شیب بی‌دررو بیشتر از هم‌دما است.
- **چرخه**
  - $\Delta U_{\text{چرخه}} = 0$ ، $W_{\text{چرخه}} = -Q_{\text{چرخه}}$ ، مساحت داخل $P - V = |W_{\text{چرخه}}| = |Q_{\text{چرخه}}|$
  - $W_{\text{چرخه}} = W_1 + W_2 + \cdots$ ، $Q_{\text{چرخه}} = Q_1 + Q_2 + \cdots$ ، $\Delta U_{\text{چرخه}} = \Delta U_1 + \Delta U_2 + \cdots$
  - چرخهٔ ساعتگرد: $W_{\text{چرخه}} < 0$ ، $Q_{\text{چرخه}} > 0$ ، چرخهٔ پادساعتگرد: $W_{\text{چرخه}} > 0$ ، $Q_{\text{چرخه}} < 0$
- **ماشین گرمایی**
  - $Q_H = |Q_L| + |W|$ ، بازده: $\eta = \frac{|W|}{Q_H}$ ، $|W| = pt$
  - قانون دوم ترمودینامیک: هیچ وقت بازده ۱۰۰ درصد نیست.
  - حفظی‌های کتاب درسی را بخون!
- **یخچال**
  - با انجام کار، گرما از جسم سرد به گرم منتقل می‌شود.
  - $W + Q_L = |Q_H|$

قانون دوم ترمودینامیک: گرما به طور خودبه‌خود از جای گرم به سرد می‌رود و انتقال گرما از جسم سرد به گرم، حتماً نیاز به انجام کار دارد.

پایه یازدهم

فصل اول

- **بار الکتریکی**
  - بار: کوانتیده و پایسته
  - $q = \pm ne$
  - هم‌نام: دافعه، ناهم‌نام: جاذبه
  - روش‌های باردارشدن اجسام
    - تماس: دو کرهٔ مشابه، بعد از تماس بارشان یکسان می‌شود.
    - مالش: در سری الکتریسیته مالش الکترون از بالایی به پایینی می‌رود.
    - القا: روش باردارکردن بدون تماس



- **نیروی الکتریکی**
  - قانون کولن: $F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$ ← $F = 9 \times 10^9 \frac{q_1q_2}{r^2}$ (q_1 و q_2 : μC و r : cm)
  - برآیندگیری
    - عمود $F_{net} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$
    - هم‌جهت $F_{net} = F_1 + F_2$
    - در خلاف جهت $F_{net} = |F_1 - F_2|$
  - دوقطبی الکتریکی: دو بار هم‌اندازه و ناهم‌نام در فاصلهٔ معین از هم
- **میدان الکتریکی**
  - تعریف: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$
    - $q > 0$ ← $\vec{F}$ در جهت $\vec{E}$
    - $q < 0$ ← F در خلاف جهت $\vec{E}$
  - میدان حاصل از بار: $E = \frac{kq}{r^2}$
    - $q > 0$: بردار $\vec{E}$ از q خارج می‌شود.
    - $q < 0$: بردار $\vec{E}$ به q وارد می‌شود.
  - خطوط میدان
    - بردار میدان، مماس و هم‌جهت با خط میدان
    - تراکم بیشتر ← میدان قوی‌تر
    - از $(+)$ به $(-)$
    - یکدیگر را قطع نمی‌کنند.
    - در اطراف بار بزرگ‌تر تراکم و تعداد خطوط بیشتر است.
  - میدان الکتریکی یکنواخت: همه‌جا هم‌اندازه و هم‌جهت ـ بین دو صفحهٔ رسانای $+Q$ و $-Q$

الکتریسیتهٔ ساکن

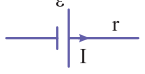
SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

الکتریسیتهٔ ساکن

- انرژی پتانسیل الکتریکی
  - $|\Delta U| = W_E = Eqd$، d: جابه‌جایی راستای خطوط میدان، $\Delta U = -W_E$
  - بار (+) در جهت میدان ← U↓، بار (−) در جهت میدان ← U↑
  - بدون عامل خارجی ← $\Delta K = -\Delta U = +W_E$
  - اختلاف پتانسیل الکتریکی
    - $\Delta V = \frac{\Delta U}{q}$:علامت سه کمیت مهم
    - $|\Delta V| = Ed$:d فاصله در راستای خطوط میدان
  - در جهت خطوط میدان پتانسیل کاهش و در خلاف جهت افزایش
- توزیع بار در رسانا
  - چند نکته
    - توزیع بار فقط در سطح خارجی رسانا
    - میدان داخل رسانا صفر
    - خطوط میدان بیرون رسانا بر سطح عمود
    - پتانسیل تمام نقاط رسانا برابر
    - تراکم بار در نقاط نوک‌تیز، بیشتر
  - چگالی سطحی: $\sigma = \frac{Q}{A}$ ←(کره) $\sigma = \frac{Q}{4\pi r^2}$
- خازن
  - ظرفیت: $C = \frac{Q}{V} \Rightarrow Q = CV$
  - عوامل مؤثر بر ظرفیت: $C = k\varepsilon_0 \frac{A}{d}$
  - انرژی: $U = \frac{1}{2}QV = \frac{Q^2}{2C} = \frac{1}{2}CV^2$
  - میدان بین صفحه‌ها: $E = \frac{V}{d} = \frac{Q}{kA}$
  - دی‌الکتریک (چه قطبی، چه غیرقطبی) ← سبب افزایش C و V_{max}
  - خازن وصل به باتری ← ثابت: V
    - $Q \propto C$
    - $U \propto C$
  - خازن جدا از باتری ← ثابت: Q
    - $V \propto \frac{1}{C}$
    - $U \propto \frac{1}{C}$

فصل دوم

- جریان و مقاومت الکتریکی
  - جریان الکتریکی
    - $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$
    - آمپرساعت: یکای بار، Δt برحسب ساعت و I برحسب آمپر
    - جریان در خلاف جهت حرکت الکترون‌ها، در یک مقاومت جریان از پتانسیل بیشتر به کم‌تر
  - مقاومت الکتریکی
    - $R = \frac{V}{I}$
    - انواع رسانا
      - اهمی ← R: ثابت
      - غیراهمی ← R: وابسته به V و I
    - در رسانای اهمی: شیب نمودار $V - I$: R، شیب نمودار $I - V$: $\frac{1}{R}$
    - عوامل مؤثر بر مقاومت رسانا ← $R = \rho \frac{\ell}{A}$
    - اثر دما روی مقاومت
      - رسانا: دما ↑ ← R ↑
      - نیم‌رسانا: دما ↑ ← R ↓
    - $\Delta R = R_1 \alpha \Delta\theta$
    - مقاومت‌های کربنی: حلقهٔ $\overline{ab} \times 10^n$، حلقهٔ چهارم: حلقهٔ تلرانس
      - طلایی ٪۵
      - نقره‌ای ٪۱۰
      - بی‌رنگ ٪۲۰
    - مقاومت‌های خاص را بخون!
- جریان و مدار الکتریکی
  - تک‌باتری: $I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}}$، جریان از قطب + باتری خارج می‌شود:



  - چندباتری: $I = \frac{\text{جمع } \varepsilon}{\text{جمع } r \text{ و } R}$، جهت جریان را باتری یا باتری‌های قوی‌تر مشخص می‌کند.
  - مدار ساده
    - حرکت در مدار
      - عبور از مقاومت
        - در جهت جریان $-RI$
        - در خلاف جهت جریان $+RI$
      - عبور از باتری
        - قطب (−) به (+): $+\varepsilon$
        - قطب (+) به (−): $-\varepsilon$
    - اختلاف پتانسیل دو سر باتری: $V_{\text{باتری}} = \varepsilon - rI$ ← نمودار: | شیب | = r و عرض از مبدأ = ε
    - مولد در حال شارژ: $V_{\text{باتری شارژ}} = \varepsilon + rI$

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

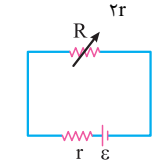
جریان و مدار الکتریکی

توان الکتریکی

- فرمول کلی $P = VI$
  - جریان از پتانسیل بیشتر به کم‌تر: مصرف‌کننده
  - جریان از پتانسیل کم‌تر به بیشتر: تولیدکننده
- توان مصرفی مقاومت $P = RI^2 = \frac{V^2}{R} = VI$
  - ولتاژ اسمی (V_s)، توان اسمی (P_s) ← $P_s = \frac{V_s^2}{R}$ و $\frac{P}{P_s} = (\frac{V}{V_s})^2$

توان باتری

- توان تولیدی: εI
- توان مصرفی: rI^2
- توان خروجی
  - $P_{خروجی} = \varepsilon I - rI^2$: نمودار سهمی: $P = \frac{\varepsilon^2}{4r}$ خروجی، I: $\frac{\varepsilon}{2r}$، $\frac{\varepsilon}{r}$
  - هر چه R به r نزدیک، توان خروجی بیشتر
  - $R = r$ ← توان خروجی MAX می‌شود.



  - اگر به ازای R_1 و R_2 توان خروجی برابر باشد ← $r^2 = R_1R_2$
- توان ورودی مولد در حال شارژ: $P = \varepsilon I + rI^2$

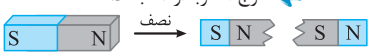
به هم بستن مقاومت‌ها

- متوالی (سری)
  - یک سر مشترک دارند، بدون انشعاب
  - جریان‌ها برابر
  - $R_{eq} = R_1 + R_2 + \cdots$
- موازی
  - دو سر مشترک (انشعاب مهم نیست)
  - ولتاژها برابر
  - $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots$ ، $R_{eq} = \frac{R_1R_2}{R_1 + R_2}$ ، $R_{eq} < R_1, R_2$
  - جریان‌ها به نسبت عکس مقاومت‌ها پخش می‌شوند.

فصل سوم

مغناطیس

میدان مغناطیسی و آهنربا

- خطوط میدان
  - داخل آهنربا از S به N
  - خارج آهنربا از N به S
- شکل: 

- خطوط میدان مغناطیسی زمین، از قطب جنوب به شمال

نیروی مغناطیسی

وارد بر بار متحرک

- اندازه: $F = |q|vB\sin\alpha$ ، α زاویهٔ بین میدان و جهت حرکت
- جهت
  - ۴ انگشت: $\vec{v}$
  - کف دست: $\vec{B}$
  - شست: $\vec{F}$
  - بار $\oplus$: دست راست
  - بار $\ominus$: دست چپ
- چند نکته
  - F بر v و B همیشه عمود است.
  - تندی ثابت، فقط جهت عوض می‌شود. ← این نیرو کار انجام نمی‌دهد
  - حرکت بار موازی خطوط میدان: $F = 0$
  - حرکت بار عمود بر خطوط میدان: $F_{max} = |q|vB$

وارد بر سیم حامل جریان

- اندازه: $F = BI\ell\sin\alpha$ ، زاویهٔ بین جریان و میدان
- جهت
  - ۴ انگشت: I
  - کف دست: $\vec{B}$
  - شست: $\vec{F}$
  - دست راست!

سیم راست

- جهت: شست در جهت جریان ← چرخش ۴ انگشت در جهت میدان
- هر چه از سیم دور ← میدان ضعیف‌تر
- نیروی مغناطیسی بین دو سیم موازی
  - هم‌جهت: جاذبه
  - خلاف جهت: دافعه

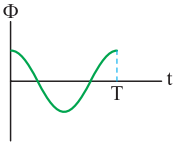
دوازدهم ریاضی مرحله بیستم، بیست‌وکم و بیست و دوم

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

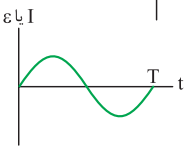
- میدان مغناطیسی حاصل از جریان
  - پیچهٔ مسطح
    - جهت
      - شست در جهت جریان ← چرخش ۴ انگشت در جهت میدان
      - چرخش ۴ انگشت در جهت جریان ← شست: میدان داخل پیچه / شست: قطب N
    - اندازه در مرکز: $B = \frac{\mu_0 NI}{2R}$ ، R: شعاع، N: تعداد دور
    - طول سیم: x ← $N = \frac{x}{2\pi R}$
  - سیم‌لوله
    - جهت: مثل پیچهٔ مسطح
    - $B = \mu_0 \frac{N}{\ell} I$
- خواص مغناطیسی مواد ← حتماً بخونش!

فصل چهارم

- شار مغناطیسی
  - $\Phi = AB\cos\theta$ ، θ زاویهٔ بین نیم‌خط عمود بر سطح با میدان
  - قاب موازی خطوط ← $\Phi = 0$
  - قاب عمود بر خطوط ← $\Phi_{max} = AB$
  - نشان‌دهندهٔ تعداد خطوط عبوری از قاب
  - تغییر شار
    - عامل تغییر: A ← $\Delta\Phi = \Delta A \times B \times \cos\theta$
    - عامل تغییر: B ← $\Delta\Phi = A \times \Delta B \times \cos\theta$
    - عامل تغییر: θ ← $\Delta\Phi = AB\Delta(\cos\theta)$
- القای الکترومغناطیسی
  - قانون لنز: جهت جریان القایی طوری است که از تغییر شار جلوگیری کند.
  - قانون القای فاراده
    - نیروی محرکهٔ القایی متوسط: $\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$
    - جریان القایی متوسط: $\bar{I} = -\frac{N}{R}\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$
  - نمودار شار ـ زمان
    - اندازهٔ شیب نشان‌دهندهٔ نیروی محرکه و جریان القایی
    - علامت شیب
      - $+$ ← نیروی محرکه و جریان القایی: $-$
      - $-$ ← نیروی محرکه و جریان القایی: $+$
- خودالقاوری و القاگر
  - انرژی القاگر: $U = \frac{1}{2}LI^2$ ، L ضریب القاوری، انرژی ذخیره می‌شود!
  - ضریب القاوری: $L = \frac{\mu_0 N^2 A}{\ell}$
  - خودالقاوری: جریان القاگر در حال تغییر باشد، در خودش نیروی محرکه جهت جلوگیری از تغییر جریان القا می‌کند.
  - القای متقابل
    - دوالقاگر کنار هم باشند و جریان یکی عوض شود، جریان دیگری هم عوض می‌شود.
    - جریان القاگر فاعل: ↑ ← جریان القاگر دیگر در خلاف جهت فاعل
    - جریان القاگر فاعل: ↓ ← جریان القاگر دیگر در جهت فاعل
- جریان متناوب
  - عامل تغییر شار: تغییر زاویه ← $\Phi = \Phi_{max}\cos(\frac{2\pi}{T}t)$
  - جریان: $I = I_{max}\sin(\frac{2\pi}{T}t)$
  - نیروی محرکه: $\varepsilon = \varepsilon_{max}\sin(\frac{2\pi}{T}t)$
  - T: دوره = زمان یک چرخش ← $T = \frac{t}{n}$
  - نمودارها
    - شار: شبیه cos



- جریان و نیروی محرکه: شبیه sin



  - مبدل
    - فرمول: $\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$
    - انواع
      - کاهنده: $N_2 < N_1$ $V_2 < V_1$
      - افزاینده: $N_2 > N_1$ $V_2 > V_1$

القای الکترومغناطیسی و جریان متناوب

دوازدهم ریاضی مرحله بیستم، بیست‌ویکم و بیست و دوم

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

پایه دوازدهم

فصل اول: حرکت بر خط راست

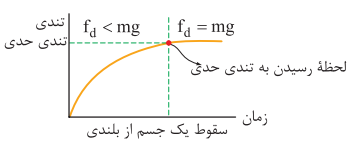
- مسافت (l): طول مسیر طی‌شده، جابه‌جایی ($\vec{\Delta x}$ یا $\vec{d}$): برداری که نقطهٔ اولیه را به نهایی وصل می‌کند.
  شرط برابری مسافت و اندازهٔ جابه‌جایی: حرکت روی خط راست و بدون تغییر جهت باشد. $l \geq |\vec{\Delta x}|$
- سرعت متوسط و تندی متوسط: $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ $\quad s_{av} = \frac{l}{\Delta t}$
- اصطلاحات زمانی: ثانیهٔ nام: $n-1$ تا n $\quad$ ثانیهٔ mام: از $m-n$ تا mn
- بردار مکان: برداری که مبدأ را به مکان وصل می‌کند، معادلهٔ مکان ـ زمان: $x = f(t)$، عبور از مبدأ: x صفر شده و تغییر علامت دهد.
  فاصله از مبدأ: $|x|$
- **شناخت حرکت**
  - سرعت در حرکت روی محور x: $v > 0$: حرکت به سمت راست، $v < 0$: حرکت به سمت چپ
    شرط تغییر جهت: v صفر شده و تغییر علامت دهد.
  - شتاب: آهنگ تغییر سرعت: $a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$، سرعت متغیر $\Rightarrow a \neq 0$، سرعت ثابت $\Rightarrow a = 0$
  - نوع حرکت
    - تندشونده ← $|v|$: $av > 0$، ↑
    - کندشونده ← $|v|$: $av < 0$، ↓
  - نمودارها
    - شیب مماس بر $x-t$ ← سرعت لحظه‌ای، شیب واصل دو نقطه در $x-t$ ← سرعت متوسط
    - شیب مماس بر $v-t$ ← شتاب لحظه‌ای، شیب واصل دو نقطه در $v-t$ ← شتاب متوسط
    - مساحت زیر نمودار $v-t$ در یک بازه: Δx، مساحت زیر نمودار $a-t$ در یک بازه: Δv
    - در نمودار $x-t$: قله و دره یعنی تغییر جهت، قطع محور t یعنی عبور از مبدأ
    - در نمودار $v-t$: قطع محور t یعنی تغییر جهت، نزدیک‌شدن به محور t، کندشونده، دورشدن از محور t: تندشونده

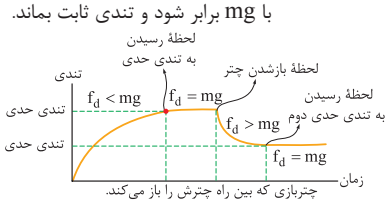
حرکت روی خط راست

- **حرکت با سرعت ثابت**
  - معادلهٔ مکان ـ زمان: $x = vt + x_0$، جابه‌جایی با سرعت ثابت: $\Delta x = v\Delta t$
  - نمودار $x-t$: خطی به شیب v (سرعت) و عرض از مبدأ x_0 (مکان اولیه)
- **حرکت با شتاب ثابت**
  - معادلهٔ $v-t$: $v = at + v_0$، معادلهٔ $x-t$: $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$
  - فرمول‌ها: مستقل از شتاب: $\Delta x = \frac{v_1 + v_2}{2}\Delta t$، مستقل از زمان: $v_2^2 - v_1^2 = 2a\Delta x$
    مستقل از سرعت ثانویه: $\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_1t$، سرعت متوسط: لحظهٔ وسط $v_{av} = \frac{v_1 + v_2}{2} = v$، سرعت متوسط = سرعت در لحظهٔ وسط، جابه‌جایی در ثانیهٔ nام: $\Delta x_n = (n - 0/5)a + v_0$
  - در معادلهٔ $x = At^2 + Bt + c$
    - A هم‌علامت B ← تغییر جهت نداریم، همواره تندشونده
    - A مخالف علامت B ← تغییر جهت داریم، ابتدا کندشونده، سپس تندشونده
  - نمودارها
    - سرعت ـ زمان: خطی به شیب a و عرض از مبدأ v_0
    - مکان ـ زمان: یک سهمی ← $a > 0$ سهمی رو به بالا، $a < 0$ سهمی رو به پایین.
- **سقوط آزاد**
  - معادلات و فرمول‌ها: $y = -\frac{1}{2}gt^2 + y_0$، $v = -gt$، $v_2^2 - v_1^2 = -2g\Delta y$، لحظهٔ وسط $v_{av} = \frac{v_1 + v_2}{2} = v$
  - تناسب‌ها: t ثانیه بعد از سقوط ← $v \propto t$ و $|\Delta y| \propto t^2$ ← جابه‌جایی
    تندی در هر ثانیه g تا زیاد می‌شود.
  - عددهای طلایی: در ثانیه‌های متوالی بعد از سقوط جابه‌جایی به ترتیب ۵، ۱۵، ۲۵، ۳۵، ... است.

فصل دوم: دینامیک و حرکت دایره‌ای

- **دینامیک**
  - قوانین نیوتون
    - **قانون اول**: (اندازه و جهت سرعت ثابت می‌ماند.) ثابت $= v \Rightarrow F_{net} = 0$، لختی: تمایل به حفظ حالت قبلی
    - **قانون دوم**: $F_{net} = ma$، نیروی خالص در جهت شتاب جسم هم‌جهت و متناسب هستند.
    - **قانون سوم**: نیروهای کنش و واکنش هم‌اندازه‌اند و در خلاف جهت هم
  - نیروهای خاص
    - وزن (W) ← $W = mg$، جرم: ثابت، وزن: متغیر، جرم: نرده‌ای، وزن: برداری
    - نیروی مقاومت هوا (f_d)
      - وابسته به تندی و اندازهٔ جسم، همیشه در خلاف جهت حرکت جسم
      - تندی حدی: پس از رهاشدن جسم از یک ارتفاع بلند، با افزایش تندی، f_d هم افزایش می‌یابد تا در جایی با mg برابر شود و تندی ثابت بماند.





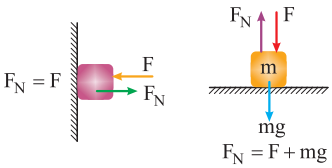
دوازدهم ریاضی مرحله بیستم، بیست‌وکم و بیست و دوم

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

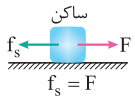
دینامیک

نیروهای خاص

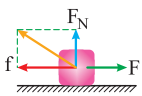
- نیروی عمودی سطح (F_N)
  - فرمول ندارد و به کمک قوانین نیوتون محاسبه می‌شود. مثلاً
  - عددی که ترازو نشان می‌دهد: F_N
  - آسانسور: $F_N = m(g \pm |a|)$ (کندشونده رو به پایین / تندشونده رو به بالا ↑ / ↓ تندشونده رو به پایین / کندشونده رو به بالا)



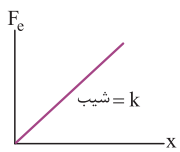
- نیروی اصطکاک (f)
  - نیروی اصطکاک ایستایی (f_s) ← هم‌اندازه با نیروی محرک، وقتی جسم شروع به حرکت نمی‌کند.
  - نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه ($f_{s,max}$) ← $f_{s,max} = F_N \cdot \mu_s$ (وقتی جسم در آستانهٔ حرکت است.)
    - جسم شروع به حرکت نمی‌کند: $F_{محرک} \le f_{s,max}$
    - جسم شروع به حرکت می‌کند: $F_{محرک} > f_{s,max}$
  - نیروی اصطکاک جنبشی (f_k) ← $f_k = F_N \cdot \mu_k$ (وقتی جسم در حال حرکت است.)



- نیروی سطح، نیروی تکیه‌گاه (R) ← $R = \sqrt{F_N^2 + f^2}$،



- نیروی کشسانی فنر
  - اندازه: $F_e = kx$ (x: تغییر طول فنر نسبت به حالت عادی)
  - جهت: در جهتی که جسم و فنر در حالت تعادل پایدار قرار گیرند.



- نیروی کشش طناب (T) ← فرمول ندارد و به کمک قوانین نیوتون محاسبه می‌شود. طناب همیشه جسم را می‌کشد. (نمی‌تواند جسم را هل بدهد.)

تکانه

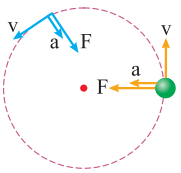
- $p = mv$ ، $\vec{p} = m\vec{v}$ ← تغییرات: $\Delta p = m\Delta v$ ، هر بلایی سر سرعت بیاید سر تکانه هم میاد.
- رابطه با انرژی جنبشی: $K = \frac{p^2}{2m}$
- رابطه با نیروی خالص ← $F_{net} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$
  - نیروی خالص برابر است با آهنگ تغییر تکانه
  - شیب نمودار تکانه ـ زمان ← نیروی خالص
  - مساحت زیر نمودار نیروی خالص ـ زمان در یک بازه ← تغییرات تکانه
  - $F_{net}\Delta t = m\Delta v$

نیروی گرانش

- $F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$ ، هر دو جسم نیروی جاذبهٔ گرانشی به هم وارد می‌کنند.
- شتاب گرانشی سطح سیاره: $g = \frac{GM}{R^2}$
- شتاب گرانشی در ارتفاع h از سطح زمین: $g' = \frac{GM}{(R+h)^2}$ ← $\frac{g'}{g} = (\frac{R}{R+h})^2$

حرکت دایره‌ای یکنواخت

- مفاهیم اولیه: تندی: ثابت جهت حرکت: متغیر ← سرعت متغیر (شتاب‌دار)
- دورهٔ تناوب: (تعداد دور در هر دقیقه: rpm) و $T = \frac{t}{n}$
- تندی: $V = \frac{\text{محیط}}{\text{دوره}} \Rightarrow v = \frac{2\pi r}{T}$
- شتاب مرکزگرا و نیروی مرکزگرا: همان شتاب و نیروی خالص که همیشه به سمت مرکز دایره هستند.



$a_c = \frac{v^2}{r}$ و $F_c = \frac{mv^2}{r}$

نیروی مرکزگرا یک نیروی جداگانه نیست و همیشه یک نیرو، نقش مرکزگرایی را برعهده می‌گیرد.

- تندی بیشینهٔ خودرو در پیچ افقی: $v_{max} = \sqrt{rg\mu_s}$ r: شعاع پیچ
- حرکت ماهواره به دور زمین
  - شتاب مرکزگرا، همان شتاب گرانش است.
  - نیروی مرکزگرا، همان نیروی گرانش است.
  - تندی ماهواره:
  - دورهٔ ماهواره:

r: شعاع دوران $v \propto \frac{1}{\sqrt{r}}$
$T \propto \sqrt{r^3}$

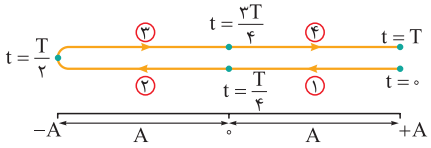
دوازدهم ریاضی مرحله بیستم، بیست‌ویکم و بیست و دوم

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

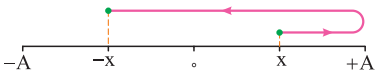
فصل سوم: نوسان و امواج

حرکت هماهنگ ساده

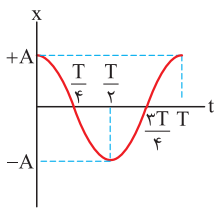
- دورهٔ تناوب: $T=\frac{t}{n}$، بسامد: $f=\frac{n}{t}$، $f=\frac{1}{T}$
- معادلهٔ مکان ـ زمان: $x=A\cos(\omega t)$، $\omega=\frac{2\pi}{T}=2\pi f$
- نوسانگر در حال
  - دورشدن از مبدأ ← $U,|F|,|a|,|x|$ ↑ / $K,|p|,|v|$ ↓ کندشونده
  - نزدیک‌شدن به مبدأ ← $U,|F|,|a|,|x|$ ↓ / $K,|p|,|v|$ ↑ تندشونده
- یک نوسان کامل از ۴ مرحلهٔ روبه‌رو تشکیل شده:
  مسافت در هر نوسان: $\ell=4A$



- در مدت نصف دوره $(\frac{T}{2})$
  - مکان از x به $-x$ می‌رسد.
  - مسافت برابر $2A$ است.



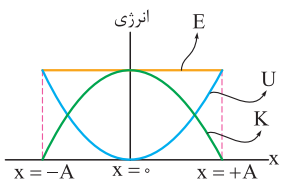
- سامانهٔ جرم ـ فنر: $\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}$، $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$، دورهٔ تناوب فقط به جرم جسم و ثابت فنر بستگی دارد.
- آونگ ساده: $\omega=\sqrt{\frac{g}{\ell}}$، $T=2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$، دورهٔ تناوب فقط به طول آونگ و شتاب گرانش بستگی دارد.
- نمودار مکان ـ زمان: شبیه تابع کسینوس



- رابطهٔ شتاب و نیرو با مکان:
  $a=-\omega^2x$ و $F=-m\omega^2x$ ← $a_{max}=A\omega^2$ و $F_{max}=m\omega^2A$
  شتاب و نیرو همیشه هم‌علامت هستند و علامتشان مخالف علامت x است.
- انرژی مکانیکی نوسانگر:

$$E=U+K=U_{max}=K_{max}=\frac{1}{2}KA^2=\frac{1}{2}mw^2A^2=\frac{1}{2}mv_{max}^2$$

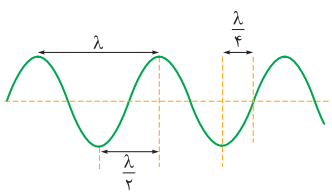
- نمودار انرژی ـ مکان:



- تندی بیشینه: تندی در نقطهٔ تعادل: $v_{max}=A\omega$
  در نقطه‌ای که $U=K$ است، $v=\frac{\sqrt{2}}{2}v_{max}$ است.
- تشدید: به یک نوسانگر نیروی هم‌بسامد با بسامد طبیعی آن وارد شود ← بیشینهٔ انرژی منتقل می‌شود ← با دامنهٔ بیشینه نوسان می‌کند.
- انرژی مکانیکی
  - $E_{\text{جسم ـ فلز}}=\frac{1}{2}KA^2$
  - $E_{\text{نوسانگر هماهنگ ساده}}=\frac{2}{\pi}MA^2F^2$

موج

- موج مکانیکی
  - انتقال انرژی بدون انتقال ماده، انواع موج
    - از نظر ماهیت
      - مکانیکی: نیاز به محیط مادی دارد.
      - الکترومغناطیسی: نیاز به محیط مادی ندارد.
    - از نظر شکل
      - عرضی: راستای نوسان عمود بر راستای انتشار
      - طولی: راستای نوسان موازی راستای انتشار
  - طول موج (λ): مسافت طی‌شده توسط موج در مدت یک دوره، فاصلهٔ دو قلهٔ متوالی، فاصلهٔ دو دورهٔ متوالی
    بسامد موج: وابسته به چشمه تندی انتشار: وابسته به محیط
    $\lambda=\frac{v}{f}$ یا $\lambda=vT$



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

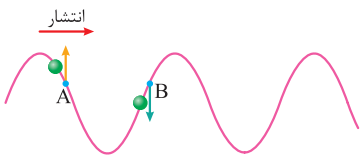
موج

موج مکانیکی

- تندی انتشار امواج عرضی در طناب:
  در یک محیط تندی انتشار امواج طولی از عرضی بیشتر است.
- در موج مکانیکی هر یک از ذرات محیط، شبیه چشمه حرکت نوسانی ساده انجام می‌دهند.
- در نقش موج هر ذره با توجه به جهت انتشار قرار است شبیه نقاط قبلی خود شود.

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F\ell}{m}} = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} = \frac{2}{d}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}}$$

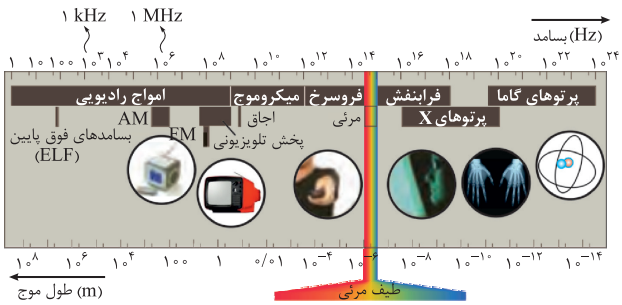
(d: قطر طناب)



- در موج طولی: مرکز بیشینهٔ جمع‌شدگی و مرکز بیشینهٔ بازشدگی در نقطهٔ تعادل است. فاصلهٔ جمع‌شدگی تا جمع‌شدگی = λ، فاصلهٔ بازشدگی تا بازشدگی = λ
- انرژی و توان موج: $P_{av} \propto A^2 f^2$

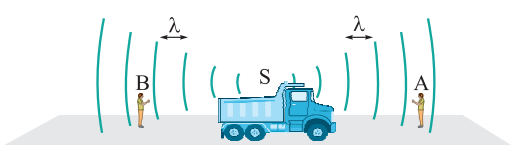
موج الکترومغناطیسی

- میدان الکتریکی و مغناطیسی عمود بر هم و هم‌گام
- قاعدهٔ دست راست: $\vec{E}$: ۴ انگشت $\vec{B}$: کف دست جهت انتشار: انگشت شست
- تندی انتشار در خلأ: $c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \varepsilon_0}} = 3\times10^8\ m/s$
- طیف امواج الکترومغناطیسی:



صوت

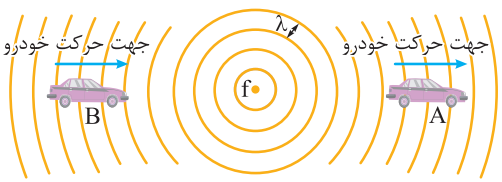
- دربارهٔ سرعت صوت:
  - عموماً $v_{گاز} < v_{مایع} < v_{جامد}$
  - در هوا: دمای بیشتر ← تندی صوت بیشتر
- شدت صوت: $I = \frac{E}{A_t} = \frac{P_{av}}{A_t} = \frac{P_{av}}{4\pi r^2}$
- تراز شدت صوت: $\beta = 10\log(\frac{I}{I_0})$، تغییر تراز شدت صوت: $\beta_2 - \beta_1 = 10\log(\frac{I_2}{I_1})$
- ارتفاع صوت: درک انسان از بسامد صوت، بلندی صوت: درک انسان از شدت صوت. (دقت کنید که بلندی صوت، شدت صوت نیست.) بلندی و ارتفاع قابل اندازه‌گیری نیست.
- محدودهٔ شنوایی: $20Hz - 20KHz$ / بیشترین حساسیت گوش انسان: $2KHz - 5KHz$



الف) وقتی ماشین ساکن است تجمع جبهه‌های موج در جلو و عقب ماشین یکسان است.



ب) با حرکت رو به جلوی ماشین، تجمع جبهه‌های موج در جلوی ماشین بیشتر و در عقب آن کم‌تر می‌شود.



در مدت زمان یکسان خودرویی که به چشمهٔ ساکن صوت نزدیک می‌شود. با جبهه‌های موج بیشتری برخورد می‌کند. درحالی که خودرویی که از این چشمه دور می‌شود، باجبهه‌های موج کم‌تری برخورد می‌کند.



طول موج نور، کاهش می‌یابد. (انتقال به آبی)

طول موج نور، افزایش می‌یابد. (انتقال به سرخ)

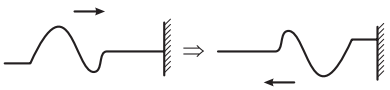
اگر کهکشانی به ما نزدیک یا از ما دور شود، بسامد و طول موج دریافتی از آن تغییر می‌کند.

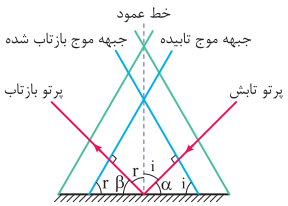
SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

فصل چهارم: برهم‌کنش‌های موج

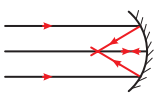
بازتاب موج

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





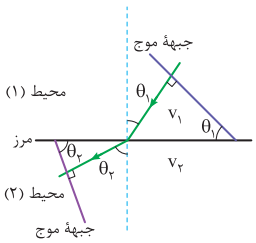
- قانون بازتاب عمومی:
  - $\hat{\alpha} = \hat{\beta}\ ,\ \hat{i} = \hat{r}$
  - زاویهٔ جبههٔ موج تابش با سطح: i
  - زاویهٔ جبههٔ موج بازتاب با سطح: r
- برای هر موج و هر سطحی برقرار است.
- انواع بازتاب:
  - منظم (آینه‌ای): پرتوهای بازتاب موازی‌اند ← سطح هموار ← ابعاد ناهمواری $> \lambda$
  - نامنظم (پخشنده): پرتوهای بازتاب موازی نیستند ← سطح ناهموار ← ابعاد ناهمواری $< \lambda$
  - در هر دو $\hat{i} = \hat{r}$
- زاویهٔ انحراف در یک بازتاب: $\widehat{D} = 180^\circ - 2\hat{i}$ ، زاویهٔ بین جبهه‌های موج تابش و بازتاب $= 2\hat{i}$ یا $180^\circ - 2\hat{i}$
- زاویهٔ انحراف در دو بازتاب از دو آینهٔ متقاطع:
  - $\alpha \le 90^\circ$ (زاویهٔ بین دو آینه) ← $D = 2\alpha$
  - $\alpha > 90^\circ$ (زاویهٔ بین دو آینه) ← $D = 360^\circ - 2\alpha$
  - زاویهٔ انحراف به زاویهٔ تابش به آینهٔ اول بستگی ندارد.
- بازتاب از سطوح کروی



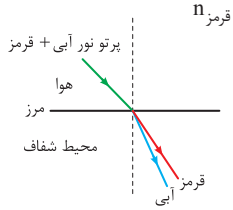
- پژواک: بازتاب صوت از یک سطح ← نکته: حداقل زمان برای متمایز شنیدن پژواک از صدای اصلی $= 0/1$ ثانیه

شکست موج

- با تغییر محیط: v و λ عوض می‌شود، f خیر ← $\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{v_2}{v_1}$
- قانون شکست عمومی:
  - $\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1} = \frac{v_2}{v_1}$ و زاویهٔ انحراف $D = |\theta_1 - \theta_2|$
  - θ_1: زاویهٔ پرتو با خط عمود یا جبهه با مرز در محیط (۱)
  - θ_2: زاویهٔ پرتو با خط عمود یا جبهه با مرز در محیط (۲)
  - صوت در آب نسبت به هوا سرعت بیشتری دارند. امواج الکترومغناطیسی بالعکس!



- $v_2 > v_1$ ← $\theta_2 > \theta_1\ ,\ \lambda_2 > \lambda_1$
- $v_2 < v_1$ ← $\theta_2 < \theta_1\ ,\ \lambda_2 < \lambda_1$
- ضریب شکست:
  - $n = \frac{c}{v}$ ، محیط غلیظ‌تر، ضریب شکست بیشتر، سرعت کم‌تر
  - $\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_2}{v_1}$
  - قانون شکست اسنل: $\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$
- سراب:
  - در روزهای گرم که سطح زمین داغ است، با کاهش ارتفاع:
    - دما: ↑
    - چگالی هوا: ↓
    - ضریب شکست هوا: ↓
    - تندی نور: ↑
    - طول موج نور: ↑
  - پرتو نور خورشید با نزدیک‌شدن به زمین منحرف شده و بالا می‌رود.
- پاشندگی:
  - ضریب شکست خلأ برای تمام رنگ‌ها برابر یک است.
  - سایر محیط‌ها: طول موج بیشتر، ضریب شکست کم‌تر
  - به دلیل متفاوت‌بودن ضریب شکست، نور می‌پاشد.
  - قرمز کم‌ترین ضریب شکست و کم‌ترین انحراف
  - بنفش $n_{\text{بنفش}} >$ آبی $n_{\text{آبی}} >$ سبز $n_{\text{سبز}} >$ زرد $n_{\text{زرد}} >$ نارنجی $n_{\text{نارنجی}} >$ قرمز $n_{\text{قرمز}}$
- شکل مهم:



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

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

تداخل موج

انواع تداخل:
- تداخل سازنده: دو موج هم‌فاز (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: دامنهٔ زیاد، ویرانگر: دامنهٔ تقریباً صفر
- امواج صوتی: سازنده: صدای بلند (L)، ویرانگر: صدای ضعیف (S) فاصلهٔ L و S با λ متناسب است.
- امواج نوری (آزمایش یانگ: سازنده: نوار روشن، ویرانگر: نوار تاریک)

پهنای هر نوار و فاصلهٔ نوارها متناسب با λ است.

امواج ایستاده:
- بسامد هماهنگ nام: $f_n = \frac{nv}{2\ell}$ ، طول موج هماهنگ nام: $\lambda_n = \frac{2\ell}{n}$:n شمارهٔ هماهنگ، n = تعداد شکم، $n+1$ = تعداد گره
- گره: انرژی صفر، تداخل ویرانگر، بدون نوسان
- شکم: انرژی MAX، تداخل سازنده، نوسان با دامنهٔ 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 لوله‌های صوتی هم رخ می‌دهد ← طول لولهٔ بیشتر، بسامد اصلی کم‌تر و صدای بم‌تر
- برای امواج الکترومغناطیس هم رخ می‌دهد:
  - گره: نقاط سرد
  - شکم: نقاط گرم
  - (مایکروویو)

فصل پنجم: آشنایی با فیزیک اتمی

آشنایی با فیزیک اتمی

شاخه‌های فیزیک:

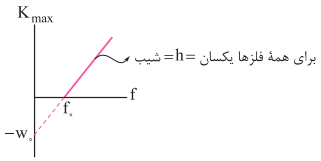
فیزیک کلاسیک ← مثلاً:
- مکانیک نیوتونی
- ترمودینامیک
- نظریهٔ الکترومغناطیسی ماکسول

فیزیک جدید:
- نسبیت خاص (تندی‌های قابل مقایسه با تندی نور)
- نسبیت عام (هندسهٔ فضا، زمان و گرانش)
- کوانتومی (مقیاس‌های کوچک)

فوتون: بسته‌های انرژی امواج الکترومغناطیس:
- انرژی هر فوتون: hf (برحسب ژول یا الکترون‌ولت (eV)) ، $1eV = 1/6\times10^{-19}J$
- انرژی nتا فوتون ← $E = nhf$ ، $E = nh\frac{c}{\lambda}$
- توان چشمهٔ موج الکترومغناطیسی ← $Pt = nhf$
- شدت تابش: $I = \frac{E}{At}$

فیزیک اتمی

آزمایش فوتوالکتریک:
- شرط جداشدن الکترون: $hf \geq W_0$ یا $f \geq f_0$ یا $\lambda \leq \lambda_0$, f_0 : بسامد آستانه، λ_0 : طول موج آستانه
  W_0 : تابع کار، W_0 و f_0 و λ_0 : وابسته به جنس فلز
- دو حالت:
  - $f \geq f_0$:
    - با افزایش f ← انرژی جنبشی فوتوالکترون افزایش می‌یابد.
    - با افزایش شدت (در f ثابت) ← تعداد فوتوالکترون: ↑
  - $f < f_0$ ← افزایش شدت (f: ثابت) تأثیری در رخ‌دادن یا رخ‌ندادن ندارد.
- معادلهٔ فوتوالکتریک: $K_{max} = hf - W_0$
- نمودار K_{max} برحسب f ←



- نظر فیزیک کلاسیک که اشتباهه ← در هر بسامدی رخ می‌دهد، شدت مهم است.

طیف اتمی:
- طیف گسیلی پیوسته، جامدها، ناشی از برهم‌کنش قوی ذرات، شامل همهٔ طول موج‌ها
- طیف گسیلی خطی، گازهای اتمی و رقیق، شامل چند طول موج منحصربه‌فرد برای هر گاز.
- طیف جذبی خطی، گازهای اتمی و رقیق، طیف کاملی که چند طول موج منحصربه‌فرد برای هر گاز وجود ندارد.

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

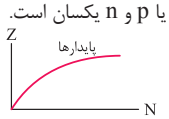
فیزیک اتمی

- مدل‌های اتمی
  - تامسون: کیک کشمشی
  - رادرفورد: اتم هسته‌ای ← حفظی‌های این مدل را از کتاب درسی بخوان!
  - بور (برای هیدروژن گونه‌ها)
    - ویژگی‌ها: $hf = E_U - E_L$ ، مدارمانا $E_n = \frac{-E_R}{n^2}$ ، $r_n = an^2$
    - مدار پایه: $n = 1$ ، مدار برانگیختهٔ kام: $n = k + 1$
    - $E_n = \frac{-13/6eV}{n^2}$
- معادلهٔ ریدبرگ
  - رابطه: $\frac{1}{\lambda} = R(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2})$
  - رشته‌ها براساس مدار مقصد: لیمان ($n'=1$)، بالر ($n'=2$ فرابنفش و نورمرئی)، پاشن ($n'=3$ فروسرخ)، براکت ($n'=4$ فروسرخ)، پفوند ($n'=5$ فروسرخ)
  - خط kام رشتهٔ n' ← $n = n' + k$
  - کوتاه‌ترین طول موج رشته ← $n = \infty$
  - بلندترین طول موج رشته ← $n = n' + 1$
  - کوتاه‌ترین طول موج ـ بلندترین طول موج = گسترهٔ رشته
- لیزر
  - براساس گسیل القایی: (فوتون) ۲+ اتم ← اتم برانگیخته + فوتون
  - فوتون‌های هم‌بسامد، هم‌فاز و هم‌جهت
  - تراز شبه‌پایدار، وارونگی جمعیت (مطالعه از کتاب درسی)

فصل ششم: آشنایی با فیزیک هسته‌ای

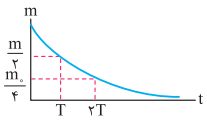
فیزیک هسته‌ای

- ساختار هسته
  - نوکلئون: پروتون یا نوترون
  - تعداد پروتون: عدد اتمی (Z)، تعداد نوترون = عدد نوترونی (N)، تعداد نوکلئون = عدد جرمی (A) ← $A = Z + N$
  - نمایش هسته: ${}^{A}_{Z}X_N$
  - ایزوتوپ
    - N و A متفاوت، Z یکسان
    - ویژگی‌های شیمیایی یکسان، ویژگی‌های فیزیکی وابسته به جرم متفاوت
  - پایداری هسته
    - نیروی هسته‌ای (جاذبه) بر نیروی الکتریکی پروتون‌ها (دافعه) موازنه می‌کند.
    - نیروی هسته به جرم و بار بستگی ندارد ← بین p و p یا n و n یا p و n یکسان است.
    - هستهٔ پایدار سبک ← $N \simeq Z$
    - هستهٔ پایدار سنگین ← $N > Z$



هستهٔ پایدار با بیشترین تعداد پروتون: ${}_{83}Bi$

  - انرژی بستگی هسته
    - تعریف: انرژی لازم برای جداکردن نوکلئون‌ها از هم
    - کاستی جرم هسته: اختلاف جرم هسته با مجموع جرم نوکلئون‌های آن
    - کاستی جرم: ↑ ← انرژی بستگی: ↑ ← پایداری: ↑
    - رابطهٔ اینشتین: $E = mc^2$
- پرتوزایی طبیعی
  - انواع پرتوها
    - α : هستهٔ هلیوم: ${}^{4}_{2}\alpha^{2+}$
    - β^- : الکترون: ${}^{0}_{-1}\beta^-$ ، β^+ : پوزیترون: ${}^{0}_{+1}\beta^+$
    - γ : موج الکترومغناطیسی: γ (بدون جرم و بدون بار)
    - نکات حفظی پرتوها را بخوان
  - دو قانون در فرایندهای پرتوزایی
    - پایستگی بار
    - پایستگی تعداد نوکلئون
    - ${}^{\Delta}_{O}X + {}^{\Delta'}_{O'}Y \rightarrow {}^{\Delta''}_{O''}Z + {}^{\Delta'''}_{O'''}W$ ، $O + O' = O'' + O'''$ ، $\Delta + \Delta' = \Delta'' + \Delta'''$
  - نیمه‌عمر
    - مفهوم به $m \xrightarrow{T} \frac{m}{2} \xrightarrow{T} \frac{m}{4} \xrightarrow{T} \frac{m}{8} \xrightarrow{T} \frac{m}{16}$
    - جرم اولیه: m_0 ، جرم مانده: m، جرم واپاشی‌شده: m'
    - $m' = m - m_0$ ، $m = \frac{m_0}{2^n}$ ، $n = \frac{t}{T}$ تعداد نیمه‌عمر
    - نمودار:



    - درصد: $100 \xrightarrow{T} 50 \xrightarrow{T} 25 \xrightarrow{T} 12/5 \xrightarrow{T} 6/25 \xrightarrow{T} 3/125$
- انواع واکنش هسته‌ای
  - شکافت هسته‌ای
  - گداخت هسته‌ای
  - از کتاب درسی بخوان!

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

شیمی

پایه دهم

فصل اول: کیهان، زادگاه عناصر

عدد اتمی در یک اتم (Z) برابر است با
- شمار پروتون‌ها
- شمار الکترون‌ها

عدد جرمی در یک اتم (A) برابر است با
- مجموع شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها
- مجموع شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها

نماد شیمیایی عناصر
- سمت چپ نماد، بالا عدد جرمی (A)
- سمت چپ نماد، پایین عدد اتمی (Z)
- نماد همگانی: $^{A}_{Z}E$
- هر عنصر با نماد یک یا دو حرفی، حرف اول نام لاتین به صورت بزرگ

به‌جز ^{1}H در هستهٔ یک اتم، تعداد نوترون‌ها برابر یا بیشتر از تعداد پروتون‌ها (عدد اتمی) است.

ایزوتوپ (هم‌مکان)

شباهت‌های ایزوتوپ‌ها
- عدد اتمی (تعداد پروتون‌ها)
- تعداد الکترون‌ها و موقعیت آن‌ها در جدول
- خواص شیمیایی

تفاوت‌های ایزوتوپ‌ها
- تعداد نوترون‌ها
- عدد جرمی
- خواص فیزیکی وابسته به جرم مانند چگالی، نقطهٔ ذوب و جوش
- میزان فراوانی در طبیعت و پایداری

اغلب (نه همه!) هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن‌ها برابر یا بیشتر از ۱/۵ باشد، ناپایدارند و با گذشت زمان متلاشی می‌شوند.

هسته به احتمال زیاد پرتوزا و ناپایدار است. $\Rightarrow \frac{N}{P} \geq 1/5$ (یا $\frac{A}{P} \geq 2/5$ یا $\frac{P}{N} \leq 0/67$)

ایزوتوپ‌های هیدروژن

۷ ایزوتوپ هیدروژن
- ۳ ایزوتوپ طبیعی
  - پایدار
    - ^{1}H ← بیش از ۹۹/۹ درصد فراوانی در طبیعت
    - ^{2}H ← فراوانی حدود ۰/۰۱ درصد در طبیعت
  - ناپایدار و پرتوزا ← ^{3}H ← درصد فراوانی در طبیعت ناچیز
- ۴ ایزوتوپ ساختگی ← ^{4}H، ^{5}H، ^{6}H، ^{7}H ← درصد فراوانی در طبیعت صفر

مقایسهٔ پایداری و نیم‌عمر ایزوتوپ‌های هیدروژن: $^{1}H > {}^{2}H > {}^{3}H > {}^{5}H > {}^{6}H > {}^{4}H > {}^{7}H$

ایزوتوپ‌های مهم کتاب درسی

عنصر	شمار ایزوتوپ‌های طبیعی	نماد ایزوتوپ‌های طبیعی	ایزوتوپی با فراوانی بیشتر
منیزیم ($_{12}Mg$)	۳	$^{24}_{12}Mg$, $^{25}_{12}Mg$, $^{26}_{12}Mg$	$^{24}_{12}Mg$ (ایزوتوپ سبک‌تر)
لیتیم ($_{3}Li$)	۲	$^{6}_{3}Li$, $^{7}_{3}Li$	$^{7}_{3}Li$ (ایزوتوپ سنگین‌تر)
هیدروژن ($_{1}H$)	۳	^{1}H , ^{2}H , ^{3}H	^{1}H (ایزوتوپ سبک‌تر)
کلر ($_{17}Cl$)	۲	$^{35}_{17}Cl$, $^{37}_{17}Cl$	$^{35}_{17}Cl$ (ایزوتوپ سبک‌تر)

یکای جرم اتمی (amu-atomic mass unit)

۱ جرم اتم‌ها را با وزنه‌ای می‌سنجند که جرم آن $\frac{1}{12}$ جرم ایزوتوپ کربن ـ۱۲ است. به این وزنه، یکای جرم اتمی (amu) می‌گویند.

۲ در مقیاس amu جرم پروتون و نوترون حدود ۱ amu و جرم الکترون $\frac{1}{2000}$ amu است.

۳ نماد شیمیایی الکترون، پروتون و نوترون به ترتیب $^{0}_{-1}e$، $^{1}_{+1}p$ و $^{1}_{0}n$ است.

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

جرم اتمی میانگین

فرمول اول:

$$M_{av}=\frac{M_1F_1+M_2F_2+\cdots+M_nF_n}{F_1+F_2+\cdots+F_n}$$

فرمول دوم:

$$M_{av}=M_1+[(M_2-M_1)\times\frac{F_2}{F}]+[(M_2-M_1)\times\frac{F_2}{F}]+\cdots$$

شمارش ذره‌ها از روی جرم آن‌ها

۱ شیمی‌دان‌ها به $6/02\times10^{23}$ (عدد آووگادرو یا N_A) از هر ذره (اعم از مولکول، اتم، یون، الکترون و ...) یک مول از آن ذره می‌گویند و آن را با mol نمایش می‌دهند.

۲ گرم، رایج‌ترین یکای اندازه‌گیری جرم در آزمایشگاه شناخته می‌شود، این در حالی است که یکای جرم اتمی (amu)، یکای بسیار کوچکی برای جرم به شمار می‌آید و کار با آن در عمل غیرممکن است.

۳ به جرم یک مول از ذرات سازنده یک ماده (اعم از اتم، مولکول یا یون و ...) برحسب گرم، جرم مولی آن ذره گفته می‌شود. یکای جرم مولی $g.mol^{-1}$ است.

روش اول: استفاده از کسر تبدیل‌ها:

جرم(g) $\xrightarrow{\times\frac{1}{\text{جرم مولی}}}$ تعداد مول $\xrightarrow{\times\frac{6/02\times10^{23}}{1}}$ تعداد ذره‌های سازنده

تعداد مول $\xrightarrow{\times\frac{\text{جرم مولی}}{1}}$ جرم(g)

تعداد ذره‌های سازنده $\xrightarrow{\times\frac{1}{6/02\times10^{23}}}$ تعداد مول

روش دوم: استفاده از کسر تناسب‌ها:

$$\text{مول}=\frac{\text{جرم (g)}}{\text{جرم مولی }(g.mol^{-1})}=\frac{\text{تعداد ذرات}}{N_A\ (6/02\times10^{23})}$$

نور و برخی ویژگی‌های آن

- انرژی یک موج با طول موج آن رابطهٔ عکس دارد:

طول موج کوتاه‌تر ← انرژی بیشتر

طول موج بلندتر ← انرژی کم‌تر

- نور خورشید شامل گسترهٔ بسیار بزرگی از امواج مرئی و نامرئی است و چشم ما تنها می‌تواند گسترهٔ محدود مرئی (۴۰۰ – ۷۰۰ nm) از نور خورشید را ببیند. (گسترهٔ مرئی)
- هر چه طول موج یک پرتو الکترومغناطیس کوتاه‌تر باشد، میزان انحراف آن هنگام عبور از منشور بیشتر خواهد بود.

طول موج: بنفش < نیلی < آبی < سبز < زرد < نارنجی < سرخ

انرژی و زاویهٔ شکست در منشور: بنفش > نیلی > آبی > سبز > زرد > نارنجی > سرخ

نشر نور و طیف نشری

۱ شعلهٔ فلز سدیم و ترکیبات مختلف آن، زرد، شعلهٔ فلز مس و ترکیبات مختلف آن، سبز و شعلهٔ فلز لیتیم و ترکیبات مختلف آن، قرمز است.

۲ نور زرد لامپ‌هایی که شب‌هنگام، آزادراه‌ها، بزرگراه‌ها و خیابان‌ها را روشن می‌سازد به دلیل وجود بخار سدیم *(نه سدیم در حالت جامد!)* در آن‌هاست.

۳ از لامپ نئون در ساخت تابلوهای تبلیغاتی به منظور ایجاد نوشته‌های نورانی سرخ‌فام استفاده می‌شود. از حرارت‌دادن گاز نئون، نور سرخ نشر می‌شود.

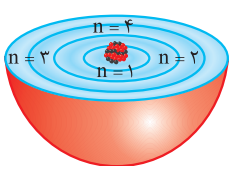
نشر نور و طیف نشری خطی

۱ طیف نشری خطی هر عنصر همانند اثر انگشت انسان‌ها منحصربه‌فرد است و به کمک آن می‌توان عنصر را شناسایی نمود.

۲ مقایسهٔ شمار خطوط طیفی موجود در ناحیهٔ مرئی طیف نشری خطی چهار عنصر لیتیم، هلیم، هیدروژن و سدیم به صورت زیر است:

مقایسهٔ تعداد خطوط رنگی در طیف نشری خطی:

(تا۴) Li = H < (تا۶) He < (تا۷) Na



ساختار لایه‌ای اتم

مدل کوانتومی

۱ در ساختار لایه‌ای اتم، هر بخش پررنگ، مهم‌ترین بخش از یک لایهٔ الکترونی را نشان می‌دهد. بخشی که الکترون‌های مربوط به هر لایه بیشتر (نه همه!) وقت خود را در فضای مربوط به آن لایه سپری می‌کنند؛ به این معنا که الکترون در هر لایه‌ای که باشد در همهٔ نقاط پیرامون هسته حضور می‌یابد، اما در محدودهٔ یادشده احتمال حضور بیشتری دارد.

۲ الکترون‌ها در اتم هنگام انتقال بین لایه‌ها به صورت کوانتومی عمل می‌کنند. برای نمونه، هنگامی که به اتم‌های گازی یک عنصر با تابش نور یا گرم‌کردن، انرژی داده می‌شود، الکترون‌ها با جذب انرژی معین، از لایه‌ای به لایهٔ بالاتر انتقال می‌یابند. از سوی دیگر هر چه مقدار انرژی جذب‌شده بیشتر باشد، الکترون‌ها به لایه‌های بالاتری انتقال می‌یابند.

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۳ برای الکترون، نشر نور مناسب‌ترین (نه تنها!) شیوه برای از دست دادن انرژی است. به همین دلیل الکترون‌ها در اتم برانگیخته، هنگام بازگشت به حالت پایه، نوری با طول موج معین نشر می‌کنند.

طیف نشری خطی هیدروژن

رنگ خط در طیف نشری	طول موج (nm)	نحوهٔ تشکیل خط در طیف
بنفش	۴۱۰ (کوتاه‌ترین طول موج و بیشترین انرژی)	انتقال الکترون از $n=6$ به $n=2$
نیلی	۴۳۴	انتقال الکترون از $n=5$ به $n=2$
آبی	۴۸۶	انتقال الکترون از $n=4$ به $n=2$
قرمز	۶۵۶ (بلندترین طول موج و کم‌ترین انرژی)	انتقال الکترون از $n=3$ به $n=2$

عدد کوانتومی فرعی (l)

۱ تعداد زیرلایه‌ها در هر لایهٔ الکترونی برابر عدد کوانتومی اصلی (n) می‌باشد.
۲ مقادیر مجاز برای عدد کوانتومی فرعی، اعداد صحیح صفر تا $(n-1)$ است.
۳ حداکثر گنجایش یک زیرلایه با عدد کوانتومی فرعی l برابر با $4l+2$ می‌باشد.
۴ هر زیرلایه با نماد nl نمایش داده می‌شود، پس دقت کنید نماد هر زیرلایه با دو عدد کوانتومی مشخص می‌شود! *(نه یک عدد کوانتومی!)*

قاعدهٔ آفبا

۱ هنگام افزودن الکترون به زیرلایه‌ها، نخست زیرلایه‌های نزدیک‌تر به هسته پر می‌شود که دارای انرژی کم‌تری است و سپس زیرلایه‌های بالاتر پر خواهد شد.
۲ انرژی زیرلایه‌ها علاوه بر n به l نیز وابسته است. به طوری که زیرلایه‌ای زودتر الکترون می‌گیرد که $n+l$ کوچک‌تری داشته باشد و اگر $n+l$ برای دو یا چند زیرلایه یکسان باشد، زیرلایه با n کوچک‌تر، سطح انرژی پایین‌تری دارد و پایدارتر است، از این‌رو زودتر از الکترون پر می‌شود.
۳ ترتیب پرشدن زیرلایه‌های عناصر هر دورهٔ جدول را می‌توان به صورت مقابل هم بیان کرد (n: شمارهٔ دوره):

در هنگام استفاده از رابطه، n را از ۱ تا ۷ به عنوان شمارهٔ دوره قرار می‌دهیم و زیرلایه‌هایی که در هر مرحله ایجاد می‌شوند را می‌نویسیم.

$$\underset{n\geq 1}{ns}\ ,\ \underset{n\geq 6}{(n-2)f}\ ,\ \underset{n\geq 4}{(n-1)d}\ ,\ \underset{n\geq 2}{np}$$

قاعدهٔ آفبا آرایش الکترونی اغلب عنصرها را پیش‌بینی می‌کند، اما **داده‌های طیف‌سنجی نشان می‌دهد که آرایش الکترونی برخی از اتم‌ها از قاعدهٔ آفبا پیروی نمی‌کند**؛ به طور مثال هر یک از اتم‌های کروم ($_{24}Cr$) و مس ($_{29}Cu$) در بیرونی‌ترین زیرلایهٔ خود تنها یک الکترون دارند.
در این اتم‌ها یک الکترون از زیرلایهٔ 4s برداشته شده و به زیرلایهٔ 3d اضافه شده است.

$$_{24}Cr \Rightarrow \begin{cases} \text{آرایش الکترونی مورد انتظار: } [_{18}Ar]\ 3d^4\ 4s^2 \\ \text{آرایش الکترونی واقعی: } [_{18}Ar]\ 3d^5\ 4s^1 \end{cases} \qquad _{29}Cu \Rightarrow \begin{cases} \text{آرایش الکترونی مورد انتظار: } [_{18}Ar]\ 3d^9\ 4s^2 \\ \text{آرایش الکترونی واقعی: } [_{18}Ar]\ 3d^{10}\ 4s^1 \end{cases}$$

رسم سریع آرایش الکترونی فشرده

$$\underset{n\geq 1}{ns} \rightarrow \underset{n\geq 6}{(n-2)f} \rightarrow \underset{n\geq 4}{(n-1)d} \rightarrow \underset{n\geq 2}{np}$$

n = شمارهٔ دورهٔ گاز نجیب قبل از عنصر مورد نظر + ۱

لایهٔ ظرفیت

تعیین تعداد الکترون‌های ظرفیتی یک عنصر

- در عناصری که آخرین الکترون وارد زیرلایهٔ s یا p شده باشد. ← تعداد الکترون‌های ظرفیتی = تعداد الکترون‌های موجود در آخرین لایهٔ الکترونی (بزرگ‌ترین n)
- در عناصری که آخرین الکترون وارد زیرلایهٔ d شده باشد. ← تعداد الکترون‌های ظرفیتی = تعداد الکترون‌های موجود در زیرلایهٔ s آخرین لایه و زیرلایهٔ d قبل از آن

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

مرور نامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

ساختار لوویس

۱ شمار الکترون‌های ظرفیتی هر عنصر برابر با عدد یکان شمارهٔ گروه آن عنصر است.

۲ آرایش الکترون ـ نقطه‌ای عنصرهای یک گروه کاملاً یکسان است. *البته به‌جز هلیم که دارای آرایش الکترون ـ نقطه‌ای* :He: *می‌باشد.*

۳ رفتار شیمیایی هر اتم به تعداد الکترون‌های ظرفیت آن بستگی دارد؛ به طوری که می‌توان هشت‌تایی‌شدن لایهٔ ظرفیت و دستیابی به آرایش گاز نجیب را مبنای میزان واکنش‌پذیری آن‌ها دانست.

۴ از دست دادن یا گرفتن الکترون نشانه‌ای از رفتار شیمیایی اتم‌هاست.

۵ اتم عنصرهای گروه ۱ و ۲ در شرایط مناسب با از دست دادن الکترون به کاتیون تبدیل می‌شوند که آرایشی همانند آرایش الکترونی گاز نجیب پیش از خود را دارند. اتم عنصرهای گروه ۱۵، ۱۶ و ۱۷ در شرایط مناسب با گرفتن الکترون به آنیون‌هایی تبدیل می‌شوند که آرایشی همانند آرایش الکترونی گاز نجیب هم‌دورهٔ خود را دارد.

آرایش الکترونی یون‌ها

آرایش الکترونی یون‌ها

- کاتیون‌ها ← به تعداد بار یون، از زیرلایه با بزرگ‌ترین ضریب (n)، الکترون جدا می‌کنیم.
- آنیون‌ها ← به تعداد بار یون به آخرین زیرلایه، الکترون اضافه می‌کنیم.

رسم آرایش الکترونی اتم، از روی آرایش الکترونی یون

- کاتیون‌ها ← افزودن الکترون به تعداد بار کاتیون به آرایش الکترونی منظم‌شدهٔ آن
- آنیون‌ها ← جداکردن الکترون به اندازهٔ بار آنیون از آرایش الکترونی منظم‌شدهٔ آن

فرمول‌نویسی و نام‌گذاری ترکیب‌های یونی

۱ به کاتیون یا آنیونی که تنها از یک اتم *(نه یک نوع اتم / نه یک عنصر!)* تشکیل شده است، یون تک‌اتمی می‌گویند.

۲ ترکیب‌های یونی که تنها از دو عنصر ساخته شده‌اند، ترکیب یونی دوتایی نامیده می‌شوند.

۳ هر ترکیب یونی از لحاظ بار الکتریکی خنثی است، زیرا مجموع بار الکتریکی کاتیون‌ها با مجموع بار الکتریکی آنیون‌ها برابر است، *ولی لزومی ندارد که تعداد آنیون‌ها با تعداد کاتیون‌ها برابر باشد.*

فرمول‌نویسی ترکیب‌های یونی

فرمول‌نویسی ترکیب‌های یونی

- نماد شیمیایی کاتیون، سمت چپ و نماد شیمیایی آنیون سمت راست
- حذف بار یون‌ها و ساده‌سازی زیروندها تا حد امکان ← همچنین از نوشتن زیروند (۱) خودداری می‌کنیم.
- ترکیب‌های یونی از لحاظ بار الکتریکی خنثی هستند، از این‌رو برای این‌که مجموع بار کاتیون‌ها با مجموع بار آنیون‌ها برابر شود، بار کاتیون را زیروند آنیون و اندازهٔ بار آنیون را به عنوان زیروند کاتیون قرار می‌دهیم.

در تشکیل ترکیب‌های یونی، میان اتم فلز و نافلز الکترون مبادله می‌شود. برای به دست آوردن تعداد الکترون‌های مبادله‌شده در هنگام تشکیل n مول ترکیب یونی، می‌توان از روابط زیر استفاده نمود:

$n \times N_A \times$ بار کاتیون $\times$ زیروند کاتیون

$n \times N_A \times$ اندازهٔ بار آنیون $\times$ زیروند آنیون

تبدیل اتم‌ها به مولکول

۱ مواد شیمیایی که در ساختار خود مولکول (در مولکول‌ها به جای دادوستد الکترون، الکترون به اشتراک گذاشته می‌شود) دارند، مواد مولکولی نامیده می‌شوند.

۲ جرم مولی یک ماده با مجموع جرم مولی اتم‌های سازندهٔ آن برابر است.

۳ پیوند اشتراکی (کوالانسی): پیوندی است که در آن اتم‌ها الکترون(های) لایهٔ ظرفیت خود را با یکدیگر به اشتراک می‌گذارند، به طوری که الکترون‌های اشتراکی متعلق به هر دوی آن‌هاست.

۴ به فرمول شیمیایی مولکول‌ها که علاوه بر نوع عناصر سازنده، شمار اتم‌های هر عنصر را نشان می‌دهد، فرمول مولکولی می‌گویند.

مثال گاز کلر که خاصیت رنگ‌بری و گندزدایی دارد از مولکول‌های دواتمی Cl_2 تشکیل شده است. آرایش الکترون ـ نقطه‌ای اتم کلر:

:Cl· + ·Cl: ⟶ :Cl:Cl: یا :Cl—Cl:

هشت‌تایی هشت‌تایی

فصل دوم: ردپای گازها در زندگی

- در لایه‌های اول و سوم ← رابطهٔ معکوس بین دما و ارتفاع ← به طور کلی با افزایش ارتفاع، دما کاهش می‌یابد.
- در لایهٔ دوم ← رابطهٔ مستقیم بین دما و ارتفاع ← به طور کلی با افزایش ارتفاع، دما افزایش می‌یابد.
- در لایهٔ تروپوسفر (که تغییرات آب‌وهوایی در آن اتفاق می‌افتد)، با افزایش ارتفاع به ازای هر کیلومتر، دما در حدود ۶ °C افت می‌کند و در انتهای این لایه (ارتفاع ۱۱/۵ کیلومتری)، دما به حدود ۵۵ °C − (۲۱۸ K) می‌رسد؛ دمای سطح زمین به طور میانگین، ۱۴ °C (۲۸۷ K) می‌باشد.

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

- هر چه از سطح زمین بالاتر می‌رویم، هواکره رقیق‌تر می‌شود، یعنی تعداد کل ذرات در حجم مشخص از هواکره کاهش یافته و در نتیجه فشار هواکره پیوسته کاهش می‌یابد.
- رابطه برای تبدیل دما برحسب درجهٔ سلسیوس به دما برحسب کلوین: $T = ۲۷۳ + \theta$
- سه گاز نیتروژن، اکسیژن و آرگون بیشترین درصد حجمی را در میان اجزای هواکره دارا می‌باشند.

تقطیر جزءبه‌جزء هوای مایع

مراحل فرایند تقطیر جزءبه‌جزء هوای مایع
۱) عبور هوا از صافی به منظور گرفته‌شدن گرد و غبار
۲) کاهش پیوستهٔ دما با استفاده از فشار
۳) جداشدن رطوبت هوا به صورت یخ در دمای $۰\ ^\circ C$
۴) جداشدن کربن دی‌اکسید به حالت جامد در دمای $-۷۸\ ^\circ C$
۵) تهیهٔ هوای مایع با سردکردن بیشتر دما تا $-۲۰۰\ ^\circ C$
۶) عبور هوای مایع از ستون تقطیر و جداسازی گازها (به ترتیب $N_۲$، Ar و $O_۲$)

مقایسهٔ نقطهٔ جوش: $N_۲ < Ar < O_۲$
$-۱۹۶\ ^\circ C \quad -۱۸۶\ ^\circ C \quad -۱۸۳\ ^\circ C$

ترتیب جداشدن گازها: $N_۲ \rightarrow Ar \rightarrow O_۲$

نقطهٔ جوش: $A > B$
- A آسان‌تر به مایع تبدیل می‌شود (در سردکردن مخلوط گازهای A و B، A زودتر مایع می‌شود).
- B آسان‌تر به گاز تبدیل می‌شود (در گرم‌کردن مخلوطی مایع از A و B، B زودتر به گاز تبدیل و از مخلوط جدا می‌شود).

- در مواردی که نقطهٔ جوش دو ماده نزدیک به یکدیگرند، مانند اکسیژن و آرگون، با استفاده از برج تقطیر نمی‌توان آن‌ها را به صورت ۱۰۰٪ خالص از یکدیگر جدا کرد.
- کاربردهای آرگون: هنگام جوشکاری (برای ایجاد محیط بی‌اثر) و یا برش فلزها و در لامپ‌های رشته‌ای نیز به کار می‌رود و در پتروشیمی شیراز از تقطیر جزءبه‌جزء هوای مایع با خلوص بسیار زیاد تهیه می‌شود.
- کاربردهای هلیم: پرکردن بالن‌های هواشناسی، تفریحی و تبلیغاتی، خنک‌کردن قطعات الکترونیکی در دستگاه‌های تصویربرداری مانند MRI، جوشکاری، کپسول غواصی

کاتیون‌هایی با چند بار الکتریکی

- برای فلزاتی که بیش از یک نوع کاتیون با بار متفاوت دارند، بار کاتیون با اعداد رومی جلوی نام کاتیون داخل پرانتز نشان داده می‌شود.

یون آهن (II)	یون آهن (III)	یون کروم (II)	یون کروم (III)	یون مس (I)	یون مس (II)
$Fe^{۲+}$	$Fe^{۳+}$	$Cr^{۲+}$	$Cr^{۳+}$	Cu^{+}	$Cu^{۲+}$

واکنش سوختن

- نوع فراورده‌ها در واکنش سوختن، علاوه بر ماهیت خود مادهٔ سوختنی به مقدار *(کمیت، نه کیفیت!)* اکسیژن در دسترس نیز بستگی دارد!

سوختن گاز شهری (متان)
- سوختن کامل: تولید $CO_۲$ و $H_۲O$ / ایجاد شعلهٔ آبی‌رنگ / تولید انرژی زیاد
- سوختن ناقص: تولید CO و $H_۲O$ / ایجاد شعلهٔ زردرنگ / تولید انرژی کم‌تر

باران اسیدی و اثرات مخرب آن

- باران معمولی ← $۵/۶ < pH < ۷$ ← عامل کاهش pH، $CO_۲$ محلول در آب باران
- باران اسیدی ← $۱/۵ < pH < ۵/۶$ ← عامل کاهش pH نسبت به باران طبیعی، حل‌شدن آلاینده‌های هوا مانند $NO_۲$ و $SO_۲$ در آب باران و تولید نیتریک اسید و سولفوریک اسید

واکنش‌های شیمیایی و قانون پایستگی جرم

۱ شیوه‌های نمایش واکنش‌های شیمیایی به دو صورت معادلهٔ نوشتاری و نمادی است که در جدول زیر آن‌ها را مقایسه کرده‌ایم:

نوع معادله / اطلاعات دریافتی	نمادی	نوشتاری
نام مواد	×	✓
فرمول شیمیایی مواد	✓	×
حالت فیزیکی مواد	✓	×
شرایط لازم برای انجام واکنش	✓	×

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

نوع معادله/ اطلاعات دریافتی	نمادی	نوشتاری
نسبت مولی مواد شرکت‌کننده در واکنش	✓	×
چگونگی و ترتیب اختلاط واکنش‌دهنده	×	×
شرح عملی واکنش و نکته‌های ایمنی	×	×

۲ علامت ($\xrightarrow{\Delta}$) تنها به این معناست که واکنش‌دهنده‌ها در اثر گرم‌شدن واکنش می‌دهند؛ حالا این واکنش می‌تواند گرماگیر یا گرماده باشد!

۳ یکی از ویژگی‌های مهم واکنش‌های شیمیایی این است که **همهٔ** آن‌ها از این قانون پیروی می‌کنند؛ زیرا در واکنش‌های شیمیایی نه اتمی به وجود می‌آید و نه اتمی از بین می‌رود، بلکه پس از انجام واکنش همهٔ اتم‌ها به شیوه‌های دیگر به هم متصل می‌شوند.

۴ مطابق قانون پایستگی جرم، شمار اتم‌های هر عنصر در یک واکنش شیمیایی ثابت است.

ردپای کربن دی‌اکسید

مقایسهٔ ردپای CO_2 ایجادشده از منابع گوناگون تولید انرژی الکتریکی: زغال‌سنگ > نفت خام > گاز طبیعی > خورشید > گرمای زمین > باد

افزایش میزان CO_2 موجود در هوا ← افزایش دمای کرهٔ زمین و افزایش سطح آب دریا / کاهش مساحت برف در نیمکرهٔ شمالی

اثر گلخانه‌ای

۱ نور خورشید هنگام گذر از هواکره با مولکول‌ها و دیگر ذره‌های موجود در آن برخورد می‌کند و تنها بخشی از *(نه همه!)* آن به سطح زمین می‌رسد. ازین‌رو زمین گرم شده و مانند یک جسم داغ از خود پرتوهای الکترومغناطیسی گسیل می‌دارد؛ با این تفاوت که انرژی پرتوهای گسیل‌شده، کم‌تر و طول موج آن‌ها بلندتر است.

۲ اگر هواکره وجود نداشت، میانگین دمای کرهٔ زمین به ۱۸− درجهٔ سلسیوس یا ۲۵۵ کلوین می‌رسید.

هیدروژن و توسعهٔ پایدار

۱ مقایسهٔ گرمای آزادشده به ازای سوختن ۱ g: زغال‌سنگ > بنزین > گاز طبیعی > هیدروژن

۲ مقایسهٔ قیمت به ازای ۱ g: زغال‌سنگ > گاز طبیعی > بنزین > هیدروژن

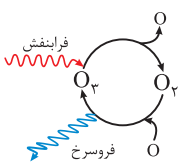
۳ زغال‌سنگ دارای بیشترین تنوع فراورده‌هاست و علاوه بر موارد مشترک بالا، SO_2 (و البته NO_2) هم تولید می‌کند که می‌تواند مسبب ایجاد باران اسیدی باشد! CO_2 اکسید اسیدی بوده و عامل کاهش pH باران معمولی است و CO اکسید اسیدی نیست!

مقایسهٔ گازهای اوزون (O_3) و اکسیژن (O_2)

۱ اکسیژن و اوزون هر دو در شرایط عادی گازهای بی‌رنگ هستند، اما اکسیژن در حالت مایع، آبی‌رنگ و اوزون مایع، لاجوردی (آبی پررنگ‌تر) است.

۲ از سوی دیگر جرم مولی اوزون ۱/۵ برابر اکسیژن (هم‌چنین اوزون چگالی بیشتری هم دارد!) و دمای جوش آن حدوداً ۷۱ درجهٔ سلسیوس بالاتر از اکسیژن است، پس با سردکردن این دو گاز، اوزون راحت‌تر به مایع تبدیل می‌شود.

۳ گاز اوزون از گاز اکسیژن واکنش‌پذیرتر بوده و در صنعت از گاز اوزون برای گندزدایی میوه‌ها و سبزیجات و از بین بردن جانداران ذره‌بینی درون آب استفاده می‌شود.



۴ ذره‌های تولیدشده در واکنش با یکدیگر مولکول اوزون را می‌توانند تولید کنند، اما مقدار انرژی با طول موج بیشتر تولید می‌شود!

اوزون تروپوسفری

۱ اوزون در لایهٔ تروپوسفر نیز یافت می‌شود و برخلاف استراتوسفر نقش زیان‌بار و مضر ایفا می‌کند.

۲ تنها هنگام رعدوبرق، دمای مولکول‌های هوا در آن ناحیه به اندازه‌ای بالا می‌رود که گاز نیتروژن با اکسیژن هوا ترکیب شده و به اکسیدهای نیتروژن تبدیل می‌شود:

I) $N_2(g)+O_2(g) \rightarrow 2NO(g)$ II) $2NO(g)+O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$

۳ از آن‌جا که گاز نیتروژن دی‌اکسید (NO_2) به رنگ قهوه‌ای است، هوای آلوده شامل این گاز به رنگ قهوه‌ای روشن دیده می‌شود. در این شرایط و در حضور نور خورشید، با انجام واکنش زیر در تروپوسفر مقداری گاز اوزون تولید می‌شود که همان اوزون تروپوسفری است.

III) $NO_2(g)+O_2(g) \rightarrow NO(g)+O_2(g)$

جمع‌بندی خلاصه‌وار روابط کمی گازها

در دمای ثابت: $P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow V \propto \frac{1}{P}$

در فشار ثابت: $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V \propto T$

در فشار و دمای ثابت: $\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \Rightarrow V \propto n$

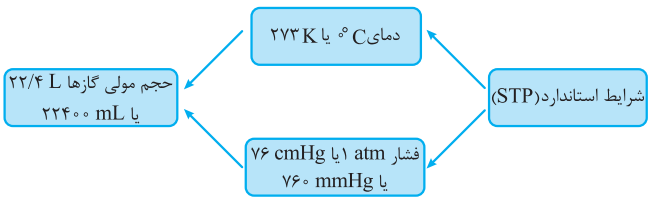
و در نهایت داریم: $\frac{P_1V_1}{n_1T_1} = \frac{P_2V_2}{n_2T_2}$

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

- برای توصیف یک نمونه گاز، علاوه بر مقدار، باید دما و فشار آن نیز مشخص باشد.
- بنابراین حجم گاز، دارای رابطهٔ مستقیم با دما و مقدار گاز و دارای رابطهٔ عکس با فشار آن است.
- **قانون آووگادرو: در دما و فشار یکسان، حجم یک مول از گازهای گوناگون با هم برابر است یا می‌توان به طور کلی گفت حجم مول‌های یکسان از گازهای گوناگون مشابه هم است.**
- برای محاسبهٔ نسبت چگالی دو گاز کافی است **جرم مولی** دو گاز را به هم تقسیم کنیم؛ زیرا مطابق قانون آووگادرو، حجم مولی همهٔ گازها در **شرایط یکسان** با هم برابر است.

نسبت چگالی دو گاز $(\frac{\rho_2}{\rho_1}) = \frac{M_{W_1}}{M_{W_2}}$

شرایط استاندارد یا STP



- در شرایط استاندارد هر **یک** مول از **هر نوع** گازی، ۲۲/۴ لیتر یا ۲۲۴۰۰ میلی‌لیتر حجم دارد که به این مقدار، **حجم مولی گازها در شرایط استاندارد** یا **STP** می‌گوییم.

حل مسائل به روش تناسب

در این روش، کافی است با توجه به یکاهای مطرح‌شده در صورت مسئله، با کمک دوتا از کسرهای تناسب زیر، یک معادله تشکیل داده و مجهول موردنظر را به دست آورد:

$$\frac{\text{حجم گاز} \times \text{چگالی}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \underbrace{\frac{\text{حجم گاز}}{\text{حجم مولی} \times \text{ضریب}}}_{\text{شرایط غیر STP}} = \frac{\text{حجم گاز (mL)}}{\text{۲۲۴۰۰} \times \text{ضریب}} = \underbrace{\frac{\text{حجم گاز (L)}}{\text{۲۲/۴} \times \text{ضریب}}}_{\text{شرایط STP}} = \frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{تعداد ذره}}{\text{عدد آووگادرو} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{تعداد مول}}{\text{۱} \times \text{ضریب}}$$

توجه منظور از ضریب در تناسب‌های فوق، ضریب استوکیومتری مادهٔ مورد نظر در معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش است.

تولید آمونیاک، کاربردی از واکنش گازها در صنعت

۱ پس گاز نیتروژن در مقایسه با اکسیژن از نظر شیمیایی غیرفعال و واکنش‌ناپذیر است. از این‌رو گاز نیتروژن به **جو بی‌اثر** شهرت یافته و در محیط‌هایی که گاز اکسیژن، عامل ایجاد تغییر شیمیایی است، به جای آن از **گاز نیتروژن** استفاده می‌کنند.

۲ **واکنش هابر:**

$$3H_2(g) + N_2(g) \xrightarrow{\text{شرایط بهینه}} 2NH_3(g)$$

۳ **مشکل اصلی هابر یافتن شرایط بهینه برای انجام این واکنش بود.** او در این راستا با دو چالش عمده مواجه بود:

۱) واکنش در دما و فشار اتاق انجام نمی‌شد.

۲) مشکل بعدی هابر این بود که اکنون چگونه آمونیاک (فراوردهٔ واکنش) را از مخلوط واکنش جدا کند.

- سرانجام دریافت که اگر مخلوط این گازها از روی ورقهٔ آهنی (به عنوان کاتالیزگر) در دما و فشار، عبور داده شود، با انجام واکنش، مقدار قابل توجهی آمونیاک تولید می‌شود، اما همهٔ واکنش‌دهنده‌ها به فراورده‌ها تبدیل نخواهد شد؛ زیرا این واکنش برگشت‌پذیر است، با این توصیف در ظرف واکنش مخلوطی از سه گاز H_2 ، N_2 و NH_3 وجود دارد.
- او با استفاده از نقطهٔ جوش مواد، راه حلی را برای جداسازی آمونیاک پیدا کرد.

فصل سوم: آب، آهنگ زندگی

مقدار یون‌های حل‌شده در آب دریاها

مقدار آنیون‌ها در آب دریا: $Cl^- > SO_4^{2-} > CO_3^{2-} > Br^-$

مقدار کاتیون‌ها در آب دریا: $Na^+ > Mg^{2+} > Ca^{2+} > K^+$

مقدار یون‌ها در آب دریا: $Cl^- > Na^+ > SO_4^{2-} > Mg^{2+} > Ca^{2+} > K^+ > CO_3^{2-} > Br^-$

شناسایی برخی از یون‌های محلول در آب

آ) شناسایی یون کلرید (Cl^-) در آب:

$$\underbrace{NaCl(aq)}_{\text{محلول بی‌رنگ}} + \underbrace{AgNO_3(aq)}_{\text{محلول بی‌رنگ}} \rightarrow \underbrace{AgCl(s)}_{\text{رسوب سفیدرنگ}} + NaNO_3(aq)$$

ب) شناسایی یون کلسیم (Ca^{2+}) در آب:

$$\underbrace{3CaCl_2(aq)}_{\text{محلول بی‌رنگ}} + \underbrace{2Na_3PO_4(aq)}_{\text{محلول بی‌رنگ}} \rightarrow \underbrace{Ca_3(PO_4)_2(s)}_{\text{رسوب سفیدرنگ}} + NaCl(aq)$$

پ) شناسایی یون باریم (Ba^{2+}) در آب:

$$\underbrace{BaCl_2(aq)}_{\text{محلول بی‌رنگ}} + \underbrace{Na_2SO_4(aq)}_{\text{محلول بی‌رنگ}} \rightarrow \underbrace{BaSO_4(s)}_{\text{رسوب سفیدرنگ}} + 2NaCl(aq)$$

- در یک یون چندتایی، بار یون به اتم خاصی تعلق نداشته و به کل یون تعلق دارد. یون‌های چندتایی معرفی‌شده در کتاب درسی به صورت روبه‌رو است: یون نیترات (NO_3^-)، یون هیدروکسید (OH^-)، یون سولفات (SO_4^{2-})، یون فسفات (PO_4^{3-})، یون کربنات (CO_3^{2-}) و یون آمونیوم (NH_4^+).

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

– انواع روش‌های بیان غلظت محلول‌ها –

۱) قسمت در میلیون (ppm)

۱) تعریف: به **جرم** مادهٔ حل‌شده در یک میلیون واحد از **جرم** محلول را قسمت در میلیون می‌گویند.

فرمول‌های ppm

۱) $ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6$ (برای همهٔ محلول‌ها)

۲) $ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده (mg)}}{\text{جرم محلول (kg)}}$ (برای همهٔ محلول‌ها)

۳) $ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده (mg)}}{\text{جرم حلال (kg)}}$ (برای محلول‌های بسیار رقیق)

۴) $ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده (mg)}}{\text{حجم محلول (L)}}$ (برای محلول‌های بسیار رقیق که حلال آن‌ها آب است.)

۲) درصد جرمی (a یا $w/w\%$)

۱ **تعریف:** به **جرم** مادهٔ حل‌شده در ۱۰۰ واحد جرم محلول را درصد جرمی می‌گویند.

۲ رابطهٔ اصلی برای محاسبهٔ غلظت محلول‌ها برحسب درصد جرمی (a یا $w/w\%$):

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

– رابطهٔ درصد جرمی و قسمت در میلیون –

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \quad , \quad \text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100$$

$$\Rightarrow \frac{ppm}{\text{درصد جرمی}} = 10^4 \Rightarrow ppm = \text{درصد جرمی} \times 10^4$$

۳) غلظت مولی (مولاریته یا مولار)

۱ تعداد مول‌های مادهٔ حل‌شده در یک لیتر محلول را غلظت مولی می‌گویند.

۲ رابطهٔ اصلی برای محاسبهٔ غلظت محلول‌ها برحسب غلظت مولی یا مولار به صورت روبه‌رو است:

$$C_M = \frac{n}{V} \text{ یا } C_M = \frac{m}{V.M}$$

– رابطهٔ غلظت مولی با درصد جرمی (و ppm) و چگالی –

M: جرم مولی حل‌شونده $(g.mol)^{-1}$ و d: چگالی $(g.mL)^{-1}$

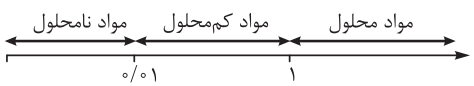
$$ppm = a \times 10^4$$

$$C_M = \frac{10 \times a \times d}{M} \qquad C_M = \frac{ppm \times d}{1000 \times M}$$

– انحلال‌پذیری –

۱ انحلال‌پذیری یا قابلیت انحلال مواد: بیشترین مقدار ماده‌ای که در **دمای معین** در **۱۰۰ گرم حلال** (نه *محلول*!) حل می‌شود و محلول سیرشده را به وجود می‌آورد، انحلال‌پذیری می‌گویند.

۲ شیمی‌دان‌ها مواد حل‌شوندهٔ جامد را بر اساس انحلال‌پذیری در آب و در دمای اتاق به صورت زیر به سه دسته تقسیم می‌کنند:



۳ هرچه **اندازهٔ** شیب نمودار انحلال‌پذیری یک ماده برحسب دما بیشتر باشد، یعنی انحلال‌پذیری آن ماده وابستگی بیشتری به دما دارد و در اثر تغییر دما انحلال‌پذیری آن ماده تغییر بیشتری می‌کند.

مقایسهٔ اندازهٔ شیب انحلال‌پذیری برحسب دما: $KNO_3 > NaNO_3 > KCl > Li_2SO_4 > NaCl$

مقایسهٔ تأثیر دما بر انحلال‌پذیری: $KNO_3 > NaNO_3 > KCl > Li_2SO_4 > NaCl$

- مقدار رسوب تشکیل‌شده در اثر تغییر دما در ۱۰۰ گرم آب، به صورت زیر به دست می‌آید:

$$\text{مقدار رسوب} = |\text{انحلال‌پذیری در دمای ثانویه} - \text{انحلال‌پذیری در دمای اولیه}|$$

- با تغییر دمای یک محلول سیرشده، جرم نمک رسوب‌شده یا جرم گاز آزادشده از محلول برابر است با:

$$\text{جرم رسوب یا جرم گاز آزادشده} = \frac{(A-B) \times m}{100+A}$$

A: انحلال‌پذیری در دمای اولیه، B: انحلال‌پذیری در دمای نهایی، m: جرم محلول

- اگر عدد به‌دست‌آمده در دو رابطهٔ بالا مثبت باشد، یعنی این مقدار رسوب تولید می‌شود و اگر منفی باشد، یعنی این مقدار حل‌شوندهٔ اضافی در محلول حل می‌شود.

– طرز تشخیص مولکول قطبی از ناقطبی –

مولکول‌ها

- دواتمی
  - ناقطبی O_2 و N_2: دواتمی یکسان
  - قطبی HI، CO و NO: دواتمی متفاوت
- چنداتمی
  - ناقطبی P_4 و S_8: چنداتمی یکسان
  - قطبی (O_3) ← به‌جز
  - چنداتمی متفاوت ← شرط ناقطبی‌بودن:
    - اتم‌های اطراف اتم مرکزی یکسان باشند.
    - اتم مرکزی جفت ناپیوندی نداشته باشد.

- هیدروکربن‌ها (آلکان‌ها، آلکن‌ها، آلکین‌ها، سیکلوآلکان و آروماتیک‌ها) ناقطبی‌اند.

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

نیروهای بین مولکولی

۱ نیروهای بین مولکولی در تعیین حالت فیزیکی و خواص یک ترکیب نقش مهمی دارد. گازها، دارای مولکول‌های مجزا با کم‌ترین برهم‌کنش هستند، اما در مایع‌ها برهم‌کنش مولکول‌ها بیشتر است و در جامدها، برهم‌کنش میان مولکول‌ها می‌تواند به بیشترین مقدار ممکن برسد.از این‌رو در شرایط یکسان، نیروهای بین مولکولی مواد، در حالت جامد قوی‌تر از حالت مایع و آن هم به مراتب قوی‌تر از حالت گازی است: گاز < مایع < جامد :مقایسهٔ قدرت نیروهای بین مولکولی در شرایط یکسان

- توجه داشته باشید که نیروهای بین مولکولی به طور عمده به میزان قطبی‌بودن مولکول‌ها و جرم آن‌ها وابسته است.

۲ در مواد مولکولی با جرم مولی مشابه، ماده با مولکول‌های قطبی، نقطهٔ جوش بالاتری دارد. برای مثال: $HCl > F_2$:نقطهٔ جوش $\Rightarrow$ $HCl > F_2$:نیروهای بین مولکولی
($-85\ ^\circ C$) ($-188\ ^\circ C$)
(قطبی) (ناقطبی)

- هرچه نقطهٔ جوش یک گاز بالاتر و به صفر نزدیک‌تر باشد، راحت‌تر به مایع تبدیل می‌شود.

۳ در مواد مولکولی با مولکول‌های ناقطبی، با افزایش جرم مولی، دمای جوش افزایش و با کاهش جرم مولی، دمای جوش کاهش می‌یابد.

- پیوند هیدروژنی قوی‌ترین نیروی جاذبهٔ بین مولکولی در موادی است که در مولکول آن‌ها، اتم هیدروژن به یکی از اتم‌های N یا O یا F با پیوند کووالانسی متصل است. پیوند کووالانسی قوی‌تر از پیوند هیدروژنی است. برای مثال: اتانول به دلیل برقراری پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های خود، با وجود جرم مولی کم‌تر نسبت به استون، نقطهٔ جوش بیشتری نسبت به آن خواهد داشت.

مقایسهٔ نقطهٔ جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار عنصرهای گروه‌های ۱۵ تا ۱۷ جدول دوره‌ای

۱ مقایسهٔ کلی نقطهٔ جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار سه عنصر اول گروه ۱۷:
نقطهٔ جوش: $\underbrace{HF}_{\text{پیوند هیدروژنی}} > \underbrace{HBr}_{\text{جرم مولی بیشتر}} > \underbrace{HCl}_{\text{جرم مولی کم‌تر}}$

۲ مقایسهٔ کلی نقطهٔ جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار سه عنصر اول گروه ۱۶:
نقطهٔ جوش: $\underbrace{H_2O}_{\text{پیوند هیدروژنی}} > \underbrace{H_2S}_{\text{جرم مولی بیشتر}} > \underbrace{H_2Se}_{\text{جرم مولی کم‌تر}}$

۳ مقایسهٔ کلی نقطهٔ جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار سه عنصر اول گروه ۱۵:
نقطهٔ جوش: $\underbrace{NH_3}_{\text{پیوند هیدروژنی}} > \underbrace{AsH_3}_{\text{جرم مولی بیشتر}} > \underbrace{PH_3}_{\text{جرم مولی کم‌تر}}$

- دقت کنید که از بین نقطهٔ جوش‌های این مواد، تنها نقطهٔ جوش دو مادهٔ H_2O ($100\ ^\circ C$) و HF ($19\ ^\circ C$) بالای صفر درجهٔ سلسیوس است! و حتی نقطهٔ جوش NH_3 زیر صفر درجهٔ سلسیوس است.

شرایط حل‌شدن دو ماده در یکدیگر (شرط انحلال)

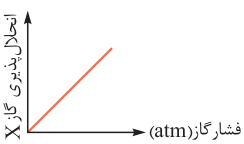
هنگامی یک ماده می‌تواند در مادهٔ دیگر حل شده و محلول ایجاد کند که شرط زیر برقرار باشد:
(میانگین جاذبه‌ها در حلال خالص و حل‌شوندهٔ خالص) < (جاذبه‌های حل‌شونده – حلال در محلول)

عوامل مؤثر بر انحلال‌پذیری گازها در آب

۱ **نوع گاز:** به طور کلی تشکیل پیوند هیدروژنی، قطبی‌بودن مولکول‌های گاز، داشتن جرم و حجم زیاد و واکنش شیمیایی با آب سبب افزایش انحلال‌پذیری گازها در آب می‌شود.

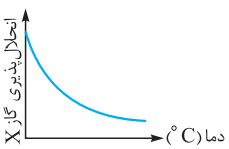
- مقایسهٔ انحلال‌پذیری در آب: N_2 (جرم مولی کم‌تر) < O_2 (جرم مولی بیشتر) < NO (قطبی‌بودن) < CO_2 (واکنش شیمیایی با آب)

۲ **اثر فشار بر انحلال‌پذیری گازها:** در دمای ثابت، انحلال‌پذیری گازها با فشار گاز بالای محلول رابطهٔ مستقیم دارد، یعنی با افزایش فشار، نفوذ مولکول‌های گاز در آب، بیشتر شده و انحلال‌پذیری گاز افزایش می‌یابد.



۳ نمودار انحلال‌پذیری گازها برحسب فشار به صورت **خط راست با شیب مثبت** است. از طرفی انحلال‌پذیری گازها در فشار صفر اتمسفر برابر صفر است؛ از این‌رو می‌توان نتیجه گرفت که در دمای ثابت، با n برابرشدن فشار گاز، انحلال‌پذیری آن گاز در آب، n برابر می‌شود.

۴ **اثر دما بر انحلال‌پذیری گازها:** در فشار ثابت، انحلال‌پذیری گازها با دما رابطهٔ عکس دارد؛ یعنی با افزایش دما، انحلال‌پذیری گازها در آب کاهش می‌یابد.



- نمودار انحلال‌پذیری گازها برحسب دما در فشار ثابت به صورت یک منحنی نزولی غیرخطی می‌باشد و در فشار ثابت، با n برابرشدن دما انحلال‌پذیری $\frac{1}{n}$ برابر نمی‌شود.

پدیدهٔ اسمز و اسمز معکوس

ویژگی	فرایند	اسمز	اسمز معکوس
جهت خالص انتقال مولکول‌های حلال (آب)		از محلول رقیق‌تر به محلول غلیظ‌تر	از محلول غلیظ‌تر به محلول رقیق‌تر
تغییر غلظت محلول‌ها با گذشت زمان	محلول رقیق	غلیظ‌تر می‌شود	رقیق‌تر می‌شود
	محلول غلیظ	رقیق‌تر می‌شود	غلیظ‌تر می‌شود
تغییر حجم و ارتفاع محلول‌ها با گذشت زمان	محلول رقیق	کاهش می‌یابد	افزایش می‌یابد
	محلول غلیظ	افزایش می‌یابد	کاهش می‌یابد
نوع فرایند		خودبه‌خودی	غیرخودبه‌خودی (اعمال فشار)

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

بررسی برخی روش‌های تصفیه آب

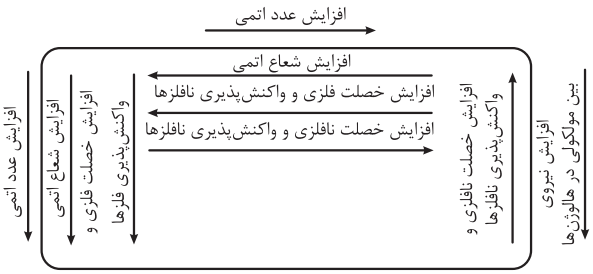
۱ در روش تقطیر، نافلزها، آلاینده‌ها، فلزهای سمی، حشره‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها از آب جدا می‌شوند، **ولی میکروب‌ها و ترکیب‌های آلی فرّار در آب تصفیه‌شده باقی می‌ماند.**
۲ آب به دست‌آمده از روش‌های اسمز معکوس و صافی کربن نسبت به روش تقطیر، آلایندهٔ کم‌تری دارد.
۳ از آن‌جا که به کمک هیچ‌یک از سه روش نمی‌توانیم میکروب‌های موجود در آب را از بین ببریم، آب تصفیه‌شده در این روش‌ها را باید پیش از مصرف کلرزنی کرد.

پایه یازدهم

فصل اول: قدر هدایای زمینی را بدانیم

روند تغییرات در جدول دوره‌ای عنصرها

تفاوت شعاع اتمی عناصر متوالی در یک دوره، در فلزها بیشتر از نافلزها است.



مقایسهٔ واکنش‌پذیری چند عنصر

- واکنش فلز فعال‌تر با ترکیبی از فلز دیگر به صورت طبیعی انجام می‌شود و ترکیبی از یک فلز را نمی‌توان در ظرفی از جنس فلز فعال‌تر نگه‌داری کرد.
- **عنصر واکنش‌پذیرتر**
  - شرایط نگه‌داری دشوارتر، استخراج دشوارتر
  - تمایل برای تبدیل‌شدن به ترکیب بیشتر و ترکیب‌های پایدارتر از خود

حل مسائل استوکیومتری با درصد خلوص (P) و بازده درصدی (R)

$$\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}=\frac{\text{تعداد ذره‌ها}}{\underbrace{\text{ضریب}\times ۶/۰۲\times ۱۰^{۲۳}}_{\text{تعداد ذره‌ها}}}=\frac{\text{گرم}}{\underbrace{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}_{\text{گرم}}}=\frac{\text{لیترگاز}}{\underbrace{\text{ضریب}\times ۲۲/۴}_{\text{(شرایط STP)}}}=\frac{\text{لیترگاز}}{\underbrace{\text{ضریب}\times\text{حجم مولی}}_{\text{(شرایط غیر STP)}}}=\frac{\text{چگالی}\times\text{لیترگاز}}{\underbrace{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}_{\text{(شرایط غیر STP)}}}=\frac{\text{M}\times\text{V(L)}}{\underbrace{\text{ضریب}}_{\text{غلظت مولی(M)}}}=\frac{\frac{\text{P}}{۱۰۰}\times\text{گرم ناخالص}}{\underbrace{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}_{\text{گرم ناخالص}}}$$

- درصد خلوص (P) و بازده درصدی (R) مانند سایر داده‌های مسئله در صورت کسرها نوشته می‌شود و ضرایب استوکیومتری موجود در مخرج کسرها از معادلهٔ موازنه‌شده برداشته می‌شود. دقت کنید که بازده درصدی را در صورت نیاز، باید در سمت واکنش‌دهنده‌ها بنویسید.

جمع‌بندی هیدروکربن‌ها

نام هیدروکربن	فرمول عمومی	سیرشده یا سیرنشده	جرم مولی	مثال	کل پیوندهای اشتراکی	پیوندهای C — H	پیوند یگانهٔ C — C	ساده‌ترین عضو
آلکان (an)	$C_nH_{۲n+۲}$ $n\geq ۱$	سیرشده	$۱۴n+۲$	اتان $C_۲H_۶$	$۳n+۱$	$۲n+۲$	$n-۱$	متان ($CH_۴$)
آلکن (en)	$C_nH_{۲n}$ $n\geq ۲$	سیرنشده	$۱۴n$	اتن $C_۲H_۴$	$۳n$	$۲n$	$n-۲$	اتن ($C_۲H_۴$)
سیکلوآلکان	$C_nH_{۲n}$ $n\geq ۳$	سیرشده	$۱۴n$	سیکلوپروپان $C_۳H_۶$	$۳n$	$۲n$	n	سیکلوپروپن ($C_۳H_۶$)
آلکین (in)	$C_nH_{۲n-۲}$ $n\geq ۲$	سیرنشده	$۱۴n-۲$	اتین $C_۲H_۲$	$۳n-۱$	$۲n-۲$	$n-۲$	اتین ($C_۲H_۲$)

خواص فیزیکی و شیمیایی آلکان‌ها

- ناقطبی، نامحلول در آب و با نیروهای بین مولکولی از نوع واندروالسی
- شمار اتم‌های کربن، دارای رابطهٔ مستقیم با «اندازهٔ مولکول، نیروی بین مولکولی، نقطهٔ جوش و گران‌روی» آلکان‌ها و دارای رابطهٔ عکس با ویژگی «فرّاربودن» آن‌هاست.
- حالت فیزیکی ۴ آلکان اول در دمای اتاق گازی است و با افزایش شمار اتم‌های کربن، اختلاف نقطهٔ جوش آلکان‌های متوالی به تدریج کاهش می‌یابد.
- آلکان‌ها سیرشده هستند و تمایل چندانی به انجام واکنش شیمیایی ندارند (به‌جز سوختن).
- شستن پوست یا تماس آن با آلکان‌های مایع در درازمدت به بافت‌های پوست آسیب می‌رساند.

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

نکته

سوخت هواپیما از نفت سفید (آلکان‌هایی با ده تا پانزده کربن) تهیه می‌شود.

اتن (C_2H_4)
- نام قدیمی: اتیلن ـ نخستین عضو آلکن‌ها
- آزادشدن توسط موز و گوجه‌فرنگی رسیده
- عمل‌آورنده و سنگ بنای صنایع پتروشیمی

اتین (C_2H_2)
- نام قدیمی: استیلن
- نخستین عضو آلکین‌ها
- تأمین دمای مورد نیاز در جوش کاربیدی با سوختن اتین

معادلهٔ واکنش سوختن کامل

آلکان‌ها: $C_nH_{2n+2} + \frac{3n+1}{2}O_2 \rightarrow nCO_2 + (n+1)H_2O$

آلکن‌ها: $C_nH_{2n} + \frac{3n}{2}O_2 \rightarrow nCO_2 + (n)H_2O$

آلکین‌ها: $C_nH_{2n-2} + \frac{3n-1}{2}O_2 \rightarrow nCO_2 + (n-1)H_2O$

معادلهٔ واکنش سیرشدن با گاز هیدروژن

آلکن‌ها: $C_nH_{2n} + H_2 \xrightarrow{Ni(s)} C_nH_{2n+2}$

آلکین‌ها: $C_nH_{2n-2} + 2H_2 \rightarrow C_nH_{2n+2}$

محصول: آلکان

سایر واکنش‌های آلکن‌ها

واکنش با آب ← محصول: الکل

$CH_2=CH_2 + HOH \xrightarrow{H_2SO_4} CH_2(H)-CH_2(OH)$

اتن + آب → اتانول

افزایش هالوژن‌ها ← محصول: دی‌هالو آلکان

$CH_2=CH_2(g) + Br_2(l) \rightarrow CH_2(Br)-CH_2(Br)$

اتن + سرم مایع (قرمزرنگ) → ۱و ۲ دی‌برمواتان (بی‌رنگ)

محصول: واکنش گاز اتن با کلر ← ۱، ۲ ـ دی‌کلرو اتان

$CH_2=CH_2 + Cl_2 \xrightarrow{FeCl_3(s)} CH_2(Cl)-CH_2(Cl)$

اتن + کلر → ۱، ۲ – دی کلرواتان

نکته

بی‌رنگ‌شدن برم ← شناسایی هیدروکربن‌های سیرنشده

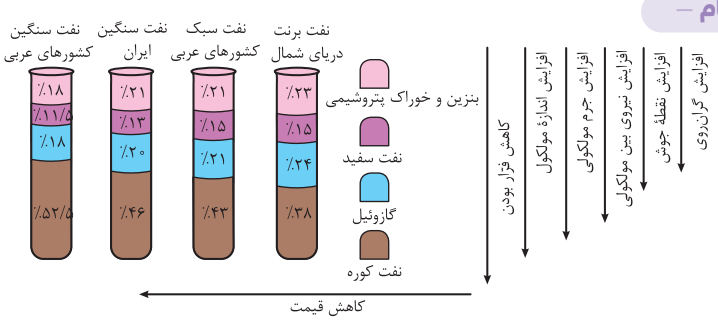
ترکیب‌های آروماتیک (سیرنشده‌اند!)

سرگروه: بنزن (C_6H_6 با سه پیوند $C=C$)

در ساختار خود حداقل یک گروه بنزنی دارند.

نفتالن: ($C_{10}H_8$ با ۵ پیوند $C=C$) ← ضدبید

دسته‌های متفاوت هیدروکربن‌ها در نفت خام



زغال‌سنگ ← مقدار و تنوع فراورده‌های بیشتر نسبت به بنزین (SO_2 و NO_2 علاوه بر CO، CO_2 و H_2O)

راه‌های بهبود کارایی
- شست‌وشوی زغال‌سنگ ← حذف گوگرد و ناخالصی‌های دیگر
- به دام انداختن گاز SO_2 خارج‌شده با عبور گازهای خروجی از روی CaO: $SO_2(g) + CaO(s) \rightarrow CaSO_3(s)$

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

فصل دوم: در پی غذای سالم

مقایسهٔ دما، انرژی گرمایی و گرما

- دما
  - **میانگین** انرژی جنبشی ذرات ماده / **میانگین** تندی حرکت ذرات سازنده ماده
  - نماد: θ یا T، قابل اندازه‌گیری با یکای $^\circ C$ یا K
  - توصیف یک **نمونه ماده** / **به مقدار ماده وابسته نیست.**
  - معیاری برای بیان سردی و گرمی جسم
- گرما
  - توصیف یک **فرایند**
  - وابسته به مقدار ماده
  - نماد: Q
  - یکا: J یا Cal
- انرژی گرمایی
  - **وابسته به تعداد و دمای ذرات**
  - توصیف یک **نمونه ماده** و غیرقابل اندازه‌گیری
  - **مجموع** انرژی جنبشی ذرات ماده

$Q = C\Delta\theta = m.c.\Delta\theta$

SI یکای $1\,J = 1\,kg.m^2.s^{-2}$ ، $1\,Cal = 4/18\,J$

$C = m.c$

ظرفیت گرمایی (C) برخلاف ظرفیت گرمایی ویژه (c)، به جرم ماده وابسته است به طوری که:

آنتالپی (H) یا محتوای انرژی، انرژی کل سامانه است. تغییر آنتالپی واکنش (ΔH یا Q_P)، هم‌ارز با گرمای واکنش در فشار ثابت است:

$\Delta H_{\text{واکنش}} = H\,(\text{مواد فراورده}) - H\,(\text{مواد واکنش‌دهنده}) = Q_P$

واکنش‌های گرماگیر
- انتقال گرما از محیط به سامانه
- مواد واکنش‌دهنده، پایدارتر از مواد فراورده
- آنتالپی مواد فراورده بیشتر از مواد واکنش‌دهنده
- $\Delta H > 0$

واکنش‌های گرماده
- انتقال گرما از سامانه به محیط
- مواد فراورده، پایدارتر از مواد واکنش‌دهنده
- آنتالپی مواد فراورده کم‌تر از مواد واکنش‌دهنده
- $\Delta H < 0$

– حل مسائل گرما و استوکیومتری –

$$\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{تعداد ذره‌ها}}{\underbrace{\text{ضریب} \times 6/02 \times 10^{23}}_{\text{تعداد ذره‌ها}}} = \frac{\text{گرم}}{\underbrace{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}}_{\text{گرم}}} = \frac{\text{لیترگاز}}{\underbrace{\text{ضریب} \times 22/4}_{\text{لیترگاز (STP)}}} = \frac{\text{لیترگاز}}{\underbrace{\text{ضریب} \times \text{حجم مولی}}_{\text{لیترگاز (حجم مولی)}}} = \frac{\text{چگالی} \times \text{لیترگاز}}{\underbrace{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}}_{\text{لیترگاز (چگالی)}}} = \frac{M \times V(L)}{\underbrace{\text{ضریب}}_{\text{غلظت مولی (L)}}}$$

$$= \frac{M \times V(mL)}{\underbrace{\text{ضریب} \times 1000}_{\text{غلظت مولی (mL)}}} = \frac{\underbrace{\text{گرم ناخالص} \times \frac{P}{100}}_{\text{گرم ناخالص}}}{\underbrace{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}}} = \frac{q \rightarrow (kJ)}{\underbrace{|\Delta H|}_{\text{گرما}} \rightarrow (kJ)}$$

– گرماشیمی (ترموشیمی) –

۱ به انرژی لازم برای شکستن **یک مول** پیوند در **حالت گازی** و تبدیل آن به **دو مول اتم مجزای گازی**، آنتالپی پیوند می‌گویند.

عوامل مؤثر بر آنتالپی پیوند
- ۱) مرتبهٔ پیوند (رابطهٔ مستقیم)
- ۲) شعاع اتم‌ها (رابطهٔ عکس)

$\Delta H_{\text{واکنش}} = \left[\begin{matrix}\text{مجموع آنتالپی}\\ \text{پیوند واکنش‌دهنده‌ها}\end{matrix}\right] - \left[\begin{matrix}\text{مجموع آنتالپی}\\ \text{پیوند فراورده‌ها}\end{matrix}\right]$

۲ **ارزش سوختی**: انرژی حاصل از سوختن یا اکسایش **یک گرم ماده** ←

ارزش سوختی: چربی > کربوهیدرات = پروتئین

۳ **آنتالپی سوختن**: آنتالپی واکنش سوختن کامل یک مول ماده در اکسیژن کافی (همیشه $\Delta H < 0$)

$\text{ارزش سوختی } (kJ.g^{-1}) = \frac{|\text{آنتالپی سوختن } (kJ.mol^{-1})|}{\text{جرم مولی } (g.mol^{-1})}$

مقایسهٔ آنتالپی سوختن هیدروکربن‌ها
- ۱) معمولاً هرچه جرم یک هیدروکربن بیشتر باشد، آنتالپی سوختن آن منفی‌تر است و از سوختن آن گرمای بیشتری آزاد می‌شود.
- ۲) در مورد هیدروکربن‌های هم‌خانواده، همواره از سوختن یک گرم هیدروکربن سبک‌تر، گرمای بیشتری آزاد می‌شود.
- ۳) مقایسهٔ گرمای سوختن آلکان‌ها، آلکن‌ها، آلکین‌ها و الکل‌های هم‌کربن: آلکان > آلکن > الکل > آلکین

گرمای یک واکنش معین به راهی که برای انجام آن در پیش گرفته می‌شود، وابسته نیست؛ لذا قانون هس بیان می‌کند که اگر معادلهٔ واکنشی را بتوان از جمع معادلهٔ دو یا چند واکنش دیگر به دست آورد، ΔH آن نیز از جمع جبری ΔH همان واکنش‌ها به دست می‌آید.

محاسبهٔ ΔH واکنش از طریق آنتالپی سوختن مواد:

$\Delta H_{\text{واکنش}} = \left[\begin{matrix}\text{مجموع آنتالپی سوختن}\\ \text{واکنش‌دهنده‌ها}\end{matrix}\right] - \left[\begin{matrix}\text{مجموع آنتالپی}\\ \text{سوختن فراورده‌ها}\end{matrix}\right]$

– سینتیک –

عوامل مؤثر بر سرعت واکنش
- ۱) نوع مواد واکنش‌دهنده: واکنش‌پذیری بیشتر ← سرعت بیشتر
- ۲) دما: دمای بیشتر ← سرعت بیشتر
- ۳) غلظت: غلظت بیشتر واکنش‌دهنده‌ها ← سرعت بیشتر
- ۴) سطح تماس واکنش‌دهنده‌ها: سطح تماس بیشتر ← سرعت بیشتر
- ۵) کاتالیز، سرعت واکنش را افزایش می‌دهد، ولی خودش دست‌نخورده باقی می‌ماند.

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

تأثیر حجم و فشار در سرعت واکنش

- الف) حجم (V) ← اگر در واکنش‌دهنده‌ها (g) یا (aq) داشته باشیم
  - (g) ← حجم ظرف ↑ ⇐ غلظت ↓ ⇐ سرعت واکنش ↓
  - (aq) ← حجم محلول ↑ ⇐ غلظت ↓ ⇐ سرعت واکنش ↓
- ب) فشار (P) ← اگر در واکنش‌دهنده‌ها (g) یا (aq) داشته باشیم ← فشار ↑ ⇐ غلظت ↑ ⇐ سرعت واکنش ↑

سرعت تولید یا مصرف مواد شرکت‌کننده در واکنش فرضی $A \rightarrow B$

- سرعت برای یک فراورده ← $\bar{R}_{(B)} = \frac{\Delta n(B)}{\Delta t}$ ← شیب نمودار ~ سرعت نمودار
  نمودار صعودی، $\Delta n > 0$
- سرعت برای یک واکنش‌دهنده ← $R_{(A)} = -\frac{\Delta n(A)}{\Delta t}$ ← |شیب نمودار| ~ سرعت نمودار
  نمودار نزولی، $\Delta n < 0$

یکاهای سرعت

۱) مول بر زمان: برای هر حالت فیزیکی: s، l، g و aq

$\bar{R}_{(A)} = -\frac{\Delta n_{(A)}}{\Delta t}$ ، $\bar{R}_{(B)} = \frac{\Delta n_{(B)}}{\Delta t}$ ... یا $(mol.min^{-1})$ یا $(mol.s^{-1})$

۲) غلظت مولی بر زمان: برای حالت فیزیکی g یا aq

$\bar{R}_{(A)} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{\Delta n_{(A)}}{v.\Delta t}$ ، $\bar{R}_{(B)} = \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{\Delta n_{(B)}}{v.\Delta t}$ ... یا $(mol.L^{-1}.min^{-1})$ یا $(mol.L^{-1}.s^{-1})$

غلظت مواد جامد (s) و مایع (l) خالص، با گذشت زمان تغییر نمی‌کند و ثابت است.

۳) حجم بر زمان: برای حالت فیزیکی g:

$\bar{R}_{(A)} = -\frac{\Delta v_{(A)}}{\Delta t} = -\frac{\overbrace{\Delta n_{(A)} \times 22/4}^{\text{در STP}}}{\Delta t}$ ، $\bar{R}_{(B)} = \frac{\Delta v_{(B)}}{\Delta t} = \frac{\overbrace{\Delta n_{(B)} \times 22/4}^{\text{در STP}}}{\Delta t}$

سرعت واکنش برابر است با سرعت متوسط تولید یا مصرف هر مادهٔ موجود در واکنش تقسیم بر ضریب استوکیومتری آن.

برای واکنش کلی $aA + bB \rightarrow cC + dD$ داریم:

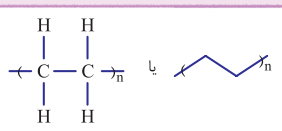
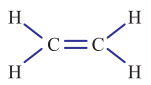
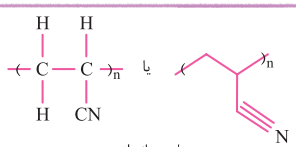
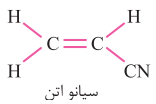
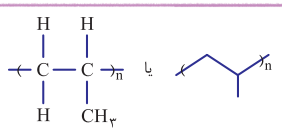
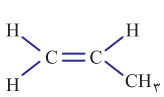
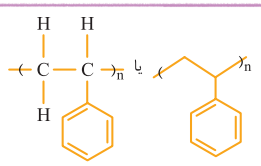
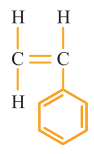
$\bar{R}_{(\text{واکنش})} = \frac{\bar{R}_{(A)}}{a} = \frac{\bar{R}_{(B)}}{b} = \frac{\bar{R}_{(C)}}{c} = \frac{\bar{R}_{(D)}}{d}$ یا $\bar{R}_{(\text{واکنش})} = -\frac{\Delta n_{(A)}}{a\Delta t} = -\frac{\Delta n_{(B)}}{b\Delta t} = \frac{\Delta n_{(C)}}{c\Delta t} = \frac{\Delta n_{(D)}}{d\Delta t}$

فصل سوم: پوشاک، نیازی پایان‌ناپذیر

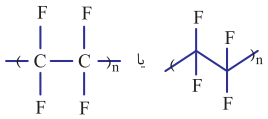
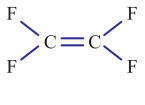
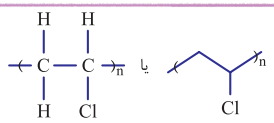
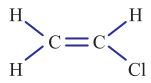
مواد مولکولی

- مولکول‌های کوچک و متوسط (تعداد اتم‌ها و جرم مولی کم یا متوسط) ← مانند CO_2 ، H_2O ، $C_6H_{12}O_6$ (گلوکز) و ...
- درشت‌مولکول‌ها
  - فاقد واحد تکرارشونده ← مانند روغن زیتون
  - دارای واحد تکرارشونده ← مانند سلولز، نشاسته، انسولین (پلیمرهای طبیعی) و پلی‌اتن، تفلون (پلیمرهای ساختگی)

نکات پلی‌اتن و پلیمرهای افزایشی مشتق از پلی‌اتن

کاربرد	نام و ساختار پلیمر	نام و ساختار مونومر
کیسه‌های پلاستیکی، لوله‌های پلاستیکی، دبه‌های آب یا بطری پلاستیکی	 پلی‌اتن	 اتن
فرش، پارچه، پتو	 پلی‌سیانو اتن	 سیانو اتن
به عنوان پلاستیک در تجهیزات آزمایشگاهی و پزشکی مانند سرنگ	 پلی‌پروپن	 پروپن
به عنوان پلاستیک در صنعت بسته‌بندی مواد غذایی مانند ظروف یک‌بارمصرف	 پلی‌استیرن	 استیرن

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

کاربرد	نام و ساختار پلیمر	نام و ساختار مونومر
ظروف نچسب، نخ دندان، کف اتو، نوارهای آب‌بندی لوله‌ها	 پلی‌تترافلوئورو اتن یا تفلون	 تترافلوئورو اتن
لوله‌های انتقال آب، فاضلاب و گاز، کیسهٔ خون	 پلی‌وینیل کلرید	 وینیل کلرید (کلرو اتن)

جرم مولی پلیمرهای افزایشی را می‌توان **به تقریب** از رابطهٔ روبه‌رو به دست آورد:

جرم مولی پلیمر = n × جرم مولی مونومر

n ↓ شمار واحدهای تکرارشونده

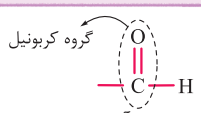
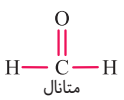
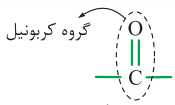
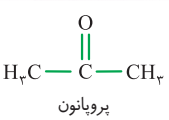
ویژگی‌های تفلون:

۱ نقطهٔ ذوب بالا و مقاوم در برابر گرما
۲ بی‌اثر از نظر شیمیایی
۳ غیرمحلول در حلال‌های آلی مانند هگزان
۴ نچسب
۵ مونومر سازنده: تترافلوئورو اتن، گاز مورد استفاده در سردکننده‌ها

مقایسهٔ ویژگی‌های پلی‌اتن سبک و سنگین

نوع پلی‌اتن	سبک	سنگین
ساختار	شاخه‌دار	بدون شاخه
فرمول مولکولی	$(C_2H_4)_n$	$(C_2H_4)_n$
نوع نیروی بین مولکولی	وان‌درواالسی	وان‌درواالسی
شفاف یا کدر بودن	شفاف	کدر
کاربرد	ساخت کیسه‌های پلاستیکی شفاف	ساخت لوله‌های پلاستیکی، دبه‌های آب، بطری کدر شیر و اسباب‌بازی
چگالی	۰/۹۲ $g.cm^{-3}$	۰/۹۷ $g.cm^{-3}$
سختی و استحکام، چگالی، نقطهٔ ذوب و قدرت نیروهای بین مولکولی	پلی‌اتن سبک < پلی‌اتن سنگین	

خلاصهٔ ساختار و برخی ویژگی‌های گروه‌های عاملی

نام خانواده	فرمول ساختاری و نام گروه عاملی	فرمول کلی	ساده‌ترین عضو خانواده	فرمول مولکولی با گروه(های) هیدروکربنی سیرشده
آلدهیدها	 گروه کربونیل، آلدهیدی	R زنجیرهٔ هیدروکربنی یا هیدروژن	 متانال	آلدهید و کتون تک‌عاملی سیرشده با تعداد کربن یکسان ایزومرند. $C_nH_{2n}O$
کتون‌ها	 گروه کربونیل، کتونی	R و R′ زنجیرهٔ هیدروکربنی	 پروپانون	
الکل‌ها	—OH هیدروکسیل	R—OH R زنجیرهٔ هیدروکربنی	CH_3OH متانول	الکل و اتر تک‌عاملی سیرشده با تعداد کربن یکسان ایزومرند. $C_nH_{2n+2}O$
اترها	—O— اتری	R—O—R′ R و R′ زنجیرهٔ هیدروکربنی	$H_3C-O-CH_3$ دی متیل اتر	

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

نام خانواده	فرمول ساختاری و نام گروه عاملی	فرمول کلی	ساده‌ترین عضو خانواده	فرمول مولکولی با گروه(های) هیدروکربنی سیرشده
کربوکسیلیک اسیدها	کربوکسیل	R زنجیرهٔ هیدروکربنی یا هیدروژن	متانوییک اسید	استر و کربوکسیلیک اسید تک‌عاملی و سیرشده با تعداد کربن یکسان ایزومرند. $C_nH_{2n}O_2$
استرها	استری	R و R′ زنجیرهٔ هیدروکربنی یا هیدروژن	متیل متانوآت	
آمین‌ها	آمینی	R، R″ و R′ زنجیرهٔ هیدروکربنی	متیل آمین	$C_nH_{2n+3}N$
آمیدها	آمیدی	R، R″ و R′ زنجیرهٔ هیدروکربنی یا هیدروژن		$C_nH_{2n+1}NO$

نکات الکل‌ها

۱ الکل‌ها دو بخش قطبی و ناقطبی و در نتیجه دو نوع نیروی جاذبهٔ بین مولکولی دارند.

بخش قطبی OH — R بخش ناقطبی

۲ با افزایش طول زنجیرهٔ هیدروکربنی الکل‌ها، نیروی بین مولکولی واندروالسی بر پیوند هیدروژنی غلبه می‌کند و البته نقطهٔ جوش آن‌ها افزایش می‌یابد.

۳ **الکل‌ها**
- ۱ تا ۵ اتم کربن ← مولکول عمدتاً قطبی و نیروی غالب هیدروژنی
  - ۴ و ۵ اتم کربن ← به خوبی در آب حل می‌شوند.
  - ۱ تا ۳ اتم کربن ← به هر نسبتی محلول در آب
- بیشتر از ۵ اتم کربن ← مولکول عمدتاً ناقطبی و نیروی غالب واندروالسی ← انحلال‌پذیری کم‌تر از $\frac{1\,g}{100\,g\,H_2O}$

۴ نمودار انحلال‌پذیری الکل‌های ۷کربنه به بعد، به نمودار انحلال‌پذیری آلکان هم‌کربن خود بسیار نزدیک است.

نکات کربوکسیلیک اسیدها

کربوکسیلیک اسیدها نیز مانند الکل‌ها، دو بخش قطبی و ناقطبی و در نتیجه دو نوع نیروی جاذبهٔ بین مولکولی دارند که با افزایش طول زنجیرهٔ هیدروکربنی، نقطهٔ جوش آن‌ها افزایش ولی انحلال‌پذیری آن‌ها در آب، کاهش می‌یابد.

بخش قطبی COOH — R بخش ناقطبی

نکات استرها و پلی‌استرها

۱ استرها با مولکول‌های خود پیوند هیدروژنی تشکیل نمی‌دهند (برخلاف اسیدها و استرها)؛ از این‌رو نقطهٔ جوش پایین‌تری نسبت به اسیدهای ایزومر خود دارند.

۲ استرها نیز همانند اسیدها و الکل‌ها، دارای دو بخش قطبی و ناقطبی در ساختار خود هستند:

بخش ناقطبی R — C(=O) — O — R′ بخش قطبی بخش ناقطبی

۳ نام‌گذاری استرها:

R — C(=O) — O — R′ ⇒ مانند: H — C(=O) — O — CH_3

آلکانوات — آلکیل — متیل متانوات

۴ بو و طعم آناناس، ناشی از وجود استر اتیل بوتانوات در آن است.

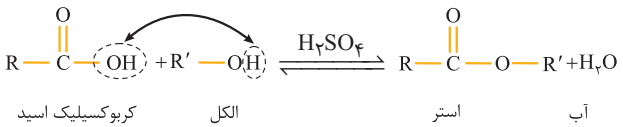
برای محاسبهٔ تعداد اتم‌های هیدروژن و تعداد پیوندهای اشتراکی در یک ترکیب آلی می‌توان از روابط زیر استفاده کرد:

$$\text{تعداد اتم‌های هیدروژن در ترکیبی با } n \text{ اتم کربن} = (2n+2) - (2\times\text{تعداد پیوندهای دوگانه}) - (4\times\text{تعداد پیوندهای سه‌گانه}) + (\text{تعداد حلقه‌ها}\times 2) + (1\times\text{تعداد اتم‌های نیتروژن})$$

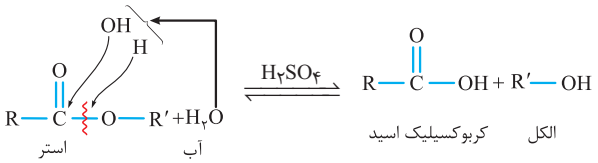
$$\text{تعداد پیوند اشتراکی (کووالانسی) در یک ترکیب آلی} = \frac{(3\times\text{تعداد اتم‌های N}) + (2\times\text{تعداد اتم‌های O}) + (1\times\text{تعداد اتم‌های H}) + (4\times\text{تعداد اتم‌های C})}{2}$$

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

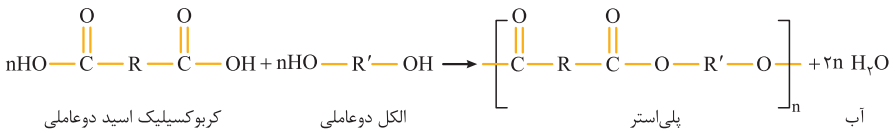
۵ معادلهٔ کلی واکنش استری‌شدن:



۶ معادلهٔ کلی واکنش آبکافت استرها:



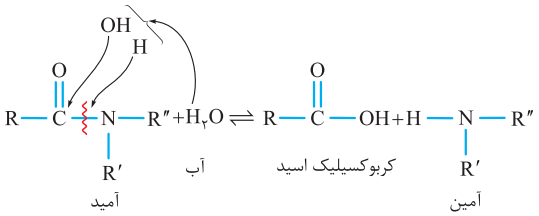
۷ واکنش کلی اسید دوعاملی با الکل دوعاملی را که منجر به صورت پلی‌استر و آب می‌شود، می‌توان به صورت زیر نمایش داد:



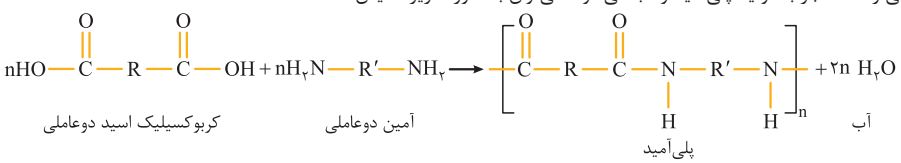
نکات آمیدها و پلی‌آمیدها

۱ آمین‌ها، آمیدها و پلی‌آمیدها، می‌توانند پیوند هیدروژنی تشکیل دهند.

۲ معادلهٔ کلی واکنش آبکافت آمیدها:



۳ واکنش کلی اسید دوعاملی با آمین دوعاملی را که منجر به تولید پلی‌آمید و آب می‌شود، می‌توان به صورت زیر نمایش داد:



۴ کولار، نوعی پلی‌آمید ساختگی است که ۵ برابر مقاوم‌تر از فولاد هم‌جرم خود است و از آن در تهیهٔ تایر اتومبیل، قایق بادبانی و جلیقه‌های ضدگلوله استفاده می‌شود.

- پلیمرها
  - تخریب‌پذیر (زیست تخریب‌پذیر) ← در طبیعت تجزیه می‌شوند. ← پلیمرهای طبیعی مانند پلی‌ساکاریدها (نشاسته، سلولز) پلی‌آمیدهای طبیعی (مانند پروتئین‌ها)
  - ماندگار (زیست تخریب‌ناپذیر) ← در طبیعت تجزیه نمی‌شوند. ← پلیمرهای ساختگی با پایهٔ نفتی مانند پلی‌اتن، پلی‌وینیل کلرید، تفلون و ...

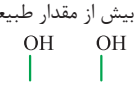
پلی‌لاکتیک اسید (PLA)، نمونه‌ای از پلیمرهای سبز (پلیمرهای ساختگی زیست‌تخریب‌پذیر تهیه‌شده از فراورده‌های کشاورزی) هستند که از لاکتیک اسید تهیه و امکان تبدیل‌شدن به کود را دارند و در ظروف پلاستیکی یک‌بارمصرف به کار می‌روند.

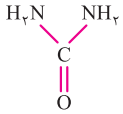
پایه دوازدهم

فصل اول: مولکول در خدمت تندرستی

حفظیات

- امید به زندگی شاخصی است که نشان می‌دهد با توجه به خطراتی که انسان‌ها در طول زندگی با آن مواجه هستند، به طور میانگین چند سال عمر می‌کنند.
- مقایسهٔ امید به زندگی در نواحی مختلف: نواحی برخوردار > میانگین جهانی > نواحی کم‌برخوردار اما میزان رشد امید به زندگی در نواحی کم‌ترتوسعه‌یافته، بیشتر است.
- آلاینده‌ها موادی هستند که بیش از مقدار طبیعی در یک محیط، نمونهٔ ماده یا یک جسم وجود دارد.
- آشنایی با مواد:

۱) اتیلن گلیکول (قطبی ـ )

۲) اوره (قطبی ـ )

۳) نمک خوراکی (ترکیب یونی ـ $NaCl$)

۴) روغن زیتون (ناقطبی ـ $C_{۵۷}H_{۱۰۴}O_۶$)

۵) وازلین (ناقطبی ـ $C_{۲۵}H_{۵۲}$)

۶) بنزین (ناقطبی ـ $C_۸H_{۱۸}$)

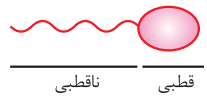
چربی‌ها:

مخلوطی از اسیدهای چرب و استرهای بلندزنجیر هستند.

چربی‌ها ناقطبی هستند و نیروهای بین مولکول غالب در آن‌ها، وان‌دروالسی است.

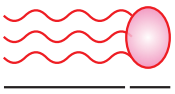
SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

اسیدهای چرب
۱) فرمول کلی: $R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH$ (کربوکسیلیک اسیدهایی با زنجیر کربنی (R) بلند)
۲) فرمول عمومی با گروه R خطی و سیرشده: $C_nH_{2n+1}COOH$ یا $C_nH_{2n}O_2$
۳) دارای یک بخش قطبی و یک بخش ناقطبی که در آن بخش ناقطبی بر قطبی غلبه می‌کند.



نمای کلی اسیدهای چرب

استرهای بلندزنجیر
۱) فرمول ساختاری: $R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-R'$
۲) حاصل واکنش الکل‌ها و کربوکسیلیک اسیدها و دارای یک بخش قطبی و یک بخش ناقطبی که در آن بخش ناقطبی بر قطبی غلبه می‌کند.



نمای کلی استرهای سنگین

انواع مخلوط‌ها
۱) محلول: همگن ـ پایدار ـ عدم پخش نور ـ تشکیل شده از یون‌ها و مولکول‌ها
۲) کلوئید: ناهمگن ـ پایدار ـ پخش نور ـ تشکیل شده از مولکول‌های بزرگ یا توده‌های مولکولی
۳) سوسپانسیون: ناهمگن ـ ناپایدار ـ پخش نور ـ تشکیل شده از ذرات ریزماده

صابون‌ها
صابون ماده‌ای است که می‌تواند هم در آب و هم در چربی حل شود.
انواع: جامد ← نمک سدیم اسید چرب ($RCOONa$)
مایع ← نمک پتاسیم/آمونیوم اسید چرب ($RCOONH_4$ یا $RCOOK$)
فرمول عمومی با گروه R خطی و سیرشده: $C_nH_{2n+1}COO^-Na^+$ یا $C_nH_{2n-1}O_2^-Na^+$
صابون‌ها دو بخش قطبی و ناقطبی و دو بخش آنیونی و کاتیونی دارند.
عوامل مؤثر بر قدرت پاک‌کنندگی:
۱) دما
۲) نوع پارچه (نخی یا پلی‌استری)
۳) نوع آب
۴) وجود یا عدم وجود آنزیم
۵) نوع و مقدار صابون مصرفی

افزودنی‌ها به صابون
۱) گوگرد ← ازبین‌برندهٔ قارچ‌های پوستی و جوش‌های صورت
۲) مواد شیمیایی کلردار ← ↑ قدرت ضدعفونی‌کنندگی و میکروب‌کشی
۳) نمک‌های فسفات ← واکنش با یون‌های Ca^{2+} و Mg^{2+} و ↑ قدرت پاک‌کنندگی صابون

پاک‌کننده‌های غیرصابونی
تولیدشده از بنزن و مواد اولیهٔ دیگر در صنایع پتروشیمیایی با قدرت پاک‌کنندگی بیشتر نسبت به صابون‌ها
فرمول ساختاری: $R-C_6H_4-SO_3^-Na^+$ یا $RC_6H_4SO_3^-Na^+$ ← اتصال به چربی و آب و پخش‌شدن چربی در آب
(R: ناقطبی، $C_6H_4-SO_3^-Na^+$: قطبی)
عمل براساس برهم‌کنش میان ذرات مشابه صابون‌ها

پاک‌کننده‌های خورنده ← عمل براساس واکنش میان ذرات و برهم‌کنش میان آن‌ها: مانند NaOH (لوله‌بازکن)، HCl (جوهرنمک) و سفیدکننده‌ها و مخلوط سدیم هیدروکسید (سود سوزآور) و پودر آلومینیم

واکنش این پاک‌کننده‌ها در لوله‌ها و مجاری مسدودشده: فراورده‌های دیگر + گاز هیدروژن ← آب + مخلوط سدیم هیدروکسید و آلومینیم
واکنش گرماده ← افزایش دما ← ذوب‌شدن چربی‌ها
↑ قدرت پاک‌کنندگی
مخلوط دارای خاصیت بازی و ایجاد صابون ← انحلال در آب و افزایش قدرت پاک‌کنندگی
تولید گاز ← ایجاد فشار و ضربهٔ مکانیکی

اسید و باز آرنیوس
آرنیوس با کار بر روی رسانای الکتریکی محلول‌های آبی، نخستین کسی بود که اسیدها و بازها را بر یک مبنای علمی توصیف کرد.
ماده‌ای که **هنگام** انحلال در آب، غلظت یون‌های H^+ و OH^- را افزایش دهند، به ترتیب اسید و باز آرنیوس می‌شود:

$$\underbrace{N_2O_5(s)}_{\text{اسید آرنیوس}}+H_2O(l)\rightarrow 2H^+ +2NO_3^- \quad \text{و} \quad \underbrace{Na_2O(s)}_{\text{باز آرنیوس}}+H_2O(l)\rightarrow 2Na^+(aq)+2OH^-(aq)$$

اسیدها
اسیدهای قوی: یونش کامل در آب، الکترولیت‌های قوی و به طور کلی فاقد مولکول‌های یونیده‌نشده
مقایسهٔ غلظت یون‌ها و اسید اولیه: $M(HX)=[H^+]=[X^-]$
مثال: HCl، HBr، HI، HNO_3، H_2SO_4 و ...
اسیدهای ضعیف: یونش جزئی در آب، الکترولیت ضعیف، شمار یون‌ها اندک و حاوی شمار زیاد مولکول‌های اسید
مقایسهٔ غلظت یون‌ها و اسید اولیه: $M(HX)>[H^+]=[X^-]$
مثال: HF، HCN، کربوکسیلیک اسیدها، HNO_2 و ...

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

بازها

- **بازهای قوی**
  - یونش کامل در آب، الکترولیت‌های قوی و فاقد مولکول‌های یونیده‌نشده
  - معادلهٔ یونش بازهای قوی $B(OH)_n$: $B(OH)_n(aq) \xrightarrow{H_2O(l)} B^{n+}(aq) + nOH^-(aq)$
  - **مثال:** هیدروکسیدهای فلزات گروه اول و دوم جدول دوره‌ای (به‌جز $Be(OH)_2$ و $Mg(OH)_2$)
- **بازهای ضعیف**
  - یونش جزئی در آب، الکترولیت‌های ضعیف، شامل یون‌های اندک و حاوی شمار زیاد مولکول‌های باز
  - **مثال:** آمونیاک (محلول شیشه‌پاک‌کن)
  - مقایسهٔ غلظت گونه‌ها در محلول آمونیاک: $[OH^-] = [NH_4^+] < M(NH_3)$

ثابت یونش اسیدها و بازها

- ثابت یونش یک اسید، نسبت حاصل‌ضرب غلظت **تعادلی** یون‌های موجود در محلول را به غلظت تعادلی آن اسید نشان می‌دهد و با K_a نشان داده می‌شود.

$$HA \rightleftharpoons A^- + H^+ ; K_a = \frac{[A^-][H^+]}{[HA]}$$

- ثابت تعادل برای بازها، به ثابت یونش باز معروف است و با K_b نشان داده می‌شود.
- هرچه K_a / K_b ↑ ← میزان یونش اسید / باز ↑ ← $[H^+]$ / $[OH^-]$ ↑ ← اسید / باز قوی‌تر و رسانایی الکتریکی محلول آن ↑
- مقایسهٔ قدرت اسیدی اسیدهای ضعیف:

$$HCN < H_2CO_3 < CH_3COOH < HCOOH < HNO_2$$

- مقدار عددی ثابت یونش اسیدها و بازها تنها به دما وابسته است.

ارتباط میان $[OH^-]$ و $[H^+]$ با pH

- هرچه خاصیت اسیدی یک محلول ↑
  - $[H^+]$ ↑
  - $[OH^-]$ ↓
  - pH ↓
- هرچه خاصیت بازی یک محلول ↑
  - $[H^+]$ ↓
  - $[OH^-]$ ↑
  - pH ↑

در دمای اتاق رابطهٔ $[H^+][OH^-] = 10^{-14}$ برقرار است؛ پس: البته خاصیت اسیدی ↑ ← $[H^+]$ ↑ ← pH ↓ ← $[OH^-]$ ↓ ← خاصیت بازی ↓

یونش آب

- آب و همهٔ محلول‌های آبی، حاوی یون‌های OH^- و H^+ هستند؛ این یون‌ها در اثر خود یونش آب نیز به دست می‌آیند.
- آب خالص در هر دمایی خنثی است؛ زیرا در هر دمایی رابطهٔ $[H^+] = [OH^-]$ برقرار است و در دمای $25\ ^\circ C$ غلظت یون‌ها یکسان و برابر 10^{-7} مولار است.

$$H_2O(l) \rightarrow H^+(aq) + OH^-(aq)$$

- در محلول‌های آبی در دمای $25\ ^\circ C$، هرگاه غلظت یکی از یون‌های OH^- یا H^+ افزایش یابد، غلظت یون دیگر کاهش می‌یابد.
- در محلول‌های اسیدی و بازی هر دو یون H^+ و OH^- وجود دارند؛ اما در محلول‌های اسیدی $[H^+]$ و در محلول‌های بازی $[OH^-]$ بیشتر از دیگری است.

شوینده‌های خورنده

- در واکنش خنثی‌شدن اسیدها و بازها، یون‌های H^+ در واکنش با یون‌های OH^-، به مولکول‌های آب تبدیل می‌شوند؛ در حالی که سایر یون‌ها دست‌نخورده باقی می‌مانند. ← معادلهٔ این واکنش به‌طور کلی به صورت مقابل است:

$$H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)$$

- برای بازکردن لوله‌های مسدودشده با اسیدهای چرب، می‌توان از محلول غلیظ سدیم هیدروکسید استفاده کرد. فراوردهٔ این واکنش محلول در آب و پاک‌کننده است و چربی‌های اضافی را می‌زداید.
- اگر موادی که سبب گرفتی لوله‌ها و مجاری می‌شوند، خاصیت بازی داشته باشند، برای زدودن آن‌ها از محلول غلیظ HCl استفاده می‌شود.

ضد اسیدها

- غلظت یون H^+ در شیرهٔ معده، حدود ۰/۰۳ مولار است.
- ↑ مقدار اسید معده ← ↑ شمار یون‌های جذب‌شده توسط دیوارهٔ معده ← نابودی سلول‌های دیوارهٔ معده ← درد، التهاب و خونریزی
- ضد اسیدها داروهایی هستند که با خنثی‌کردن مقداری از اسید معده سبب کاهش میزان اسید معده می‌شوند.
- مواد موجود در سه نمونه از ضد اسیدها: ۱) $NaHCO_3$ ۲) $Al(OH)_3$ ـ $NaHCO_3$ ۳) $Al(OH)_3$ ـ $Mg(OH)_2$
- شیر منیزی، یکی از رایج‌ترین ضد اسیدهاست که شامل $Mg(OH)_2$ است و به شکل سوسپانسیون مصرف می‌شود.

(۱) مسائل

قسمت (۱)

- **واکنش تولید صابون**
  - واکنش NaOH با اسید چرب: $RCOOH + NaOH \rightarrow RCOO^-Na^+ + H_2O$
  - واکنش NaOH با استر بلندزنجیر:

$$C_3H_5(RCOO)_3 + 3NaOH \rightarrow 3RCOONa + \underbrace{C_3H_5(OH)_3}_{\text{الکل}}$$

  - واکنش صابون با آب سخت:

$$2RCOONa(aq) + Ca^{2+}(aq) \rightarrow (RCOO)_2Ca(s) + 2Na(aq)$$
$$2RCOONa(aq) + Mg^{2+}(aq) \rightarrow (RCOO)_2Mg(s) + 2Na(aq)$$

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

قسمت (۲)

محاسبهٔ درجهٔ یونش اسیدها (α): $HA(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + A^-(aq)$

$\alpha = \frac{\text{تعداد مولکول‌های یونیده‌شده}}{\text{تعداد کل مولکول‌های حل‌شده}} = \frac{\text{غلظت مولی } H^+ \text{ یا } A^- \text{ تولیدی}}{\text{غلظت مولی اولیهٔ اسید}}$

$\alpha = \frac{[A^-]}{M} = \frac{[H^+]}{M} \Rightarrow [H^+] = [A^-] = M\alpha$

$\%\alpha = ۱۰۰ \times \alpha$

محاسبهٔ ثابت تعادل برای واکنش $aA + bB \rightarrow cC + dD$:

$K = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b} \rightarrow$ یکا: $(\frac{mol}{L})^{(c+d)-(a+b)}$

قسمت (۳)

محاسبهٔ ثابت یونش اسیدی: $HA(aq) \rightarrow H^+(aq) + A^-(aq) \rightarrow K_a = \frac{[H^+].[A^-]}{[HA]}$

مقادیر K_a برای اسیدها:

- اسیدهای قوی $\alpha = ۱$ ← K_a بزرگ
- اسیدهای ضعیف $\alpha < ۱$:
  - $K_a = \frac{[H^+]^۲}{M - [H^+]}$
  - $K_a = \frac{M\alpha^۲}{۱ - \alpha}$

اسیدهای خیلی ضعیف ($K_a < ۱۰^{-۳}$ یا $\alpha < ۰/۰۵$) ↓

$K_a = \frac{[H^+]^۲}{M}, K_a = M\alpha^۲ = [H^+].\alpha \Rightarrow [H^+] = \sqrt{K_a}.M$

محاسبهٔ pH:

اسیدها: $[H^+] = ۱۰^{-pH} = M.n.\alpha \Rightarrow pH = -\log[H^+]$ (ظرفیت اسید)

بازها: $[OH^-] = M.n.\alpha \Rightarrow$ در دمای اتاق: $[H^+].[OH^-] = ۱۰^{-۱۴} \Rightarrow pH = -\log[H^+]$ (ظرفیت باز)

قسمت (۴) ← محاسبهٔ pH محلول حاصل از اختلاط اسیدهای قوی: (M: غلظت مولی محلول‌ها و V: حجم محلول‌ها)

$[H^+] = \frac{M_۱V_۱ + M_۲V_۲ + \cdots}{V_۱ + V_۲ + \cdots}$

قسمت (۵) ← تغییر pH بر اثر رقیق‌کردن

- محلول اسیدهای قوی را تا حجم n برابر رقیق کنیم.
  - غلظت محلول و H^+، $\frac{۱}{n}$ برابر می‌شود.
  - غلظت OH^-، n برابر می‌شود.
  - $pH_{\text{جدید}} = pH_{\text{اولیه}} + \log n$
- محلول بازهای قوی را تا حجم n برابر رقیق کنیم.
  - غلظت محلول و OH^-، $\frac{۱}{n}$ برابر می‌شود.
  - غلظت H^+، n برابر می‌شود.
  - $pH_{\text{جدید}} = pH_{\text{اولیه}} - \log n$

قسمت (۶)

خنثی‌شدن کامل اسیدها و بازها: (n = ظرفیت اسید یا باز) $M_a.V_a.n_a = M_b.V_b.n_b$

خنثی‌شدن ناقص اسیدها و بازها:

مرحلهٔ ۱) برای هریک از محلول‌ها، مقادیر زیر را محاسبه می‌کنیم، در واقع شمار مول‌های یون‌های H^+ و OH^- را محاسبه می‌کنیم:

$M_a.V_a.n_a =$ مقدار مول اسید $\times n$

$M_b.V_b.n_b =$ مقدار مول باز $\times n$

مرحلهٔ ۲)

۱) $M_a.V_a.n_a > M_b.V_b.n_b \xrightarrow{\text{محلول اسیدی}} [H^+] = \frac{M_a.V_a.n_a - M_b.V_b.n_b}{V_a + V_b}$

۲) $M_a.V_a.n_a < M_b.V_b.n_b \xrightarrow{\text{محلول بازی}} [OH^-] = \frac{M_b.V_b.n_b - M_a.V_a.n_a}{V_a + V_b}$

مرحلهٔ ۳) pH محلول نهایی را با استفاده از غلظت‌های به‌دست‌آمده محاسبه می‌کنیم.

فصل دوم: آسایش و رفاه در سایه شیمی

انجام واکنش با سفر الکترون

- اکسایش: به معنای از دست دادن الکترون ← گونه‌ای که با دادن الکترون به گونه‌های دیگر، آن‌ها را کاهش می‌دهد و خودش اکسایش می‌یابد، کاهنده نامیده می‌شود.
- کاهش: به معنای گرفتن الکترون ← گونه‌ای که با گرفتن الکترون از گونه‌های دیگر، سبب اکسایش آن‌ها و سبب کاهش خود می‌شود، اکسنده نامیده می‌شود.

شیمی‌دان‌ها هر یک از فرایندهای کاهش و اکسایش را با یک نیم‌واکنش نشان می‌دهند که باید از لحاظ جرم اتم‌ها و بار الکتریکی موازنه باشد.

گونهٔ کاهنده: نیم‌واکنش اکسایش ← گونهٔ اکسایش‌یافته $+ ne^-$

گونهٔ اکسنده: نیم‌واکنش کاهش ← گونهٔ کاهش‌یافته $+ ne^-$

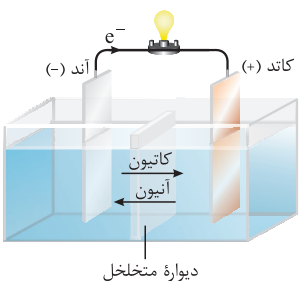
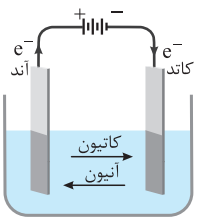
SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

ویژگی‌های واکنش‌های اکسایش ـ کاهش

- در واکنش‌های اکسایش ـ کاهشی که به صورت طبیعی انجام می‌شوند، فراورده‌ها پایدارتر از واکنش‌دهنده‌هاست؛ پس این واکنش‌ها گرماده بوده و ΔH شان منفی است.
- اغلب فلزها در واکنش با نافلزها، الکترون از دست داده و به کاتیون تبدیل می‌شوند.

سری الکتروشیمیایی

- تغییر علامت E°
  - E° منفی‌تر
    - گونهٔ کاهنده، کاهندهٔ قوی‌تری است.
    - گونهٔ اکسنده، اکسندهٔ ضعیف‌تری است.
  - E° مثبت‌تر
    - گونهٔ کاهنده، کاهندهٔ ضعیف‌تری است.
    - گونهٔ اکسنده، اکسندهٔ قوی‌تری است.
- **نکتهٔ مهم**: برای مقایسهٔ قدرت اکسندگی، گونه‌های سمت چپ نیم‌واکنش کاهش و برای مقایسهٔ قدرت کاهندگی، گونه‌های سمت راست نیم‌واکنش کاهش را با یکدیگر مقایسه می‌کنیم.
- در واکنش‌هایی که به طور طبیعی انجام می‌شوند، قدرت کاهندگی فلز و قدرت اکسندگی کاتیون فلز که در سمت واکنش‌دهنده‌ها قرار دارند به ترتیب بیشتر از قدرت کاهندگی فلز و قدرت اکسندگی کاتیون فلزی است که در سمت فراورده‌ها قرار دارند.
- در سری الکتروشیمیایی ظرفی از جنس فلز راست بالا، برای نگه‌داری محلول حاوی کاتیون‌های چپ پایین‌تر مناسب است.

	سلول گالوانی	سلول الکترولیتی
		
تفاوت‌ها	انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.	انرژی الکتریکی به انرژی شیمیایی تبدیل می‌شود.
	یک واکنش شیمیایی در جهت طبیعی پیش می‌رود.	با اعمال یک ولتاژ بیرونی یک واکنش «اکسایش ـ کاهش» دلخواه انجام می‌شود.
	دارای دو الکترولیت است که توسط دیواره‌ای متخلخل از هم جدا شده‌اند (الکترولیت‌ها حاوی کاتیون‌هایی از جنس الکترودها هستند).	دو الکترود درون یک الکترولیت قرار گرفته‌اند (الکترولیت یک محلول یونی یا یک ترکیب یونی مذاب است.)
	آند، قطب منفی و کاتد، قطب مثبت است.	آند قطب مثبت و کاتد، قطب منفی است.
	معمولاً الکترودهای آند و کاتد در واکنش شرکت می‌کنند.	معمولاً الکترودهای آند و کاتد بی‌اثرند و در واکنش شرکت نمی‌کنند.
شباهت‌ها	اکسایش در آند و کاهش در کاتد انجام می‌شود.	
	جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی از آند به کاتد است.	
	کاتیون‌ها به سمت کاتد و آنیون‌ها به سمت آند مهاجرت می‌کنند.	

نیم‌سلول استاندارد هیدروژن (SHE)

- شیمی‌دان‌ها، SHE را به عنوان مبنا انتخاب کردند و پتانسیل آن را برابر صفر در نظر گرفتند.
- SHE
  - شامل یک الکترود پلاتینی (Pt) است.
  - دارای محلول یک مولار از یون‌های H^+ در دمای $25\ ^\circ C$ است که گاز هیدروژن با فشار $1\ atm$ درون این نیم‌سلول‌ها وجود دارد.

فلز لیتیم

- در فناوری‌های جدید ساخت باتری، فلز Li دارای نقش مهمی است؛ زیرا لیتیم کم‌ترین چگالی و E° را در میان فلزها دارد.
- باتری‌های لیتیمی می‌توانند قابل شارژ و یا غیر قابل شارژ باشند، اما همهٔ باتری‌ها، از لیتیم ساخته نمی‌شوند؛ مثل باتری‌های دگمه‌ای روی ـ نقره (Zn ـ Ag)

سلول سوختی

- سلول سوختی، نوعی سلول **گالوانی** است که افزون بر **کارایی بیشتر، ردپای CO_2 را کاهش می‌دهد**.
- سوزاندن هیدروژن در موتور درون‌سوز، بازدهی نزدیک به ٪۲۰ دارد در حالی که اکسایش آن در سلول سوختی، بازدهی را تا ۳ برابر افزایش می‌دهد.
- **سلول سوختی «هیدروژن ـ اکسیژن»**
- گاز H_2 به صورت **غیرمستقیم و کنترل‌شده** با O_2 واکنش داده و بخش قابل توجهی از انرژی شیمیایی این واکنش به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

سلول سوختی

- اجزا:
  - الکترود آند
  - الکترود کاتد
  - ← دارای کاتالیزگرهایی که به نیم‌واکنش‌ها سرعت می‌بخشند.
  - غشای مبادله‌کنندهٔ یون H^+
- جهت حرکت e^-ها از آند به کاتد و از طریق مدار بیرونی (رسانای الکترونی) و جهت حرکت H^+ها در غشای مبادله‌کننده (رسانای یونی) به سمت کاتد است.

نیم‌واکنش اکسایش: $(H_2(g) \rightarrow 2H^+(aq)+2e^-)\times 2 ; E^\circ = 0\ V$

نیم‌واکنش کاهش: $O_2(g)+4H^+(aq)+4e^- \rightarrow 2H_2O(g) ; E^\circ = 1/23\ V$

واکنش کلی: $2H_2(g)+O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g) ; E^\circ = 1/23\ V$

← حالت گازی

- سلول سوختی برخلاف باتری‌ها، انرژی شیمیایی را ذخیره نمی‌کند.
- **سلول سوختی «متان ـ اکسیژن»** ← معادلهٔ کلی واکنش انجام‌شده:

$$CH_4(g)+2O_2(g) \rightarrow CO_2(g)+2H_2O(g)$$

برقکافت آب

- انجام در سلول‌های الکترولیتی و با عبور جریان الکتریکی و تبدیل مولکول‌های آب، به عناصر سازنده
- حجم گاز H_2 تولیدشده در اطراف کاتد، ۲ برابر حجم گاز O_2 تولیدشده در اطراف آند است.
- در محلول پیرامون آند، pH ↓ و در محلول پیرامون کاتد، pH ↑ می‌یابد.

نیم‌واکنش اکسایش: $2H_2O(l) \rightarrow O_2(g)+4H^+(aq)+4e^-$

نیم‌واکنش کاهش: $(2H_2O(l)+2e^- \rightarrow H_2(g)+2OH^-(aq))\times 2$

واکنش کلی: $2H_2O(l) \rightarrow O_2(g)+2H_2(g)$

برقکافت سدیم کلرید

- فلز سدیم را می‌توان از برقکافت سدیم کلرید **مذاب** (نه محلول!) در یک سلول الکترولیتی تهیه کرد.
- فلز سدیم در سمت کاتدی (قطب −) و گاز زردرنگ Cl_2 در سمت آندی (قطب +) تولید می‌شود.

نیم‌واکنش اکسایش: $2Cl^-(l) \rightarrow Cl_2(g)+2e^-$

نیم‌واکنش کاهش: $2Na^+(l)+2e^- \rightarrow 2Na(l)$

واکنش کلی: $\underbrace{2Na^+(l)+2Cl^-(l)}_{2NaCl(l)} \rightarrow 2Na(l)+Cl_2(g)$

تهیهٔ فلز منیزیم

- در صنعت، فلز Mg را از برقکافت منیزیم کلرید **مذاب** (نه محلول!) تهیه می‌کنند که یکی از منابع فلز منیزیم، آب دریاست.
- مرحلهٔ ۱)

$$Mg^{2+}(aq)+2OH^-(aq) \rightarrow Mg(OH)_2(s)$$

- مرحلهٔ ۲) عبور از صافی و واکنش با یک اسید قوی (HCl)

$$Mg(OH)_2(s)+2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq)+2H_2O(l)$$

- مرحلهٔ ۳) ابتدا خشک‌کردن $MgCl_2$ و سپس ورود مذاب آن به سلول الکترولیتی:

نیم‌واکنش اکسایش: $2Cl^-(l) \rightarrow Cl_2(g)+2e^-$

نیم‌واکنش کاهش: $Mg^{2+}(l)+2e^- \rightarrow Mg(l)$

واکنش کلی: $\underbrace{Mg^{2+}(l)+2Cl^-(l)}_{MgCl_2(l)} \rightarrow Mg(l)+Cl_2(g)$

- **نکتهٔ مهم:** چگالی: $Mg(l) < MgCl_2(l)$

فرایند هال

- Al، فلز فعالی است که به سرعت در هوا اکسید می‌شود اما این فلز با تشکیل لایهٔ چسبنده و متراکم Al_2O_3، از ادامهٔ اکسایش جلوگیری می‌کند و خورده نمی‌شود.
- فرایند هال:
  - رایج‌ترین روش تولید Al که در سلول الکترولیتی با آند و کاتد از جنس گرافیت انجام می‌شود.
  - آند (قطب (+))، میله‌های گرافیتی داخل الکترولیت / کاتد (قطب (−))، بدنهٔ گرافیتی و کف سلول
- **نکتهٔ مهم:** چگالی: $Al_2O_3(l) < Al(l)$

نیم‌واکنش اکسایش: $6O^{2-}(l) \rightarrow 3O_2(g)+12e^- \Rightarrow 3C(s)+3O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g)$

نیم‌واکنش کاهش: $4Al^{3+}(l)+12e^- \rightarrow 4Al(l)$

واکنش کلی: $Al_2O_3(l)+3C(s) \rightarrow 4Al(l)+3CO_2(g)$

- تولید قوطی‌های آلومینیمی از قوطی‌های کهنه، تنها به ۷٪ انرژی لازم برای تهیهٔ همان تعداد قوطی از فرایند هال نیاز دارد. O_2، چون یک کاهندهٔ قوی است، در دمای بالا در آند فرایند هال با الکترود آند (گرافیت) واکنش داده و گاز CO_2 تولید می‌کند.

خوردگی آهن

- در فرایند خوردگی آهن، یک سلول گالوانی تشکیل می‌شود که قسمت‌های گوناگون سطح آهن، آند و کاتد و قطرهٔ آب، محلول الکترولیت را تشکیل می‌دهند:

نیم‌واکنش اکسایش: $Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq)+2e^-$

نیم‌واکنش کاهش (در محیط خنثی): $O_2(g)+2H_2O(l)+4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$

- یون‌های Fe^{2+} تولیدشده در آند، وارد بخش کاتدی شده و در آن‌جا به صورت $Fe(OH)_2$ رسوب می‌کنند. این رسوب دوباره با آب و اکسیژن واکنش داده و به زنگ آهن تبدیل می‌شود.

$$4Fe(OH)_2(s)+O_2(g)+2H_2O(l) \rightarrow 4Fe(OH)_3(s)$$

واکنش کلی: $4Fe(s)+6H_2O(l)+3O_2(g) \rightarrow 4Fe(OH)_3(s)$

- **نکتهٔ مهم:** در محیط اسیدی، نیم‌واکنش کاهش به صورت $O_2(g)+4H^+(aq)+4e^- \rightarrow 2H_2O(l)$ انجام می‌شود که E° بزرگ‌تری نسبت به نیم‌واکنش کاهش محیط خنثی داشته و سبب افزایش سرعت زنگ‌زدن آهن می‌شود.

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

حفاظت کاتدی

- در روش حفاظت کاتدی، فلز با E° کوچک‌تر (منفی‌تر) آند بوده و دچار خوردگی می‌شود اما فلز با E° بزرگ‌تر (مثبت‌تر) کاتد بوده و در سطح آن، واکنش کاهش اکسیژن صورت می‌گیرد اما خود فلز خورده نمی‌شود.
- نیم‌واکنش کاهش در حفاظت کاتدی مشابه نیم‌واکنش کاهش در خوردگی آهن است که در هر دو حالت، اکسیژن کاهش می‌یابد.
- آهن گالوانیزه (سفید)
  - ورقهٔ آهنی با پوششی از فلز روی ـ کاربرد در ساخت تانکر آب و کانال کولر
  - قبل از ایجاد خراش ← فلز روی به عنوان پوشش، مانع از ورود رطوبت و اکسیژن به سطح آهن می‌شود ← آهن خورده نمی‌شود.
  - با ایجاد خراش ← فلز روی خورده می‌شود تا از خورده‌شدن فلز آهن جلوگیری کند (حفاظت کاتدی).

نیم‌واکنش اکسایش: $(Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-) \times 2$

نیم‌واکنش کاهش: $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$

واکنش کلی: $2Zn(s) + O_2(g) + 2H_2O(l) \rightarrow 2Zn(OH)_2(aq)$

حلبی

- ورقهٔ آهنی پوشیده‌شده با لایهٔ نازک قلع ـ کاربرد در ساخت قوطی کنسرو روغن نباتی
- قبل از ایجاد خراش ← حفاظت فلز قلع از آهن به عنوان پوشش ← آهن دچار خوردگی نمی‌شود.
- بعد از ایجاد خراش ← آهن به دلیل E° کوچک‌تر (منفی‌تر) از قلع، به عنوان آند اکسایش یافته و خورده می‌شود.
- قوطی‌های حلبی در اثر خراش زودتر دچار خوردگی می‌شوند.
- برای ساخت ظروف بسته‌بندی مواد غذایی از حلبی استفاده می‌شود و از آهن سفید نباید استفاده کرد.

نیم‌واکنش اکسایش: $(Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^-) \times 2$

نیم‌واکنش کاهش: $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$

واکنش کلی: $4Fe(s) + 6H_2O(l) + 3O_2(g) \rightarrow 4Fe(OH)_3(s)$

آبکاری

پوشاندن سطح یک فلز با لایهٔ نازکی از فلزهای ارزشمند و مقاوم در برابر خوردگی، آبکاری نام دارد که در سلول‌های الکترولیتی انجام می‌شوند.

آبکاری یک فلز فولادی با فلز نقره

- فلز پوشاننده (نقره) در آند خورده شده و به صورت یون (Ag^+) وارد محلول الکترولیت می‌شود.
- کاتیون‌های فلز پوشاننده (Ag^+) در کاتد کاهش یافته و روی جسم مورد نظر (جسم فولادی) می‌نشیند.
- الکترولیت باید حاوی کاتیون‌های فلز آند (Ag^+) باشد.
- جسمی که به عنوان کاتد (فولاد) قرار است توسط فلز نقره پوشیده شود، باید رسانای جریان برق باشد.

نیم‌واکنش اکسایش: $Ag(s) \rightarrow Ag^+(aq) + e^-$

نیم‌واکنش کاهش: $Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(s)$

سلول‌های نور الکتروشیمیایی

برای انجام فرایندهای اکسایش و کاهش از نور استفاده می‌کنند. نمونه‌ای از آن‌ها برای تهیهٔ گاز H_2 به کار می‌رود:

نیم‌واکنش اکسایش: $Si(s) + 2H_2O(l) \rightarrow SiO_2(s) + 4H^+(aq) + 4e^-; E^\circ = +0/84\ V$

نیم‌واکنش کاهش: $(2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)) \times 2; E^\circ = -0/83\ V$

واکنش کلی: $Si(s) + 2H_2O(l) \rightarrow SiO_2(s) + 2H_2(g); E^\circ = 0/01\ V$

مزایا:
۱) استفاده از نور خورشید، ارزان است.
۲) آلایندگی کم‌تری تولید می‌شود.

عدد اکسایش

- عدد اکسایش عنصرها در حالت آزاد برابر صفر و در حالت یون تک‌اتمی برابر بار آن‌هاست.
- عدد اکسایش فلزها در ترکیب‌ها: فلزهای گروه (۱) برابر $(+1)$، فلزهای گروه (۲) برابر $(+2)$ و Al برابر $(+3)$
- عدد اکسایش فلوئور در ترکیب‌های مختلف آن، برابر (-1) است.
- عدد اکسایش هیدروژن معمولاً برابر $(+1)$ است. به جز در ترکیب نافلزها که برابر (-1) است.
- عدد اکسایش اکسیژن، معمولاً برابر (-2) است؛ به‌جز در ترکیب‌های: $\overset{+2}{O}F_2$، $H\overset{\circ}{O}F$، $H_2\overset{-1}{O}_2$ و $\overset{+1}{O_2}F_2$
- مجموع عدد اکسایش اتم‌ها در یک مولکول، برابر صفر و در یک یون چندتایی برابر با بار یون است.

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

(۲) مسائل

- در واکنش‌های «اکسایش ـ کاهش»، برای تعیین شمار الکترون‌های مبادله‌شده می‌توان از روابط زیر استفاده کرد:
  ضریب گونهٔ کاهنده × زیروند گونهٔ کاهنده × میزان تغییر عدد اکسایش گونهٔ کاهنده
  یا
  ضریب گونهٔ اکسنده × زیروند گونهٔ اکسنده × میزان تغییر عدد اکسایش گونهٔ اکسنده
- محاسبهٔ نیروی الکتروموتوری (emf) یک سلول گالوانی: $emf = E^\circ(\text{سلول}) = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند})$
- برای محاسبهٔ تغییر جرم آند و کاتد در سلول‌های گالوانی، ابتدا واکنش انجام‌شده را نوشته و سپس با استفاده از روش کسرهای تناسب یا کسرهای تبدیل، مسئله را حل می‌کنیم:

$$\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{مول } e^- \text{ مبادله‌شده}}{\text{ضریب } e^- \text{ در واکنش}} = \frac{\text{شمار } e^- \text{ مبادله‌شده}}{N_A \times \text{ضریب } e^- \text{ در واکنش}}$$

- وقتی تیغه‌ای را وارد محلول یونی با خاصیت اکسندگی بیشتر می‌کنیم، تغییر جرم تیغه برابر است با:
  تغییر جرم تیغه = |جرم فلز کاتدی کاهش‌یافته ـ جرم فلز آندی اکسایش‌یافته|
- اگر همهٔ رسوب تشکیل‌شده روی تیغه قرار گیرد، می‌توانیم از کسر تناسب زیر استفاده می‌کنیم:

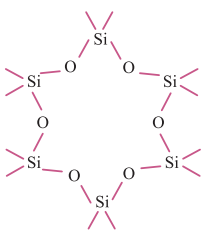
$$\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{تغییر جرم تیغه}}{|(\text{جرم مولی فلز کاهنده} \times \text{ضریب}) - (\text{جرم مولی یون اکسنده} \times \text{ضریب})|}$$

فصل سوم: شیمی جلوه‌ای از هنر، زیبایی و ماندگاری

سیلیس (SiO_2)

سیلیس (SiO_2)

- یکی از سازنده‌های اصلی بسیاری از سنگ‌ها، صخره‌ها و شن و ماسه است.
- فراوان‌ترین اکسید در پوستهٔ جامد زمین به شمار می‌رود.
- کوارتز 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 O — Si وجود دارد.
- در ساختار آن هر اتم سیلیسیم به چهار اتم اکسیژن متصل است و اتم‌های سیلیسیم در آن با پل‌های O — Si به دیگر واحدها متصل می‌باشند.
- از حلقه‌های چندضلعی ساخته شده و در همهٔ حلقه‌ها، شمار اتم‌های سیلیسیم با شمار اتم‌های اکسیژن برابر است.



- Si (شبه فلزی از خانوادهٔ 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 سازندهٔ 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 Si — O در مقایسه با پیوند Si — Si، سیلیسیم در طبیعت به صورت خالص یافت نشده و به طور عمده، به صورت سیلیس یافت می‌شود.

میانگین آنتالپی پیوند: O — Si < Si — Si ← Si — پایداری: $Si < SiO_2$

دگرشکل (آلوتروپ)های کربن

ویژگی / آلوتروپ	الماس	گرافیت
نماد و عنصر تشکیل‌دهنده	کربن	کربن
نوع جامد	کووالانسی سه‌بعدی	کووالانسی دوبعدی
رنگ	شفاف	تیره
سختی یا نرمی	بسیار سخت	نرم
نقطهٔ ذوب	بالا	بالا
رسانایی الکتریکی	ندارد	دارد
کاربردها	جواهرسازی، ساخت مته و ابزار برش شیشه	مغز مداد و الکترود

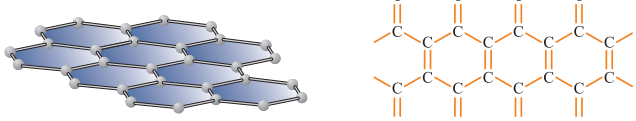
SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

ویژگی / آلوتروپ	الماس	گرافیت
نوع پیوند میان اتم‌ها	اشتراکی	اشتراکی
تعداد پیوندهای هر اتم کربن	۴	۴
طول پیوند کربن ـ کربن	بلندتر	کوتاه‌تر
آنتالپی پیوند کربن ـ کربن	کم‌تر	بیشتر
شمار اتم‌های متصل‌شده به هر اتم کربن	۴	۳
چگالی	بیشتر	کم‌تر
پایداری	ناپایدارتر	پایدارتر
قدرمطلق آنتالپی سوختن و ارزش سوختی	بیشتر	کم‌تر
گرمای ویژه	کم‌تر	بیشتر

گرافن

۱ گرافن، تک‌لایه‌ای از گرافیت است که در آن، اتم‌های کربن با پیوندهای اشتراکی، حلقه‌های شش‌گوشه تشکیل داده‌اند. چنین ساختاری با الگویی مانند کندوی زنبور عسل، استحکام ویژه‌ای دارد؛ به طوری که مقاومت کششی آن حدود ۱۰۰ برابر فولاد است.

۲ ساختار گرافن به صورت مقابل است:



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

۴ ضخامت گرافن به اندازهٔ یک اتم کربن است؛ پس انتظار می‌رود که گرافن شفاف و انعطاف‌پذیر باشد.

۵ گرافن نیز یک جامد کووالانسی دوبعدی است که مانند گرافیت، رسانای جریان برق است.

سیلیسیم کربید

۱ سیلیسیم کربید با فرمول شیمیایی SiC، یک سایندهٔ ارزان‌قیمت است که در دستهٔ جامدهای کووالانسی قرار می‌گیرد.

۲ سیلیسیم کربید، ساختاری مشابه الماس و سیلیسیم دارد و از آن در تهیهٔ سنباده استفاده می‌شود.

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 سه‌بعدی محسوب می‌شود.

۵ مقایسهٔ سختی و نقطهٔ ذوب جامدهای کووالانسی با ساختار مشابه:

سختی: سیلیسیم < سیلیسیم کربید < الماس

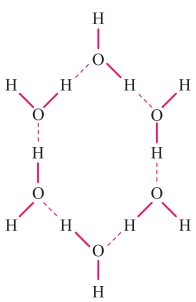
نقطهٔ ذوب: سیلیسیم < سیلیس < سیلیسیم کربید < الماس

مقایسهٔ مواد مولکولی و کووالانسی

مادهٔ کووالانسی ← میان همهٔ اتم‌ها، پیوند اشتراکی وجود دارد. ← نقطهٔ ذوب بالا

مادهٔ مولکولی ← میان شمار معینی از اتم‌ها، پیوند اشتراکی وجود دارد. ← نقطهٔ ذوب پایین

یخ ($H_2O(s)$)



۱ آرایش منظم و سه‌بعدی با تشکیل حلقه‌های شش‌گوشه

۲ هر اتم اکسیژن، به دو اتم هیدروژن با پیوند اشتراکی و به دو اتم هیدروژن از مولکول‌های دیگر با پیوند هیدروژنی متصل است.

۳ در ساختار یخ، اطراف هر مولکول آب، ۴ پیوند هیدروژنی وجود دارد.

۴ اتم‌های اکسیژن در رأس حلقه‌های شش‌ضلعی قرار دارند و در این حلقه‌های شش‌ضلعی، هر ضلع شامل یک پیوند اشتراکی و یک پیوند هیدروژنی است. (دقت کنید که در ساختار سیلیس، همهٔ اتم‌ها با پیوندهای اشتراکی به یکدیگر متصل شده‌اند.)

۵ هر یک از حلقه‌های شش‌ضلعی، شامل ۶ پیوند اشتراکی و ۶ پیوند هیدروژنی، یعنی مجموعاً ۱۲ پیوند است.

رفتار مولکول‌ها و توزیع الکترون

۱ در نقشهٔ 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^+) می‌دهند.

۲ گشتاور دوقطبی مولکول‌های قطبی دارای بار جزئی مثبت و منفی بزرگ‌تر از صفر است و در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند.

۳ ترتیب داده‌شده را برای اتم‌های δ^- را حفظ کنید:

$\delta^- \Leftarrow$ F < O < Cl < N < Br < S < C < H < P < بقیهٔ عناصر

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

شناسایی سریع مولکول‌های قطبی و ناقطبی

- مولکول‌ها
  - دواتمی
    - ناقطبی O_2 و N_2 : دواتمی یکسان
    - قطبی HI، CO و NO: دواتمی متفاوت
  - چندااتمی
    - ناقطبی P_4 و S_8 :چنداتمی یکسان
    - قطبی (O_3) ← به‌جز
    - چنداتمی متفاوت ← شرط ناقطبی‌بودن
      - اتم‌های اطراف اتم مرکزی یکسان باشند.
      - اتم مرکزی جفت ناپیوندی نداشته باشد.

بررسی مولکول‌های دواتمی

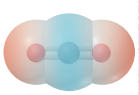
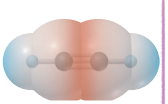
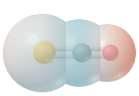
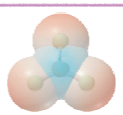
مولکول‌های دواتمی جورهسته

- از دو اتم یکسان تشکیل شده‌اند (مانند Cl_2، O_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 ناجورهسته

- از دو اتم متفاوت تشکیل شده‌اند (مانند HCl، NO و CO)
- تراکم بار الکتریکی روی اتم‌های سازندهٔ آن‌ها یکسان نیست.
- احتمال حضور الکترون‌های پیوندی اطراف هستهٔ اتمی با خاصیت نافلزی بیشتر، بیشتر است.
- قطبی هستند و گشتاور دوقطبی آن‌ها بزرگ‌تر از صفر است.
- در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند.

بررسی کامل برخی از مولکول‌های مهم

نام ترکیب	آب	کربن‌دی‌اکسید	اتین	کربونیل سولفید	گوگرد تری‌اکسید	آمونیاک
فرمول ترکیب	H_2O	CO_2	C_2H_2	SCO	SO_3	NH_3
نقشهٔ پتانسیل الکتروستاتیکی						
نوع ساختار	سه‌اتمی غیرخطی (V‌شکل)	سه‌اتمی خطی	چهاراتمی خطی	سه‌اتمی خطی	چهاراتمی مسطح (مثلثی‌شکل)	چهاراتمی غیرمسطح
قطبی	✓	×	×	✓	×	✓
دلیل قطبیت	وجود جفت‌الکترون 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 شبکهٔ بلور، عدد کوئوردیناسیون می‌گویند.

۲ به طور مثال، عدد کوئوردیناسیون یون‌های Na^+ و Cl^- در بلور سدیم کلرید برابر با ۶ است.

بار کاتیون α عدد کوئوردیناسیون کاتیون ≡ شمار نزدیک‌ترین یون‌های ناهمنام پیرامون هر کاتیون

بار کاتیون α عدد کوئوردیناسیون آنیون ≡ شمار نزدیک‌ترین یون‌های ناهمنام پیرامون هر آنیون

$$\frac{\text{شمار کاتیون در فرمول شیمیایی}}{\text{شمار آنیون در فرمول شیمیایی}} = \frac{\text{عدد کوئوردیناسیون آنیون}}{\text{عدد کوئوردیناسیون کاتیون}} \text{ یا } \frac{\text{شمار آنیون در فرمول شیمیایی}}{\text{شمار کاتیون در فرمول شیمیایی}} = \frac{\text{عدد کوئوردیناسیون کاتیون}}{\text{عدد کوئوردیناسیون آنیون}}$$

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

مقایسهٔ شعاع یون‌ها و چگالی بار یون

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

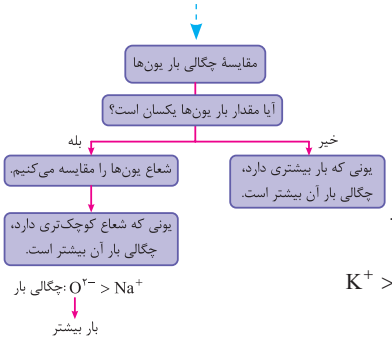
۲ برای مقایسهٔ شعاع یون‌هایی با تعداد الکترون یکسان (یون‌های هم‌الکترون)، یونی که تعداد پروتون کم‌تری در ساختار هستهٔ خود دارد، شعاع بیشتری دارد؛ زیرا جاذبهٔ هسته بر آخرین لایهٔ الکترونی آن کم‌تر می‌شود.

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 مقایسهٔ اندازهٔ شعاع و چگالی بار یون‌های گروه ۱ و ۲ از دوره‌های دوم و سوم جدول دوره‌ای می‌پردازیم:

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

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



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۵ اکنون به مقایسهٔ اندازهٔ شعاع و چگالی بار یون‌های گروه ۱۶ و ۱۷ از دورهٔ دوم و سوم می‌پردازیم:

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

– آنتالپی فروپاشی –

۱ گرمای مصرف‌شده (تولیدشده) در فشار ثابت برای تبدیل یک مول (نه یک گرم) از شبکهٔ 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، $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ سدیم کلرید است:

$$NaCl_{(s)} + ۷۸۷kJ \rightarrow Na^+_{(g)} + Cl^-_{(g)} \quad , \quad \Delta H_{\text{فروپاشی}} = +۷۸۷kJ.mol^{-۱}$$

۲ $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ همواره مثبت (فرایندی گرماگیر) است.

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

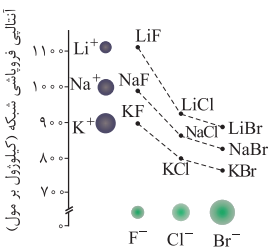
۴ برای مقایسهٔ آنتالپی فروپاشی ترکیب‌های یونی، به ترتیب زیر عمل می‌کنیم:

۱) هرچه مجموع قدر مطلق بار یک کاتیون و یک آنیون در یک ترکیب یونی بزرگ‌تر باشد، $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ شبکه آن بزرگ‌تر است.

۲) در صورت برابر بودن مجموع قدرمطلق بار یون ها، شعاع یون‌ها را با هم مقایسه می‌کنیم. ترکیبی که دارای شعاع یون‌های کوچک‌تری باشد، $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ بالاتری دارد.

برای مثال، داریم: $\Delta H_{\text{فروپاشی}} : MgO > MgF_۲ > Na_۲O > NaF$

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



$$LiF > NaF > LiCl > LiBr > KF > NaCl > NaBr > KCl > KBr$$

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

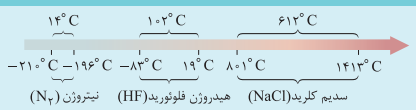
۷ با افزایش شعاع آنیون هالید، آنتالپی فروپاشی شبکه کاهش پیدا می‌کند و در نتیجه آنتالپی فروپاشی هالیدهای یک فلز قلیایی (MX) کاهش می‌یابد.

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

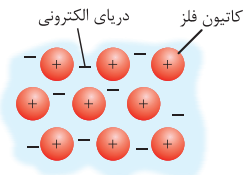
۸ تفاوت $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ شبکهٔ بلور یونی هالیدهای فلزات قلیایی با افزایش شعاع هالوژن کاهش می‌یابد. هم‌چنین تفاوت آنتالپی NaX و LiX بیشتر از تفاوت آنتالپی NaX و KX است، زیرا تفاوت شعاع یون Li^+ و Na^+ بیشتر از تفاوت شعاع Na^+ و K^+ است.

نکتهٔ مهم

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



– فلزها، عنصرهایی شکل‌پذیر با جلایی زیبا –



۱ شکل مقابل یک الگوی ساده از شبکهٔ بلوری فلزها را نشان می‌دهد که برای توجیه برخی رفتارهای فیزیکی(نه رفتارهای شیمیایی) آن‌ها ارائه‌شده و به مدل دریای الکترونی معروف است:

۲ براساس مدل دریای الکترونی، ساختار فلزها آرایش منظمی از کاتیون‌ها در سه بعد است که در فضای میان آن‌ها سست‌ترین⊖ الکترون‌های موجود در اتم (الکترون لایهٔ ظرفیت)، دریایی را ساخته و در آن آزادانه جابه‌جا می‌شوند.

۳ در مدل دریای الکترونی، به دلیل حرکت آزادانهٔ 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 شبکهٔ بلوری فلز حفظ می‌کند. هم‌چنین این الکترون‌ها هستند که باعث خاصیت چکش‌خواری و رسانایی الکتریکی فلزات می‌شوند.

۵ با واردشدن یک نیروی خارجی مثل ضربه به بلور ترکیب یونی، لایه‌های سازندهٔ این ترکیب جابه‌جا شده و یون‌های هم‌نام موجود در آن مقابل هم قرار می‌گیرند. در چنین شرایطی، نیروی دافعهٔ ایجادشده میان یون‌های هم‌نام باعث شکستن شبکهٔ بلور و جداشدن قطعات آن از هم می‌شوند؛ بنابراین جامدهای یونی شکننده هستند.

– وانادیم –

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

محلول	محلولی از نمک وانادیم (V)	محلولی از نمک وانادیم (IV)	محلولی از نمک وانادیم (III)	محلولی از نمک وانادیم (II)
رنگ محلول	زرد	آبی	سبز	بنفش
آرایش الکترونی وانادیوم	وانادیوم در این محلول به شکل یون چنداتمی است.	وانادیوم در این محلول به شکل یون چنداتمی است.	$[_{۱۸}Ar]۳d^۲$	$[_{۱۸}Ar]۳d^۳$

۲ با افزودن مقدار کافی گرد Zn به محلول نمک وانادیم، با اکسایش Zn و مشاهدهٔ تغییر رنگ محلول، می‌توان عدد اکسایش وانادیم در محلول ایجادشده 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 کاهش‌یافتن می‌باشد؛ بنابراین فقط نقش اکسنده را دارد.

– تیتانیم، فلزی فراتر از انتظار –

۱ در میان عنصرهای دستهٔ d از دورهٔ چهارم جدول تناوبی، تیتانیم ($_{۲۲}Ti$) با ویژگی‌های باورنکردنی، فلزی فراتر از انتظار است. ماندگاری و استحکام مناسب از جملهٔ این ویژگی‌ها است.

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

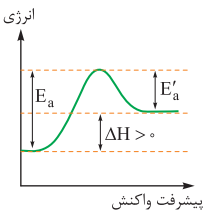
۲ جدول زیر برخی ویژگی‌های تیتانیم را با فولاد زنگ‌نزن مقایسه می‌کند:

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

فصل چهارم: شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر

– انرژی فعال‌سازی (E_a) در واکنش‌های شیمیایی –

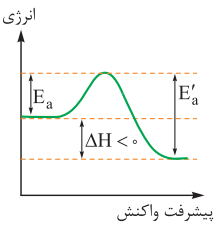
۱ به حداقل مقدار انرژی داده‌شده به واکنش‌دهنده‌ها برای آغاز واکنش‌های شیمیایی انرژی فعال‌سازی (E_a) می‌گویند و با یکای کیلوژول گزارش می‌کنند. همهٔ واکنش‌های شیمیایی صرف نظر از این‌که گرماده یا گرماگیر باشند، برای آغازشدن به انرژی فعال‌سازی نیاز دارند.



واکنش‌های شیمیایی گرماگیر

سطح انرژی: قلهٔ نمودار > فراورده‌ها > واکنش‌دهنده‌ها　　پایداری: قلهٔ نمودار > فراورده‌ها > واکنش‌دهنده‌ها

$E_a > \Delta H$



واکنش‌های شیمیایی گرماده

سطح انرژی: قلهٔ نمودار > واکنش‌دهنده‌ها > فراورده‌ها　　پایداری: قلهٔ نمودار > واکنش‌دهنده‌ها > فراورده‌ها

$E_a < |\Delta H|$ یا $E_a > |\Delta H|$

هر چه انرژی فعال‌سازی (E_a) بیشتر ← سرعت واکنش کم‌تر

هر چه 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 کوتاه‌کردن آن!)، مقدار انرژی فعال‌سازی را کاهش داده و سبب می‌شود واکنش دهنده‌ها 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 ـ 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 خودروها قرار دارد، در واکنش‌های مختلفی شرکت کرده و به فراورده‌هایی کم‌خطر تبدیل می‌شوند. معادله این واکنش‌ها به صورت زیر است:

۱) $2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)}$

۲) $C_x H_{y(g)} + (x + \frac{y}{4})O_{2(g)} \rightarrow xCO_{2(g)} + \frac{y}{2}H_2O_{(g)}$

۳) $2NO_{(g)} \rightarrow N_{2(g)} + O_{2(g)}$

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 خارج‌شده از خودرو در غیاب مبدل کاتالیستی: $CO > C_xH_y > NO$

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

۳) پس مقدار کاهش آلاینده برحسب گرم، در حضور مبدل کاتالیستی به صورت: $CO > C_xH_y > NO$ و درصد کاهش آلایندگی در حضور مبدل کاتالیستی به صورت: $NO(\%96/1) > C_xH_y(\%95/8) > CO(\%89/8)$

نکتهٔ 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 انجام‌شده در مبدل را کاهش می‌دهند.

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۵ درسطح 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.

$$NO(g) + NO_2(g) + 2NH_3(g) \longrightarrow 2N_2(g) + 3H_2O(g)$$

+۲ +۴ −۳ ۰

کاهنده

اکسنده

اکسنده

نکتهٔ مهم

در قسمت ورودی این نوع مبدل کاتالیستی، ۴ آلاینده وجود دارد و در قسمت خروجی این نوع مبدل کاتالیستی، ۳ گاز (N_2 ، CO_2 ، H_2O) 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 هرچه میزان پیشرفت واکنش بیشتر باشد، درصد بیشتری از واکنش‌دهنده‌ها به فراورده‌ها تبدیل می‌شوند.

۲ برای واکنش کلی داده‌شده عبارت ثابت تعادل به صورت مقابل نوشته می‌شود:

$$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$$

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

نکتهٔ مهم

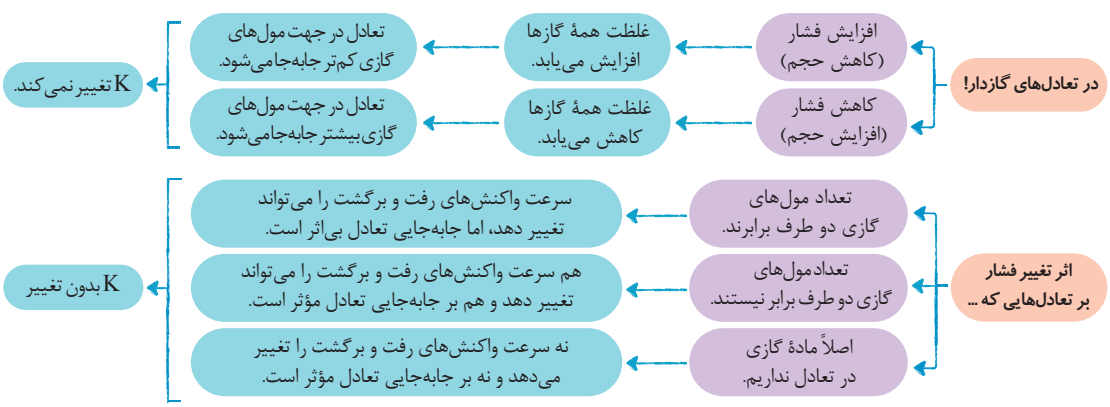
- یکای K برابر است با $(mol.L^{-1})^{\Delta n}$: مجموع توان مخرج ـ مجموع توان صورت $= \Delta n$
- در رابطهٔ ثابت تعادل، فقط مقادیر غلظت‌های تعادلی (نه غلظت‌های اولیه!) قرارداده می‌شود.
- در رابطهٔ ثابت تعادل، حتماً باید غلظت‌های تعادلی گونه‌ها برحسب مول بر لیتر قرارداده شود!
- مقدار عددی ثابت تعادل فقط 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 سامانهٔ تعادلی افزایش یابد، واکنش در جهت مصرف آن ماده تا حد امکان پیش می‌رود تا به تعادل جدیدی برسد. در نقطهٔ مقابل، اگر غلظت یکی از مواد شرکت‌کننده در سامانهٔ 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 مادهٔ گازی (g) و یا محلول (aq) باشد، تغییر اعمال‌شده به طور کامل جبران می‌شود. 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



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

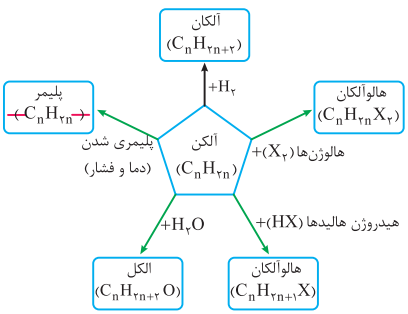
اثر تغییر دما بر تعادل

واکنش گرماده	افزایش دما	جابه‌جایی تعادل در جهت مصرف گرما (جهت برگشت)	کاهش مقدار فراورده‌ها و افزایش مقدار واکنش‌دهنده‌ها	کاهش ثابت تعادل
	کاهش دما	جابه‌جایی تعادل در جهت تولید گرما (جهت رفت)	افزایش مقدار فراورده‌ها و کاهش مقدار واکنش‌دهنده‌ها	افزایش ثابت تعادل
واکنش گرماگیر	افزایش دما	جابه‌جایی تعادل در جهت مصرف گرما (جهت رفت)	افزایش مقدار فراورده‌ها و کاهش مقدار واکنش‌دهنده‌ها	افزایش ثابت تعادل
	کاهش دما	جابه‌جایی تعادل در جهت تولید گرما (جهت برگشت)	کاهش مقدار فراورده‌ها و افزایش مقدار واکنش‌دهنده‌ها	کاهش ثابت 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:

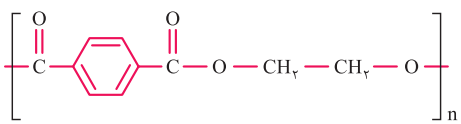


۲) در جدول زیر، برخی از موادی را که با استفاده از گاز اتن تولید می‌شوند، بررسی می‌کنیم:

نام واکنش	معادلهٔ واکنش	کاربرد فراوردهٔ تولیدشده
واکنش تولید گاز اتان	$C_2H_4(g)+H_2(g) \xrightarrow{Ni(s)} C_2H_6(g)$	سوخت
واکنش تولید کلرواتان	$C_2H_4(g)+HCl(g) \rightarrow C_2H_5Cl(g)$	افشانهٔ بی‌حس‌کنندهٔ موضعی
واکنش تولید پلی‌اتن	$C_2H_4(g) \xrightarrow{\text{فشار و دما}} (C_2H_4)_n(s)$	سازندهٔ اصلی برخی لوازم پلاستیکی
واکنش تولید اتانول	$C_2H_4(g)+H_2O(g) \xrightarrow{H_2SO_4} C_2H_6O(l)$	ضدعفونی‌کننده ـ حلال صنعتی
واکنش تولید اتیل استات	$C_2H_4(g)+H_2O(g) \xrightarrow{H_2SO_4} C_2H_6O(l)$ $C_4H_8O_2(g)+C_2H_6O(l) \xrightarrow{H_2SO_4} C_4H_8O_2(l)+H_2O(l)$	حلال چسب

PET

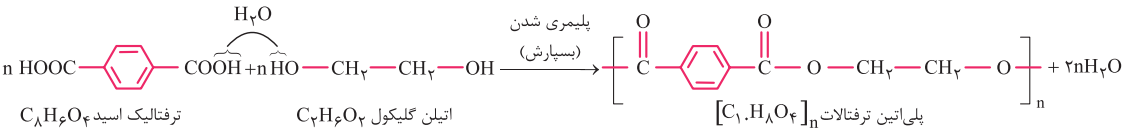
۱) پلی‌اتیلن ترفتالات پلیمری از خانوادهٔ پلی‌استرها است که از واکنش میان یک الکل دوعاملی به نام اتیلن گلیکول با فرمول مولکولی $C_2H_6O_2$ و یک اسید دوعاملی به نام ترفتالیک اسید با فرمول مولکولی $C_8H_6O_4$ تهیه می‌شود.



۲) فرمول مولکولی پلی‌اتیلن ترفتالات به صورت $(C_{10}H_8O_4)_n$ است.

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

- شکل زیر فرایند تشکیل PET را نشان می‌دهد:



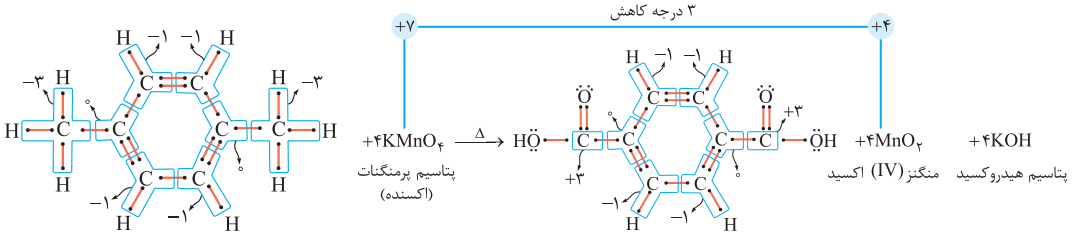
۱) مونومرهای مورد نیاز برای تولید پلی‌اتیلن ترفتالات (اتیلن گلیکول و ترفتالیک اسید)، در نفت خام وجود ندارند و به همین خاطر، نمی‌توان آن‌ها را به طور مستقیم از نفت خام به دست آورد.

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

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



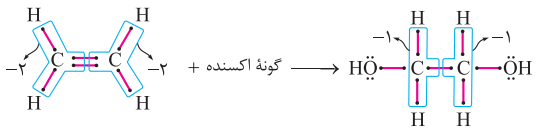
۳) ترفتالیک اسید را می‌توان از اکسایش پارازایلن به دست آورد. در این واکنش، پتاسیم پرمنگنات اکسنده‌ای است که **محلول غلیظ آن** در شرایط مناسب پارازایلن را با بازده نسبتاً خوب بر اساس معادلهٔ $C_8H_{10}+4KMnO_4 \rightarrow C_8H_6O_4+4MnO_2+4KOH$ به ترفتالیک اسید تبدیل می‌کند. معادلهٔ این واکنش به صورت زیر است:



۴) با وجود غلظت بالای اکسنده پتاسیم پرمنگنات یا یون پرمنگنات باز هم شرایط انجام این واکنش تأمین نمی‌شود؛ مگر این‌که دمای مخلوط را افزایش دهیم، ولی بازده کماکان مطلوب ما نیست؛ می‌توان نتیجه گرفت انجام این واکنش بسیار دشوار است.

۵) شیمی‌دان‌ها دریافتند که با استفاده از اکسیژن هوا و کاتالیزگر مناسب، می‌توان پارازایلن را در شرایط آسان‌تری به ترفتالیک اسید تبدیل کرد.

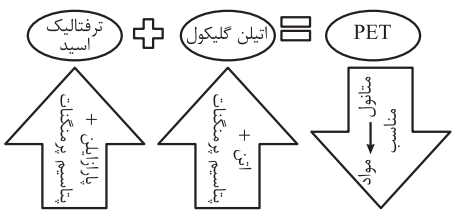
۶) برای تولید اتیلن گلیکول، از اتن (ماده‌ای که به طور مستقیم از تقطیر نفت خام حاصل می‌شود.) استفاده می‌کنیم. گاز اتن در اثر واکنش با **محلول آبی و رقیق پتاسیم پرمنگنات** در شرایط مناسب به اتیلن گلیکول تبدیل می‌شود. پتاسیم پرمنگنات در این واکنش نقش اکسنده را برعهده دارد. معادلهٔ این واکنش به صورت زیر است:



متانول (CH_3OH)

۱) پلی‌اتیلن ترفتالات (PET)، در شرایط مناسب با متانول واکنش داده و به مواد مفیدی تبدیل می‌شود که می‌توان آن‌ها را برای تولید پلیمرهای جدید به کار برد.

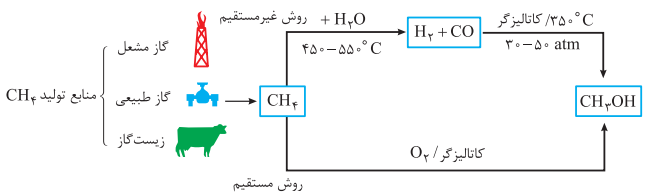
۲) شکل‌های مقابل نمایی کلی دربارهٔ سنتز و تجزیهٔ PET نشان می‌دهند:



۳) متانول (CH_3OH) مایعی بی‌رنگ، بسیار سمی و ساده‌ترین عضو خانوادهٔ الکل‌ها است که می‌توان آن را از چوب تهیه کرد.

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

۵) واکنش کلی تولید غیرمستقیم متانول از متان به صورت زیر است:



$$CH_4(g)+H_2O(g) \rightarrow CH_3OH(l)+H_2(g)$$

- در روش غیرمستقیم، دمای مرحلهٔ اول بیشتر و فشار مرحلهٔ دوم بیشتر است.

SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir