

آزمون حضوری
شماره چهارده



رشته تجربی
پایه دوازدهم

مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

نام درس	مؤلف	از صفحه	تا صفحه
ریاضی	علی شهرابی علیرضا نصراللهی	۲	۱۶
زیست شناسی	روزا امیری راضیه نصرالله زاده	۱۷	۴۱
فیزیک	نوید شاهی	۴۲	۶۱
شیمی	سروش عبادی	۶۲	۱۰۶
زمین شناسی	حمیدرضا میرعالیلو	۱۰۷	۱۱۰



مرورنامه شب آزمون

ریاضی

مجموعه و دنباله

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

مثلثات

- نسبت‌های مثلثاتی: $\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$, $\cot \alpha = \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}$, $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$
- دایره مثلثاتی
- روابط بین نسبت‌های مثلثاتی: $1 + \tan^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$, $1 + \cot^2 \alpha = \frac{1}{\sin^2 \alpha}$

توان گویا و عبارت‌های جبری

- توان گویا: $a^m \times a^n = a^{m+n}$, $a^m \div a^n = a^{m-n}$
- عبارت‌های جبری: $(a \pm b)^2 = a^2 \pm 2ab + b^2$

معادله و نامعادله

- معادله درجه دو: $ax^2 + bx + c = 0 \Rightarrow S = -\frac{b}{a}$, $P = \frac{c}{a}$
- رأس سهمی: $f(x) = ax^2 + bx + c$
- سهمی: $\left| \frac{-b}{2a} \right|$, Δ , $\frac{\Delta}{4a}$

تعیین علامت: $ax^2 + bx + c > 0$

x_1	x_2
موافق علامت a	مخالف علامت a

تابع

- مفهوم تابع
- دامنه و برد توابع
- انواع توابع
- تابع چندجمله‌ای
- تابع قدرمطلق
- انتقال نمودار توابع

شمارش بدون شمردن

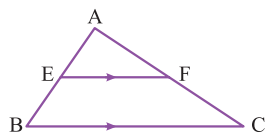
- شمارش
- جایگشت: $P(n, r) = \frac{n!}{(n-r)!}$
- ترکیب: $C(n, r) = \frac{n!}{r!(n-r)!}$

آمار و احتمال

- احتمال: $P(A) = \frac{n(A)}{n(S)}$
- آمار: $\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$

هندسه تحلیلی و جبر

- هندسه تحلیلی: $ax + by + c = 0$, $h = \frac{|a\alpha + b\beta + c|}{\sqrt{a^2 + b^2}}$
- معادله و تابع درجه دو: $ax^2 + bx + c = 0 \Rightarrow S = -\frac{b}{a}$, $P = \frac{c}{a}$
- معادلات گویا و رادیکالی



$$\frac{AE}{AB} = \frac{AF}{AC} = \frac{EF}{BC}$$

ترسیم‌های هندسی

استدلال و قضیه تالس:

هندسه

$$\frac{a}{a'} = \frac{b}{b'} = \frac{c}{c'} = \frac{P}{P'} = \frac{h_a}{h_b} = \frac{m_a}{m_b} = \frac{d_a}{d_b} = k$$

حالت ز: ز:

حالت ض ض ض

حالت ض ض ض

حالت ض ض ض

انواع توابع

وارون تابع

اعمال جبری روی توابع

تابع

$$\frac{D}{180^\circ} = \frac{R}{\pi}$$

واحدهای اندازه‌گیری زاویه:

$$\sin(k\pi + \alpha) = (-1)^k \sin \alpha, \quad \sin((2x+1)\frac{\pi}{2} + \alpha) = (-1)^k \cos \alpha$$

روابط بین نسبت‌های مثلثاتی:

توابع مثلثاتی

مثلثات

$$a^{f(x)} = a^{g(x)} \Rightarrow f(x) = g(x)$$

تابع نمایی:

$$\log a + \log b = \log ab, \quad \log a - \log b = \log \frac{a}{b}$$

توابع لگاریتمی:

$$\log E = 11/8 + 1/5 M$$

نمودار و کاربرد توابع نمایی و لگاریتمی:

توابع لگاریتمی

توابع لگاریتمی

$$\lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = \lim_{x \rightarrow a^+} f(x)$$

محاسبه حد توابع:

$$\lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = f(a) = \lim_{x \rightarrow a^+} f(x)$$

پیوستگی:

حد و پیوستگی

$$P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}$$

احتمال شرطی و پیشامدهای مستقل:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + \dots + (x_N - \bar{x})^2}{N}}$$

آمار توصیفی:

آمار و احتمال



تابع

محور x ها: نقاط $(x_1, 0)$ و $(x_2, 0)$ و ... که x_1, x_2 و ... جواب های معادله $f(x) = 0$ هستند.
محور y ها: نقطه $(0, f(0))$
تابع $g(x)$: حل معادله $f(x) = g(x)$

کسری: $\mathbb{R} - \{\text{ریشه های مخرج}\}$
رادیكال های با فرجه زوج: ≥ 0 زیر رادیكال
دامنه توابع مهم: $\log_B A : (B \neq 1) \cap (B > 0) \cap (A > 0)$
 $\tan A : A \neq (2k+1)\frac{\pi}{2}$
 $\cot A : A \neq k\pi$

شرط تساوی توابع f و g :
 $D_f = D_g$
(۲) ضابطه ها برابر باشد.

نمایش تابع به فرم $\begin{cases} f: A \rightarrow B \\ f(x) = \end{cases}$
 A دامنه است.
 B هم دامنه است. باید برد زیرمجموعه B باشد.

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

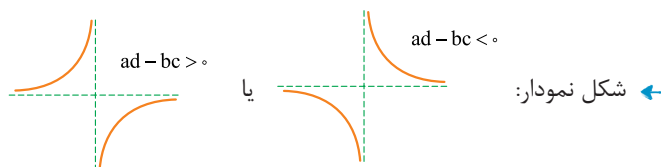
ضابطه: $f(x) = \frac{ax+b}{cx+d}$ ، شرط: $ad-bc \neq 0$ و $c \neq 0$

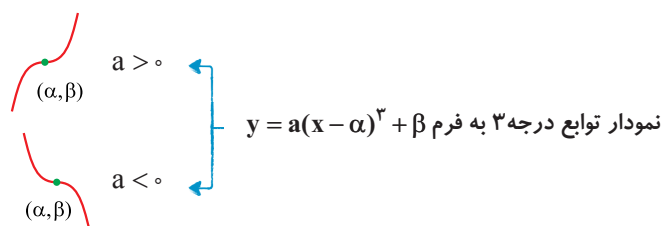
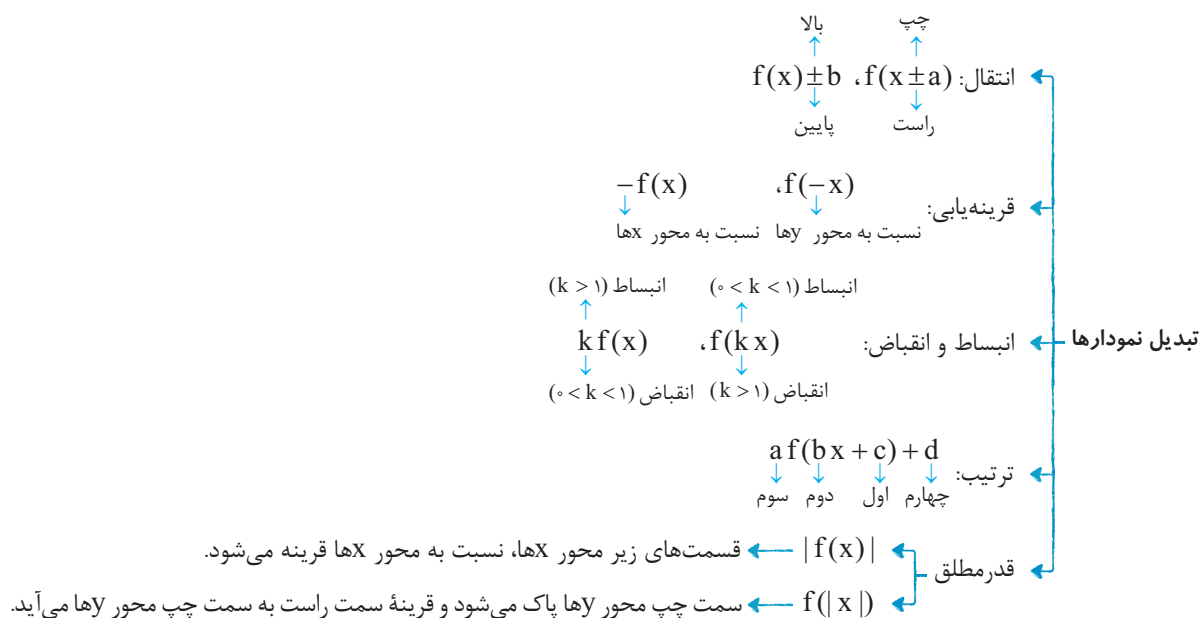
دامنه: $\mathbb{R} - \{-\frac{d}{c}\}$ ، برد: $\mathbb{R} - \{\frac{a}{c}\}$

ضابطه وارون: $f^{-1}(x) = \frac{-dx+b}{cx-a}$ ، شرط برابری f و f^{-1} : $a+d=0$

تابع هموگرافیک:
مرکز تقارن: $W(\frac{-d}{c}, \frac{a}{c})$ ، محورهای تقارن: دو خط با شیب های ± 1 و گذرنده از نقطه W

خط چین عمودی: $x = \frac{-d}{c}$ ، خط چین افقی: $y = \frac{a}{c}$





دومادهم تجربی

اعمال جبری روی توابع

دامنه‌ها: $D_{\frac{f}{g}} = D_f \cap D_g - \{x \mid g(x) = 0\}$ ، $D_{f \pm g} = D_f \cap D_g$

برد: (۱) دامنه را حساب می‌کنیم. (۲) ضابطه را به دست می‌آوریم. (۳) برد ضابطه را در دامنه‌اش حساب می‌کنیم.

ترکیب توابع

محاسبه $(f \circ g)(a)$: دو مرحله دارد؛ اول $g(a)$ ، بعد $f(g(a))$

دامنه: $D_{f \circ g} = \{x \in D_g \mid (g(x) \in D_f)\}$

برد: (۱) برد تابع g (داخلی) را حساب می‌کنیم (می‌شود بازه I). (۲) برد تابع f با دامنه I را حساب می‌کنیم.

ترکیب f و f^{-1}

$D_{f \circ f^{-1}} = D_{f^{-1}} = R_f$ و $(f \circ f^{-1})(x) = x$

$D_{f^{-1} \circ f} = D_f$ و $(f^{-1} \circ f)(x) = x$

اگر $D_f = R_f$ ، $f \circ f^{-1} = f^{-1} \circ f$ آن‌گاه

توابع معروف در یکنوایی

یکنواها:

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

غیریکنواها و نقطه مرزی بازه‌های یکنوایی: سهمی، $|ax+b|$ ، $|x-a|+|x-b|$ و $\frac{ax+b}{cx+d}$

رأس: $-\frac{b}{a}$ ، $x=a, x=b$ ، $x=-\frac{d}{c}$



اگر $(a, b) \in f$ ، آن گاه $(b, a) \in f^{-1}$ یا $f(a) = b \Leftrightarrow f^{-1}(b) = a$

$$D_f = R_{f^{-1}} \text{ و } D_{f^{-1}} = R_f$$

نکات تابع وارون: نمودار f و f^{-1} نسبت به خط $y = x$ قرینه‌اند.

شرط وارون پذیری، یک به یک بودن است.

برای محاسبه $f^{-1}(k)$ ، می‌توانیم معادله $f(x) = k$ را حل می‌کنیم.

محاسبه ضابطه: (۱) x را تنها می‌کنیم. (۲) جای x و y را عوض می‌کنیم.

ضابطه وارون: وارون توابع مهم: $ax + b$ ، سهمی با دامنه یک طرف رأس، $a(x - \alpha)^2 + \beta$ ، $\frac{ax + b}{cx + d}$

اول باید مربع کامل کنیم. اتحادهای $(x \pm 1)^2$ و $(x \pm 2)^2$ را بلد باشید.

$\frac{1}{a}x - \frac{b}{a}$

$\frac{-dx + b}{cx - a}$

روش ضابطه‌ای: ضابطه f^{-1} را به دست می‌آوریم و بعدش معادله $f(x) = f^{-1}(x)$ 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 معادله $f(x) = x$ ، طول نقاط برخورد f و f^{-1} است.

رسم نمودار

ساختن y به کمک نامساوی‌ها: $(ax + b)^2 \geq 0$ ، $|ax + b| \geq 0$ ، $\sqrt{ax + b} \geq 0$ ، $-\frac{\pi}{2} \leq \sin u \leq \frac{\pi}{2}$ ، $0 \leq u - [u] < 1$

روش‌های محاسبه برد: استفاده از یک‌نوازی: اگر f صعودی اکید و پیوسته با دامنه $[a, b]$ باشد، آن گاه: $R_f = [f(a), f(b)]$

معروف‌ها: خط و درجه ۳، سهمی

$\mathbb{R}$

$a > 0: [-\frac{\Delta}{4a}, +\infty)$

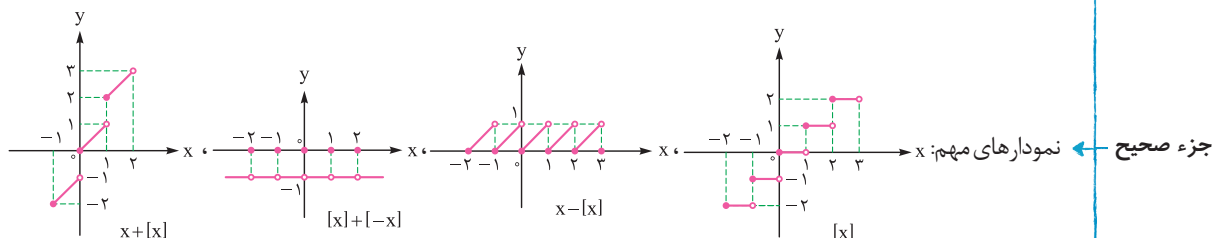
$a < 0: (-\infty, -\frac{\Delta}{4a}]$

$[0, R]$

$[-|a-b|, |a-b|]$

$[|a-b|, +\infty)$

ویژگی‌ها: $[u] + [-u] = \begin{cases} 0 & u \in \mathbb{Z} \\ -1 & u \notin \mathbb{Z} \end{cases}$ ، $0 \leq u - [u] < 1$ ، $[u \pm k] = [u] \pm k$ ، $[u] = k \Rightarrow k \leq u < k + 1$



برای رسم تابع $y = a[bx]$ ، طول بازه‌ها را $\frac{1}{|b|}$ انتخاب می‌کنیم.



مرورنامه شب آزمون

ریاضی

مرورنامه شب آزمون

دوازدهم تجربی

$$\sin^2 x + \cos^2 x = 1$$

$$\tan x \cot x = 1, \cot x = \frac{\cos x}{\sin x}, \tan x = \frac{\sin x}{\cos x}$$

$$1 + \cot^2 x = \frac{1}{\sin^2 x}, 1 + \tan^2 x = \frac{1}{\cos^2 x}$$

$$\sin^6 x + \cos^6 x = 1 - 3 \sin^2 x \cos^2 x, \sin^4 x + \cos^4 x = 1 - 2 \sin^2 x \cos^2 x$$

$$\tan x + \cot x = \frac{1}{\sin x \cos x}$$

هر وقت تساوی به شکل $\sin x \pm \cos x = k$ دیدید، طرفین را به توان ۲ برسانید.

$$\frac{R}{\pi} = \frac{D}{180^\circ}$$

$$1 \text{ rad} \approx 57.3^\circ$$

$$l = r\theta \text{ طول کمان}$$

$$S = \frac{1}{2} \theta r^2, P = r\theta + 2r \text{ قطاع}$$

گسترده مخروط ← قطاع ← روابط
مولد مخروط = شعاع قطاع
محیط قاعده مخروط = طول کمان قطاع

$$\left| \frac{1}{4} m - 2 \cdot h \right| \text{ زاویه بین عقربه ساعت شمار و دقیقه شمار}$$

متکم ← «sin یکی با cos دیگری» و «tan یکی با cot دیگری» برابر است.

مکمل ← «sinها برابر» و «سه نسبت دیگرشان قرینه هم است.»

قرینه ← «cosها برابر» و «سه نسبت دیگرشان قرینه هم است.»

هم‌پایان ← مثل α و $2k\pi + \alpha$ که همه نسبت‌هایشان با هم برابر است.

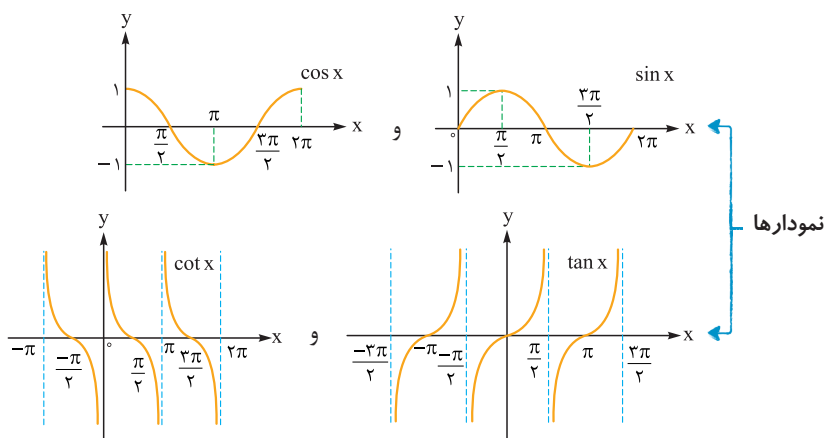
(۱) اگر کمان از 2π بیشتر بود، مجاز هستیم مضارب 2π را از آن کم کنیم تا به زاویه‌ای در محدوده صفر تا 2π برسیم.

(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 1°) در نظر می‌گیریم و با توجه به آن، محدوده زاویه

$$\frac{k\pi}{2} \pm \alpha \text{ را مشخص و علامت نسبت را تعیین می‌کنیم.}$$

$$\frac{k\pi}{2} \pm \alpha \text{ ساده کردن نسبت‌های مثلثاتی}$$



$$\sin(\alpha \pm \beta) = \sin \alpha \cos \beta \pm \sin \beta \cos \alpha$$

$$\cos(\alpha \pm \beta) = \cos \alpha \cos \beta \mp \sin \alpha \sin \beta$$

$$\tan(\alpha \pm \beta) = \frac{\tan \alpha \pm \tan \beta}{1 \mp \tan \alpha \tan \beta}$$

اتجاهی $\alpha \pm \beta$

$$\sin 3\alpha = 3\sin \alpha - 4\sin^3 \alpha \text{ و } \sin 2\alpha = 2\sin \alpha \cos \alpha$$

$$\cos 3\alpha = 4\cos^3 \alpha - 3\cos \alpha \text{ و } \cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = 2\cos^2 \alpha - 1 = 1 - 2\sin^2 \alpha$$

$$\tan 2\alpha = \frac{2\tan \alpha}{1 - \tan^2 \alpha}$$

اتجاهی 2α و 3α

طلایی: $1 - \cos \frac{\alpha}{2} = 2\sin^2 \frac{\alpha}{4}$ و $1 + \cos \frac{\alpha}{2} = 2\cos^2 \frac{\alpha}{4}$

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

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

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

اتجاهی تکمیلی

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

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

دوره تناوب $\leftarrow$ توان فرد $\sin$ و $\cos$ و توان زوج $\sin$ و $\cos$ ، قدرمطلق $\sin$ و $\cos$ ، توان فرد و زوج و قدرمطلق $\tan$ و $\cot$

$$\frac{\pi}{|x|} \text{ ضرب}$$

$$\frac{2\pi}{|x|} \text{ ضرب}$$

$$\text{و } [ax] + [-ax] \text{ و } [ax] - [-ax] \text{ و } \frac{1}{|a|}$$



$$\left. \begin{array}{l} \max = |a| + c \\ \min = -|a| + c \end{array} \right\} \begin{array}{l} a \sin(bx) + c \\ a \cos(bx + c) \end{array}$$

$$\begin{aligned} \sin u = \sin A &\Rightarrow \begin{cases} u = 2k\pi + A \\ u = 2k\pi + \pi - A \end{cases} \\ \cos u = \cos A &\Rightarrow u = 2k\pi \pm A \\ \tan u = \tan A &\Rightarrow u = k\pi + A \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \text{معادله مثلثاتی} \end{array} \right\}$$

$$\begin{aligned} \sin \text{ خاص} &\left\{ \begin{array}{l} \sin u = 0 \Rightarrow u = k\pi \\ \sin u = 1 \Rightarrow u = 2k\pi + \frac{\pi}{2} \\ \sin u = -1 \Rightarrow u = 2k\pi - \frac{\pi}{2} \end{array} \right. \\ \cos \text{ خاص} &\left\{ \begin{array}{l} \cos u = 0 \Rightarrow u = k\pi + \frac{\pi}{2} \\ \cos u = 1 \Rightarrow u = 2k\pi \\ \cos u = -1 \Rightarrow u = 2k\pi + \pi \end{array} \right. \end{aligned}$$



همسایگی برای $x = 3$ (۱ راست، ۲ چپ، ۳ همسایگی، ۴ محذوف)
 $(2, 5) - \{3\}$ $(2, 5)$ $(1, 3)$ $(3, 4)$
 ۳ عضو!

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

$$\begin{aligned} |x| \rightarrow 0^+ \text{ و } x^2 \rightarrow 0^+ \text{ اگر } x \rightarrow 0 &\leftarrow \text{مقدمات حد} \\ -x \rightarrow (-a)^- \text{ اگر } x \rightarrow a^+ &\leftarrow \\ 1 - \sin x \rightarrow 0^+ \text{ اگر } \sin x \rightarrow 1 &\leftarrow \end{aligned}$$

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

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

$$\left(L \in \mathbb{Z} \right) \left\{ \begin{array}{l} \text{اگر } \lim_{x \rightarrow a} f(x) = L \text{ آن گاه} \\ \lim_{x \rightarrow a} [f(x)] = [L] \text{ و } \lim_{x \rightarrow a} [f(x)] = L \text{ یا } L-1 \text{ یا } L+1 \text{ اگر } a \text{ اکسترمم نسبی باشد} \\ \text{موجود نیست: } \lim_{x \rightarrow a} [f(x)] \text{ اگر } a \text{ اکسترمم نسبی نباشد} \end{array} \right.$$

$$\lim_{x \rightarrow a} g(f(x)) \quad \begin{array}{l} \text{مرحله ۲} \\ \text{مرحله ۱} \end{array}$$



توابعی که حدشان با مقدارشان برابر است (در دامنه): $\log_a x, a^x, \cot x, \tan x, \cos x, \sin x$

چندجمله‌ای $\sqrt[n]{}$ ، |چندجمله‌ای|

محاسبه حد از روی ضابطه: توابعی که باید حد چپ و راست را جداگانه حساب کنیم: چندضابطه‌ای، براکتی، قدرمطلق در حالت $\div$

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 ضابطه مربوط به $x \notin \mathbb{Z}$ به دست می‌آید.

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

مهم است که عامل حد، L^+ شده یا L^- . هر کدام بود، از آن براکت می‌گیریم.

$\lim_{x \rightarrow a} [f]$

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

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

حد ندارد = حد ندارد $\pm$ حد دارد

حد ندارد = حد ندارد $\times$ حد دارد ($L \neq 0$)

حد دارد = حد ندارد $\times$ حد دارد ($L = 0$)

چپ و راست عدد باشن

نامعلوم = حد ندارد $\frac{+}{\times}$ حد ندارد

$$\lim_{x \rightarrow a} \frac{f(x)}{g(x)} = \lim_{x \rightarrow a} \frac{f'(x)}{g'(x)}$$

می‌شه به جاشون از Hop استفاده کرد

با تجزیه

با گویا کردن (مزدوج - چاق و لاغر)

به کمک اتحادهای مثلثاتی

رفع ابهام $\frac{0}{0}$

به کمک هم‌ارزی (اگر $y \rightarrow 0$): $\sin u \sim u, \cos^n u = 1 - \frac{nu^2}{2}, \tan u \sim u, (\pm u)^n \sim 1 \pm nu$

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

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

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

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

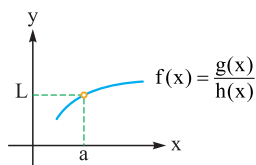
$$\frac{au + b}{cu + d} \xrightarrow{'} \frac{ad - bc}{(cu + d)^2} \times u'$$

فرمول‌های مشتق برای هوییتال

$$g(a) = h(a) = 0$$

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

با Hop





$$(1) \frac{\text{عدد مثبت}}{+} = +\infty, \frac{\text{عدد مثبت}}{-} = -\infty, \frac{\text{عدد منفی}}{+} = -\infty, \frac{\text{عدد منفی}}{-} = +\infty$$

$$(2) \pm\infty \pm \text{عدد} = \pm\infty, \pm\infty \times \text{عدد غیر صفر} = \text{عدد غیر صفر}, \frac{\text{عدد}}{\pm\infty} = 0, \frac{\pm\infty}{\pm\infty} = \text{عدد}, \frac{\pm\infty}{0} = \text{عدد} \times \text{صفر حدی}$$

میهم

حد بی نهایت

$$(3) \text{ اگر } \lim_{x \rightarrow k} \frac{\text{عدد}}{ax^2 + bx + c} = \infty \text{ یا } -\infty, \text{ باید مخرج به شکل } a(x-k)^2 \text{ باشد.}$$

$$(4) \text{ اگر شکل تابع } f(x) = \frac{\text{عدد}}{ax^2 + bx + c} \text{ در اطراف } x = k \text{ به صورت } \frac{\text{عدد}}{0} \text{ یا } \frac{\infty}{0} \text{ باشد، آن گاه مخرج } a(x-k)^2 \text{ بوده است.}$$

$$\lim_{x \rightarrow \pm\infty} (ax^n + bx^{n-1} + cx^{n-2} + \dots) = \lim_{x \rightarrow \pm\infty} ax^n \text{ فقط جمله پرتوان:}$$

$$\sqrt[n]{ax^n + bx^{n-1} + \dots} = \begin{cases} \sqrt[n]{a} \left(x + \frac{b}{na}\right) & \text{فرد} \\ \sqrt[n]{a} \left|x + \frac{b}{na}\right| & \text{زوج} \end{cases} \text{ هم‌ارزی رادیکالی در } \pm\infty$$

حد در بی نهایت

$$\begin{aligned} & \text{درجه صورت} < \text{درجه مخرج} \rightarrow -\infty \text{ یا } +\infty \\ & \text{درجه صورت} = \text{درجه مخرج} \rightarrow \text{عدد غیر صفر} \\ & \text{درجه صورت} > \text{درجه مخرج} \rightarrow \text{صفر} \end{aligned}$$

چند جمله‌ای
چند جمله‌ای

$$\begin{aligned} & \text{در } +\infty, \text{ هم‌ارز بزرگ‌ترین پایه} \\ & \text{در } -\infty, \text{ هم‌ارز کوچک‌ترین پایه} \end{aligned}$$

نمایی

$$\log_a \circ^+ = +\infty \text{ و } \log_a \circ^+ = -\infty$$

$$\begin{aligned} & \downarrow < 1 \\ & \downarrow > 1 \end{aligned}$$

$$\text{راست: حد راست} = \text{مقدار}$$

$$\text{چپ: حد چپ} = \text{مقدار}$$

$$\text{دوطرفه: مقدار} = \text{حد چپ} = \text{حد راست}$$

پیوستگی

$$\sqrt[n]{x}, a^x, |x|, \cos x, \sin x: \mathbb{R} \text{ پیوسته روی}$$

$$\log_a x, \cot x, \tan x \text{ (گویا), کسری روی دامنه: پیوسته روی}$$

توابع معروف

$$\text{توابع براکتی: } \{u\} - \{x\} \text{ هایی که به ازای آن‌ها } u \in \mathbb{Z} = \text{نقاط ناپیوستگی } [u]$$



مرورنامه شب آزمون

ریاضی

- ← ناپیوسته = ناپیوسته $\pm$ پیوسته
 ← ناپیوسته = ناپیوسته $\times$ پیوسته
 ← اعمال جبری
 ← پیوسته = ناپیوسته $\times$ پیوسته (نتیجه) $\leftarrow$ اگر $\underbrace{g(x)}_{\text{پیوسته}} \times \underbrace{h(x)}_{\text{ناپیوسته}}$ بخواند در a پیوسته باشد، باید $h(a) = 0$ باشد.
 ← نامعلوم = ناپیوسته $\pm$ ناپیوسته
 ← حتماً اول ضابطه را ساده کنید.
 ← در توابع کسری، ریشه مخرج مجانب قائم است. (بعد از ساده کردن)
 ← مجانب قائم
 ← در توابع به فرم $\log \frac{A}{B}$ ، جواب‌های $A = 0$ و $B = 0$ ، مجانب قائم‌اند.
 ← در $u = k\pi + \frac{\pi}{4}$ ، $\tan u$ ، مجانب قائم را می‌دهد.

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

دوازدهم تجربی

مرورنامه شب آزمون



مشتق

مفهوم: شیب خط مماس بر تابع f در $x = a$ ، همان $f'(a)$ است.

$$f'(a) = \lim_{x \rightarrow a} \frac{f(x) - f(a)}{x - a}$$

تعریف حدی

$$\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(a + nh) - f(a + mh)}{kh} = \frac{n - m}{k} \times f'(a) \text{ و } f'(a) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(a + h) - f(a)}{h}$$

مفاهیم اولیه

خط مماس: $y - y_0 = m(x - x_0) \Rightarrow y - f(a) = f'(a)(x - a)$

اگر خط $y = mx + h$ در $x = a$ بر $f(x)$ مماس باشد، آن گاه $f'(a) = m$

مقدار خط و تابع در $x = a$ برابر است.

جمع و تفریق: $(f \pm g)' = f' \pm g'$

ضرب عدد ثابت: $(af)' = a.f'$

ضرب: $(fg)' = f'.g + f.g'$

تقسیم: $\left(\frac{f}{g}\right)' = \frac{f'.g - f.g'}{g^2}$

ترکیب: $(f(u))' = u'.f'(u)$

قواعد

$$\left(\frac{1}{u}\right)' = \frac{-u'}{u^2} \text{ و } (u^n)' = nu^{n-1}.u'$$

$$(\sqrt[n]{u})' = \frac{u'}{n\sqrt[n]{u^{n-1}}} \text{ و } (\sqrt{u})' = \frac{u'}{2\sqrt{u}}$$

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

فرمول‌ها

فرمول‌ها و قواعد مشتق‌گیری

$$(\cos u)' = -u'.\sin u \text{ و } (\sin u)' = u'.\cos u$$

$$(\cot u)' = -u'(\csc^2 u) \text{ و } (\tan u)' = u'(\sec^2 u)$$

عامل صفرکننده:

$$f(x) = \underbrace{g(x)}_{\text{ع.ص.ک}}.h(x) \xrightarrow{\text{فرض: } g(a) \neq 0} f'(a) = g'(a).h(a)$$

مشتق عبارات پیچیده و شلوغ

عبارت باید ساده شود و بعد مشتق بگیریم.

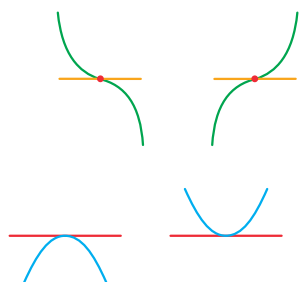
طراح مریض است!

از f' یک بار دیگر مشتق می‌گیریم تا به f'' برسیم.

$$f''(a) = \lim_{x \rightarrow a} \frac{f'(x) - f'(a)}{x - a} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f'(a + h) - f'(a)}{h}$$

تعریف حدی: مشتق دوم

عامل صفرکننده: اگر $f(x) = (x - a)^2 g(x)$ باشد، آن گاه $f''(a) = 0$



افقی $y = f(x) : (f' = 0)$

مماس افقی و قائم

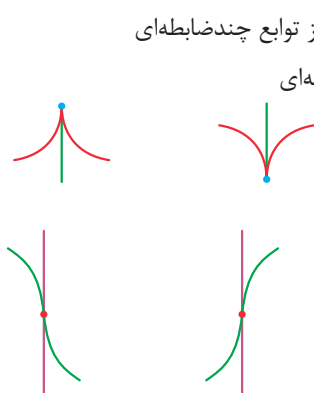
قائم $x = a : (f' = \infty)$

شرط ۱: $f(a) = g(a)$

شرط ۲: $f'(a) = g'(a)$

f و g در $x = a$ مماس مشترک دارند.

براکت و قدرمطلق
مشتق براکتی ← اگر پیوستگی داشت، تعیین مقدار می‌کنیم و بعد مشتق می‌گیریم.
مشتق قدرمطلق ← اول تعیین علامت می‌کنیم. بعد از حذف قدرمطلق، مشتق می‌گیریم.



ناپیوستگی ← ریشه‌های منخرج، نقاط صحیح داخل براکت، مرز توابع چندضابطه‌ای

گوشه ← ریشه‌های ساده داخل قدرمطلق، مرز توابع چندضابطه‌ای

عطف قائم ← $\sqrt[3]{(x-a)g(x)}$ در $x = a$

نقاط مشتق‌ناپذیری

بازگشتی ← $\sqrt[3]{(x-a)^2 g(x)}$ در $x = a$

تعریف: پیوسته است، $f'_+ \neq f'_-$

نقطه گوشه
شیب نیم‌مماس راست $f'_+(a)$ ، شیب نیم‌مماس چپ $f'_-(a)$

تانژانت زاویه بین دو نیم‌مماس: $\tan \theta = \left| \frac{m_1 - m_2}{1 + m_1 m_2} \right|$

حد راست = حد چپ = مقدار یا $g(x) = h(a)$
مشتق راست = مشتق چپ یا $g'_+(a) = h'_-(a)$
شرط مشتق‌پذیری $f(x) = \begin{cases} g(x) & x \geq a \\ h(x) & x < a \end{cases}$ در $x = a$

مشتق راست داشته باشد.

مشتق چپ داشته باشد.

$[a, b]$

$(a, b]$

$[a, b)$

مشتق‌پذیری در بازه

مشتق چپ داشته باشد.

مشتق راست داشته باشد.

اگر $|x-a|g(x)$ در $x = a$ مشتق‌پذیر باشد، آن‌گاه: $g(a) = 0$

اگر $[x]g(x)$ در $x = a$ مشتق‌پذیر باشد، آن‌گاه $g(x)$ عامل $(x-a)^2$ دارد یا $g(a) = g'(a) = 0$.

متوسط: $\frac{f(b)-f(a)}{b-a}$

لحظه‌ای: $f'(a)$

آهنگ تغییرات



مشتق پذیری و پیوستگی

مشتق

متوسط: $\frac{f(a+h) - f(a)}{h}$

آهنگ تغییر

لحظه‌ای: $\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(a+h) - f(a)}{h} = f'(a)$

صعودی و نزولی بودن: $f'(x) < 0$ و $f'(x) > 0$ صعودی

نقاط بحرانی: ناموجود $f'(c)$ یا $f'(c) = 0$

اکسترم‌های تابع قضیه فرما: هر نقطه اکسترمم نسبی، یک نقطه بحرانی است.

آزمون مشتق اول

اکسترم‌های مطلق

کاربرد مشتق

بهینه‌سازی

دوران

تفکر تجسمی

برش

ریاضی (۳)

هندسه

دایره (۱)

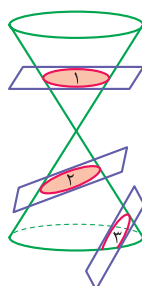
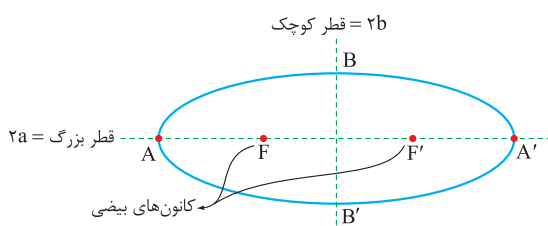
بیضی (۲)

مقاطع مخروطی

سه‌می (۳)

$$a^2 = b^2 + c^2$$

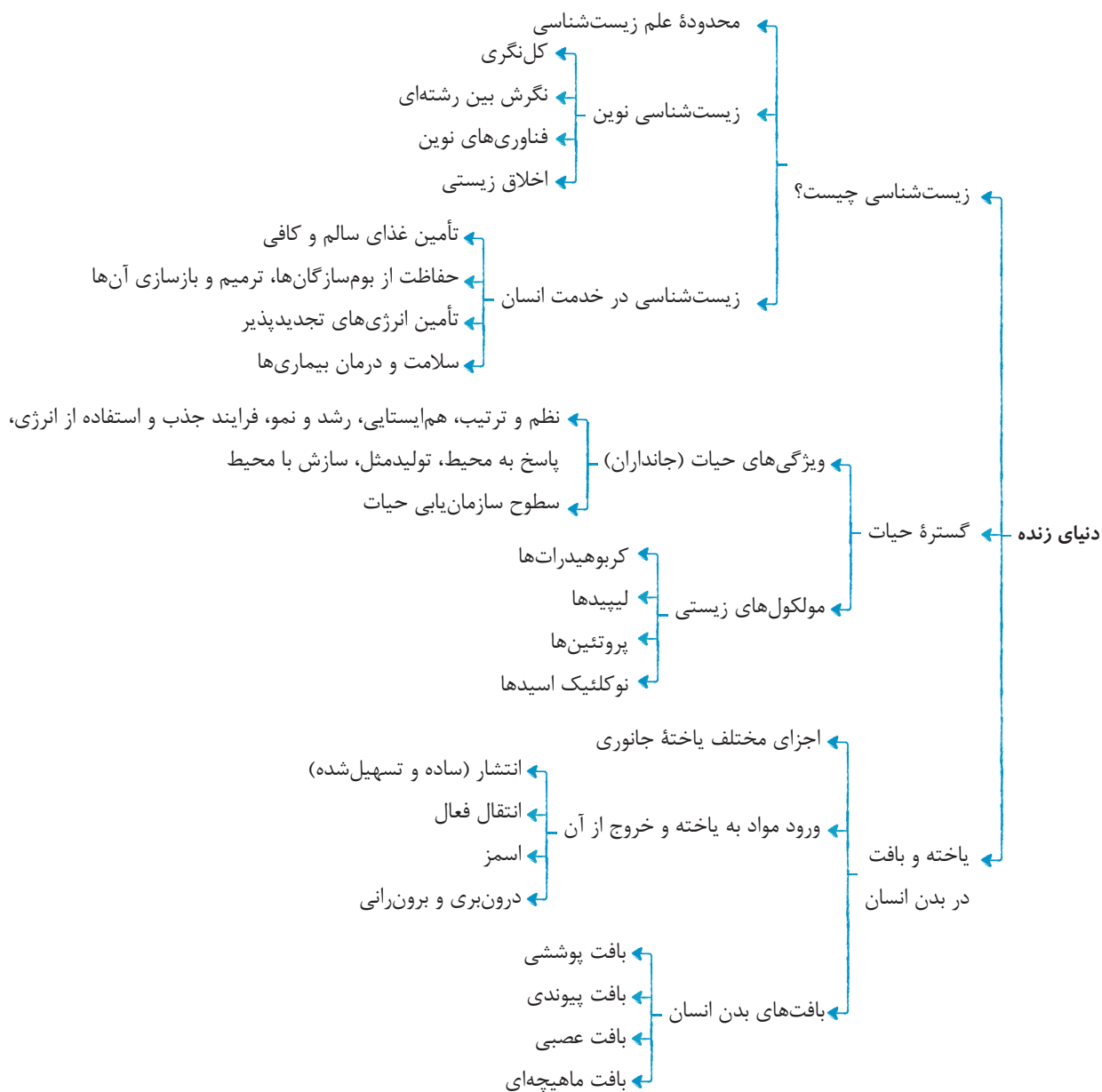
هذلولی (۴)



دایره: دایره بر مرکز $O(\alpha, \beta)$ و شعاع R : $(x - \alpha)^2 + (y - \beta)^2 = R^2$

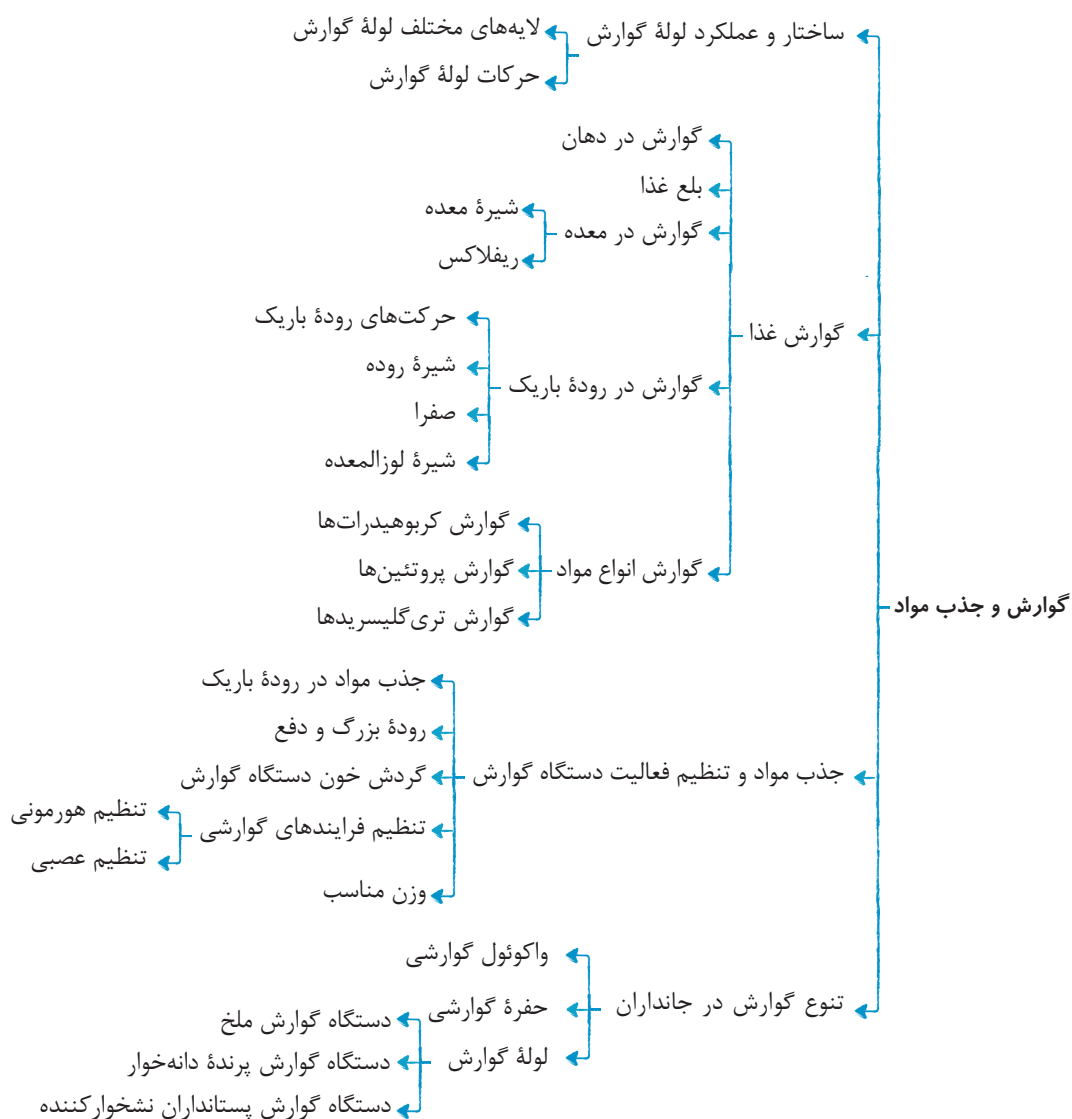
احتمال: $P(B) = \sum_{i=1}^n P(B \cap A_i) = \sum_{i=1}^n P(A_i)P(B | A_i)$

زیست دهم: فصل ۱

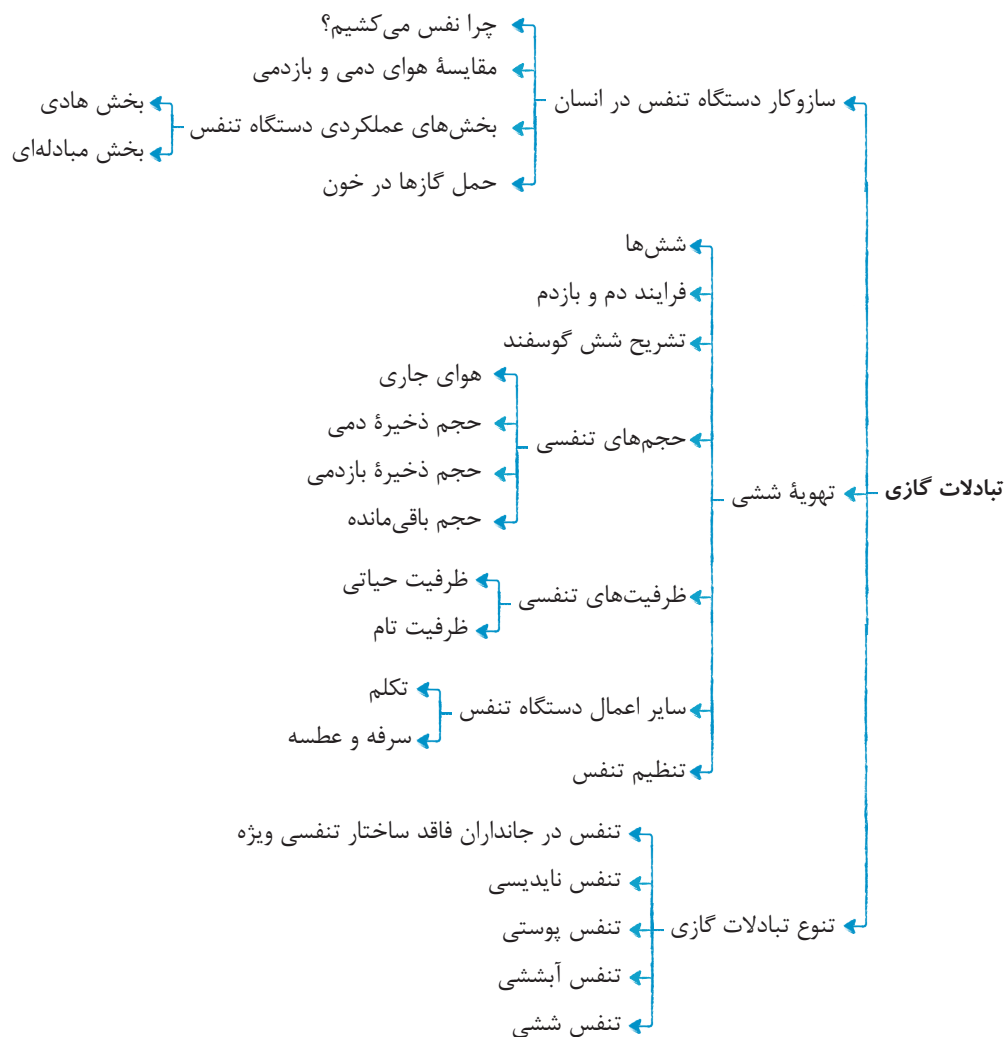




زیست دهم: فصل ۲

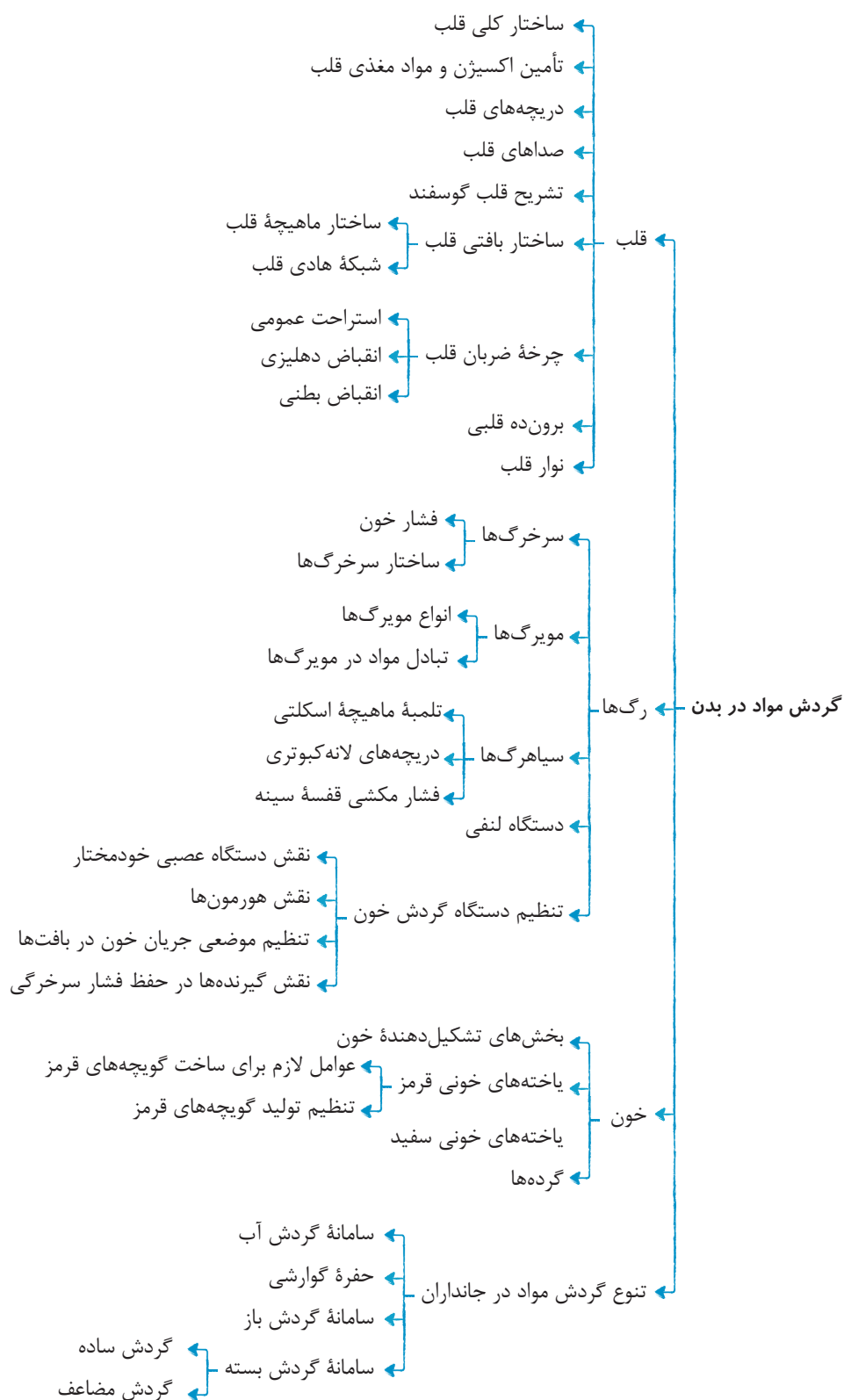


زیست دهم: فصل ۳

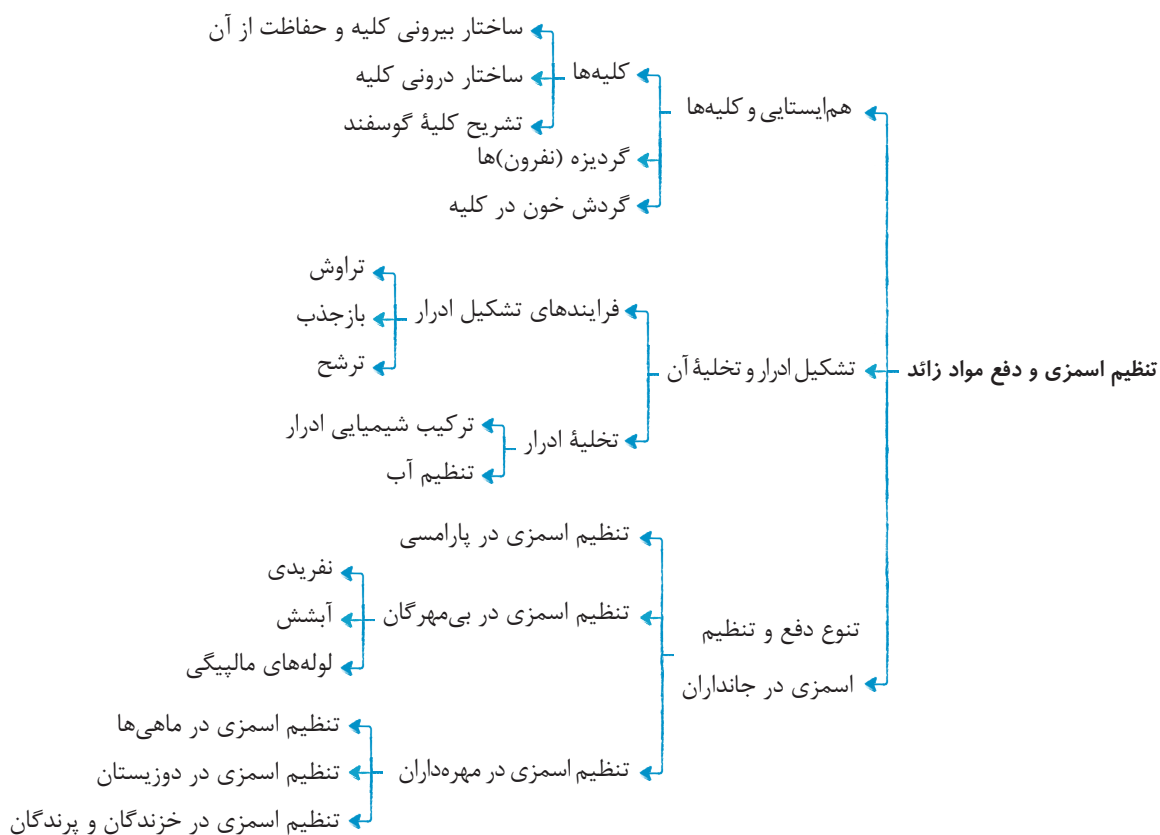




زیست دهم: فصل ۱۴

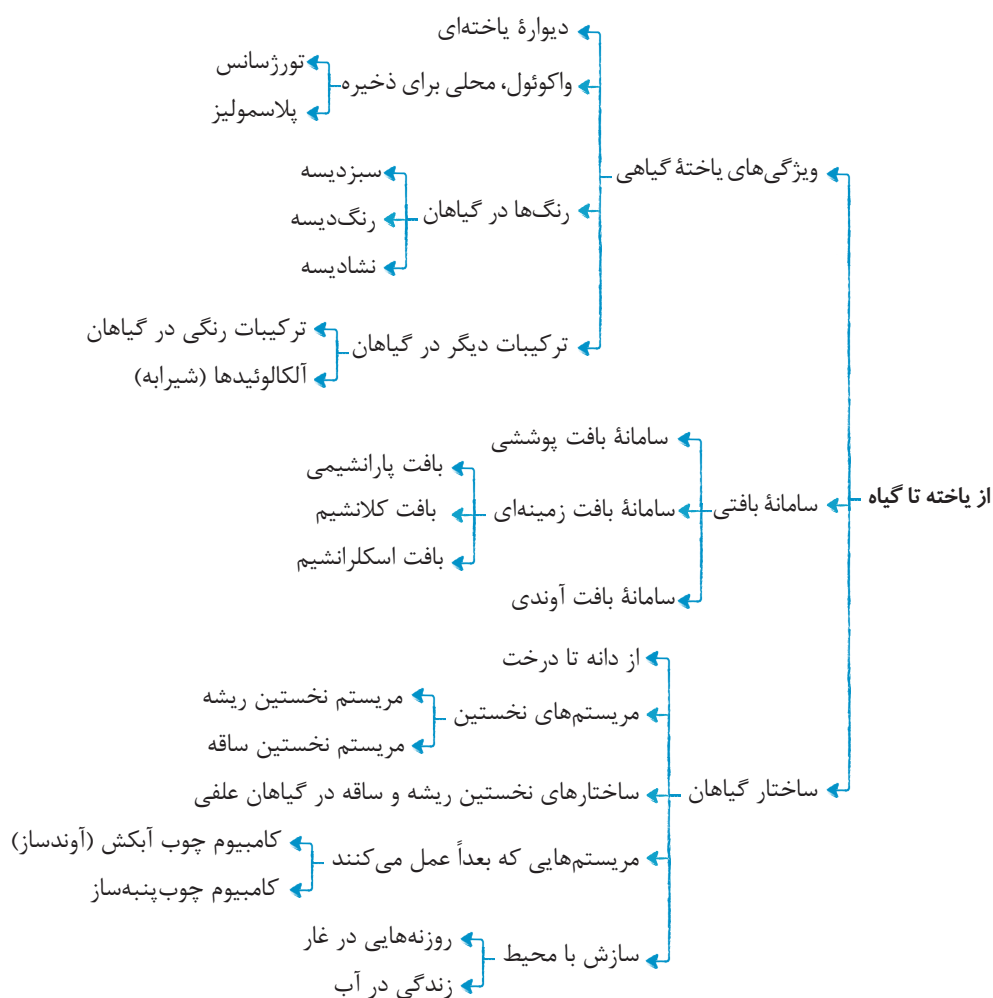


زیست دهم: فصل ۵

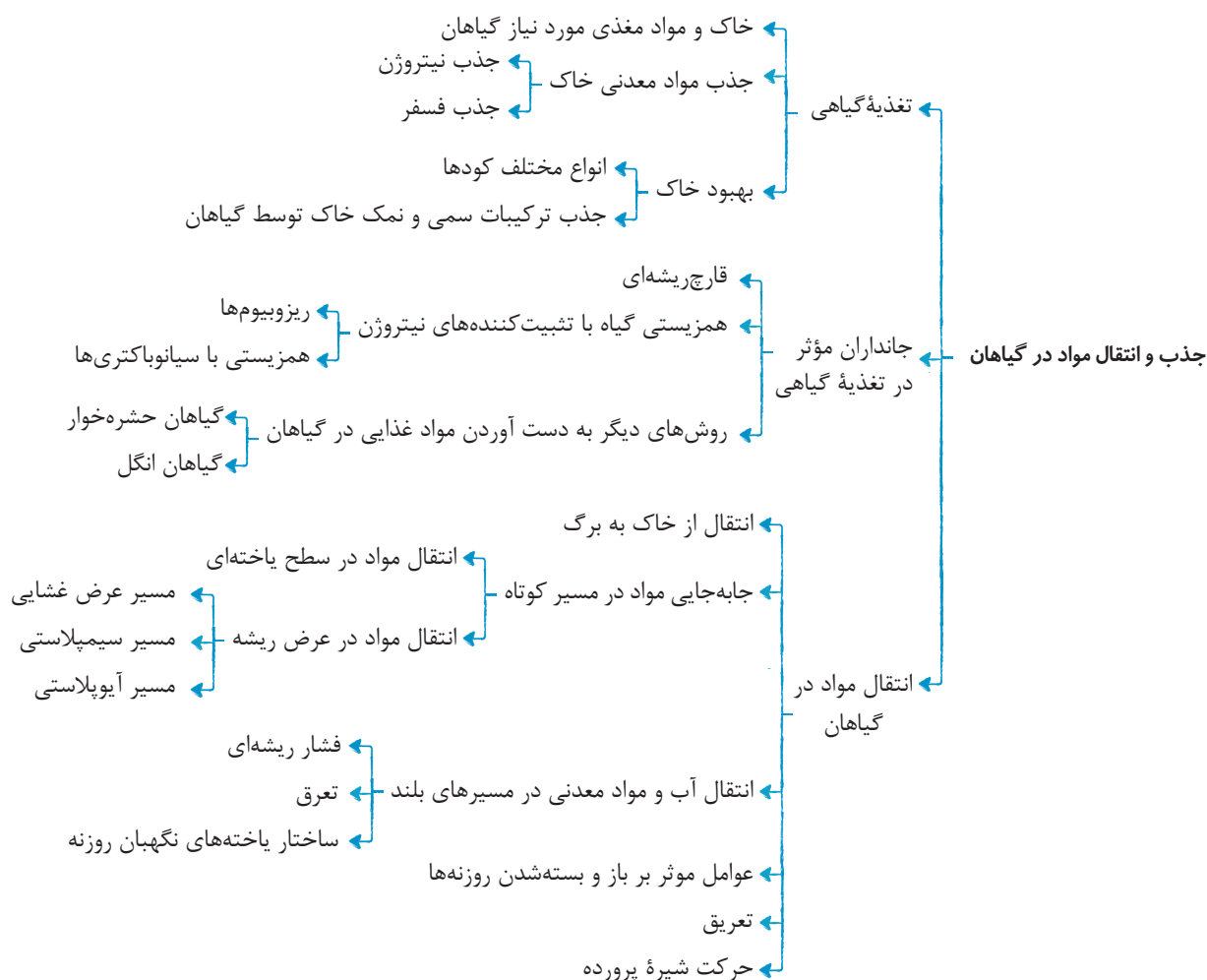




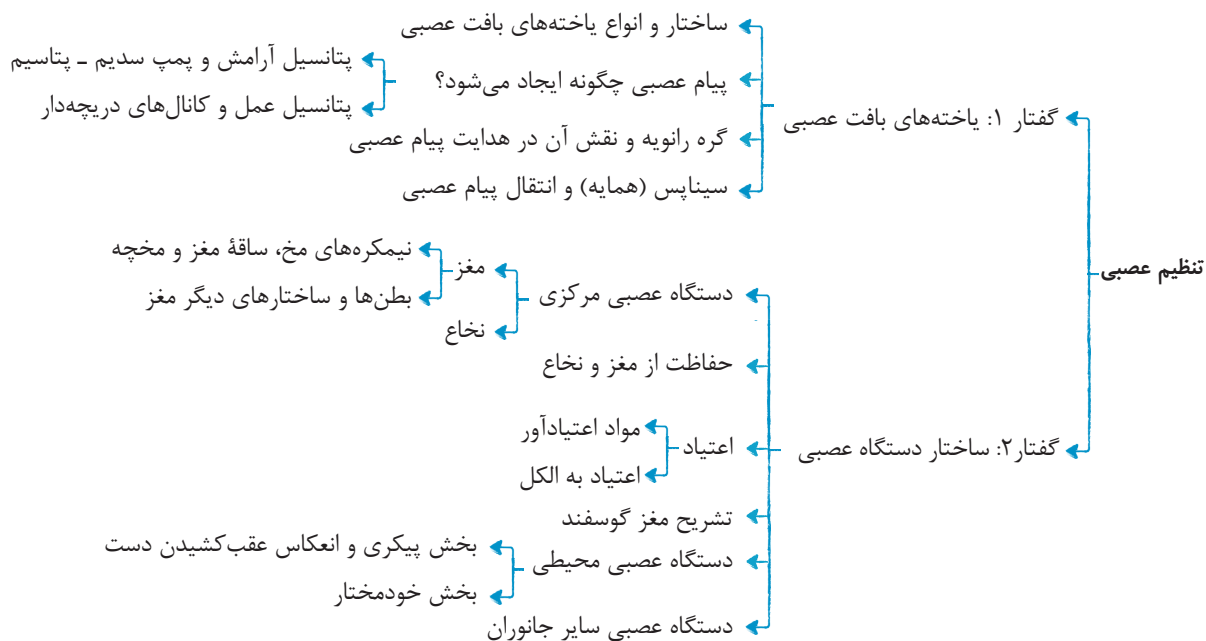
زیست دهم: فصل ۶



زیست دهم: فصل ۷



زیست یازدهم: فصل ۱

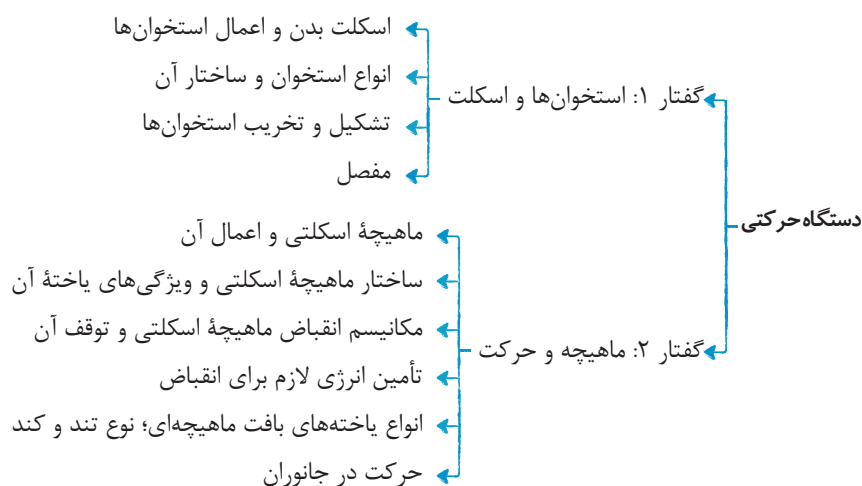




زیست یازدهم: فصل ۲



زیست یازدهم: فصل ۳

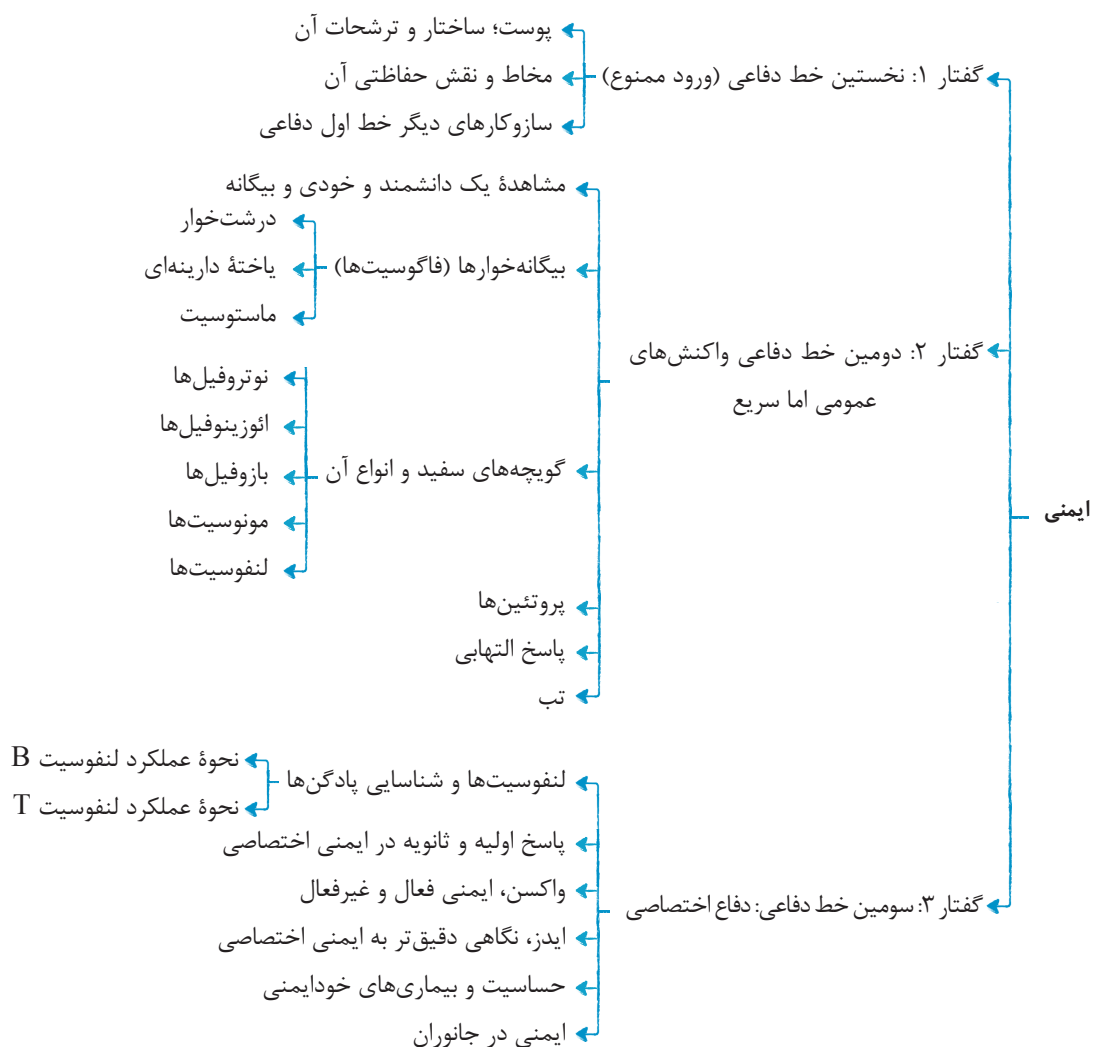


زیست یازدهم: فصل ۴

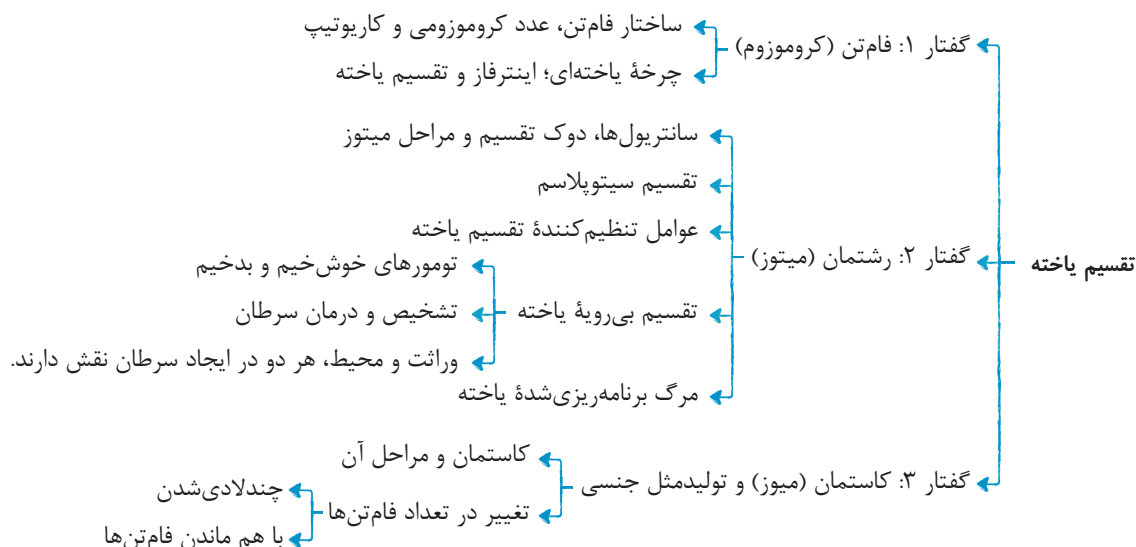




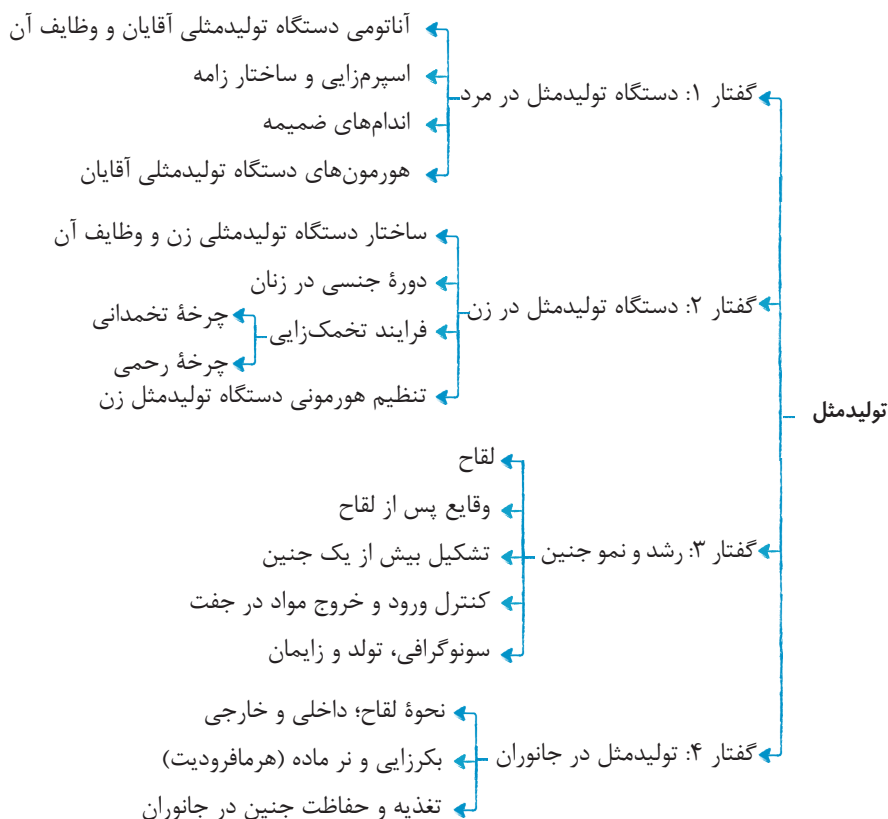
زیست یازدهم: فصل ۵



زیست یازدهم: فصل ۶

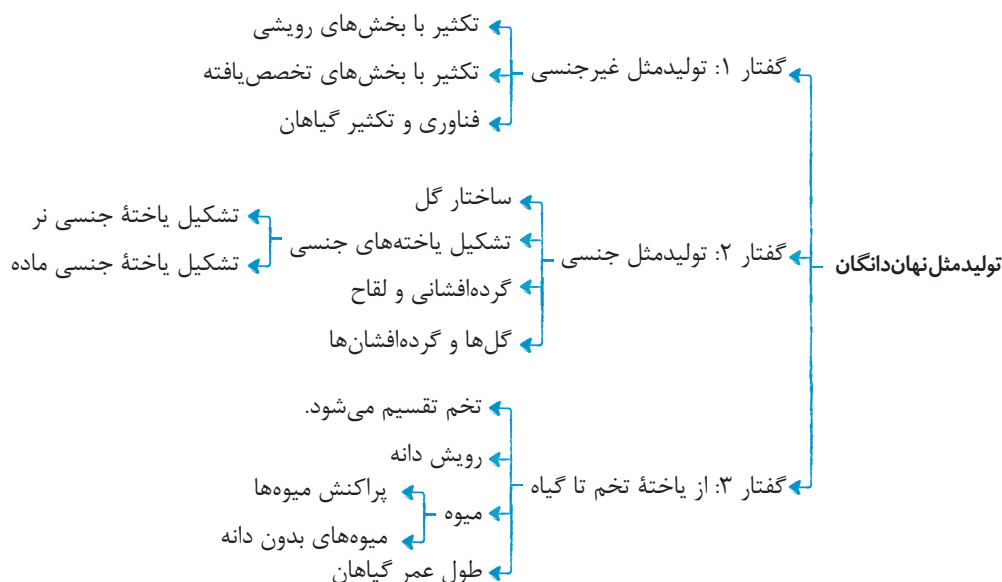


زیست یازدهم: فصل ۷

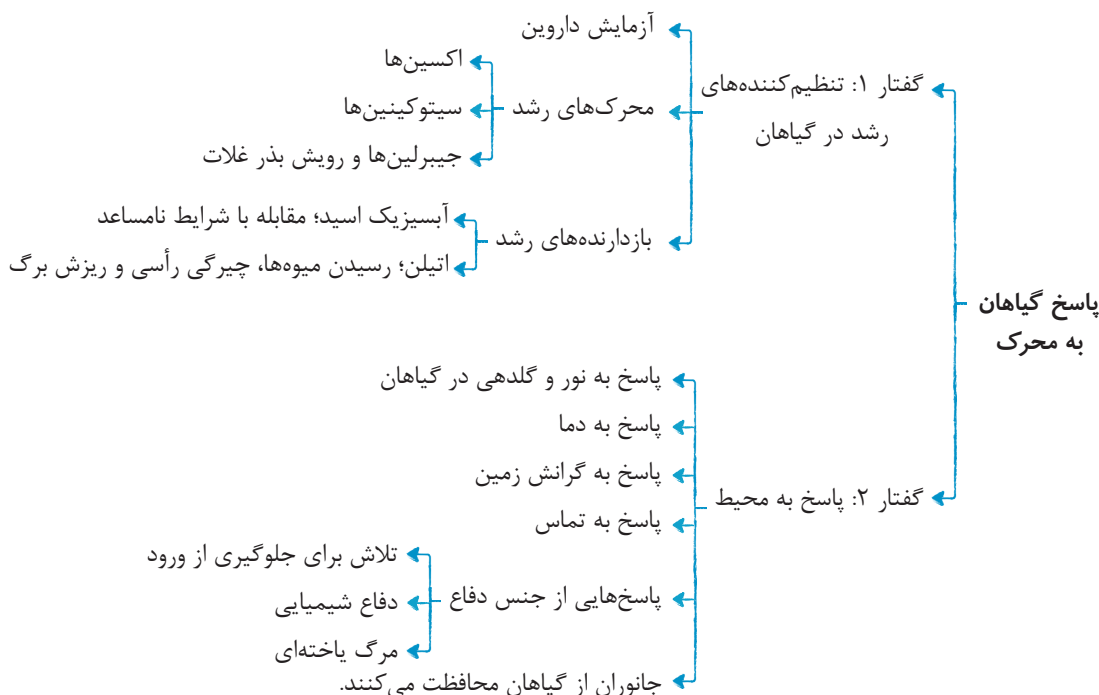




زیست یازدهم: فصل ۸

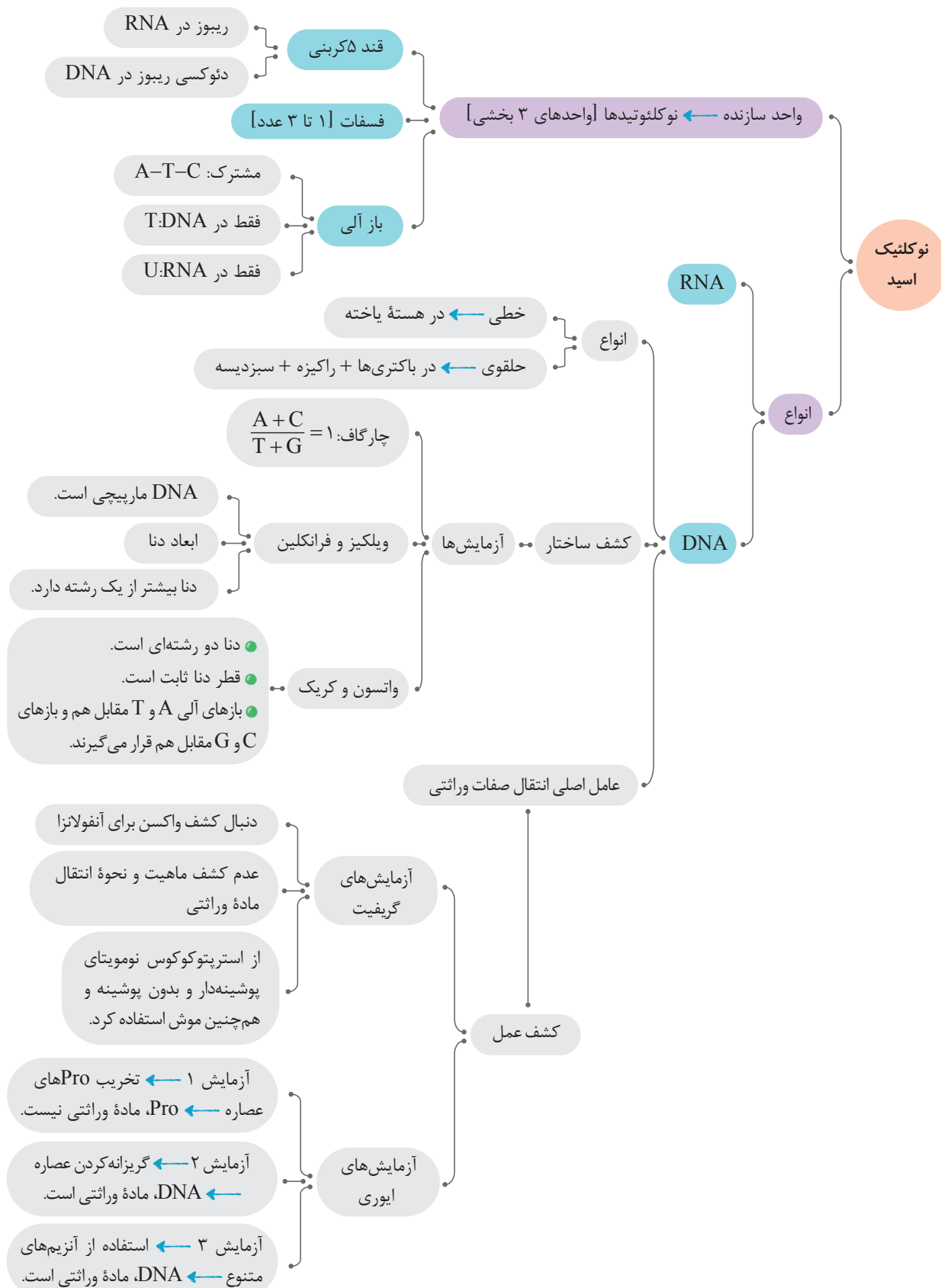


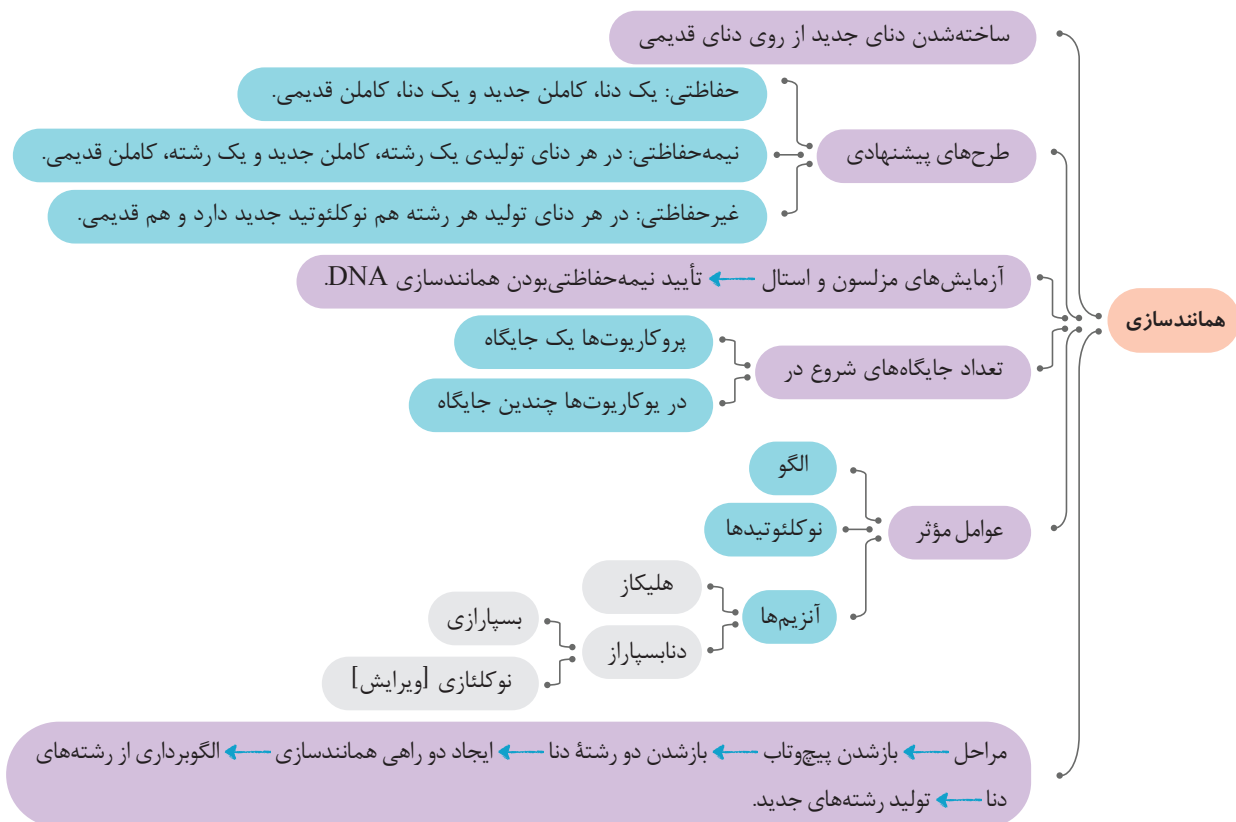
زیست یازدهم: فصل ۹





زیست دوازدهم: فصل ۱







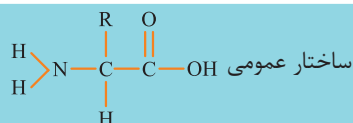
پروتئین‌ها

سطوح مختلف

واحد سازنده ← آمینواسیدها

انواع ← در طبیعت انواع گوناگونی دارند، ولی فقط ۲۰ نوع از آن‌ها در ساختار Pro هستند.

پیوند پپتیدی ← توسط آنزیم و با آزاد شدن آب همراه است.



ساختار اول: توالی آمینواسیدها

ساختار خطی رشته پلی‌پپتیدی

تشکیل پیوند پپتیدی

ساختار دوم: الگوهایی از پیوندهای هیدروژنی

بین آمینواسیدهای غیر مجاز

پیوند هیدروژنی بین گروه CO و NH

ماریچ

۲ نمونه معروف

صفحه‌ای

ساختار سوم: تا خورده و متصل به هم

با تشکیل انواعی از پیوندها همراه است.

Rهای آب‌گریز در بخش بیرونی ساختار

ساختار چهارم: آرایش زیرواحدها ← فقط در بعضی از Proها

انواع

نقش‌ها

مهم‌ترین - آنزیمی

نقش ← کاهش انرژی فعال‌سازی و اکشن - افزایش سرعت واکنش

ساختار

جایگاه فعال

پیش‌ماده

فراورده

عملکرد اختصاصی ← بعضی از آنزیم‌ها بیشتر از یک نوع واکنش را سرعت می‌بخشند.

عوامل مؤثر بر فعالیت آن‌ها

pH محیط ← هر آنزیم در یک pH بهینه بهترین فعالیت را دارد.

دما ← تغییرات دما باعث غیرفعال شدن دائمی (↑ دما) و موقت (↓ دما) آنزیم می‌شود.

غلظت آنزیم و پیش‌ماده ← افزایش غلظت پیش‌ماده تا حدی سرعت واکنش را افزایش می‌دهد.



زیست دوازدهم: فصل ۲

رونویسی

● نحوه تعیین آمینواسید توسط دنا

هم‌توالی ۳ تایی از نوکلئوتیدهای دنا بیانگر نوعی آمینواسید است.
به هر توالی ۳ تایی از نوکلئوتیدهای دنا که بیانگر نوعی آمینواسید است، رمز می‌گویند.

● نقش مولکول رنا به عنوان میانجی

پلی‌پپتیدها براساس اطلاعات دنا و در سیتوپلاسم توسط رنا تولید می‌شوند.
مولکول mRNA میانجی مولکول دنا و پروتئین است.

● آنزیم‌های مؤثر در رونویسی

پروکاریوت‌ها ← یک نوع رنا بسیار، همه انواع رناها را تولید می‌کند.
یوکاریوت‌ها
رنابسیاراز ۱ ← تولید رنا رنانتی
رنابسیاراز ۲ ← تولید رنا پیک
رنابسیاراز ۳ ← تولید رنا ناقل

● مراحل رونویسی

مرحله آغاز رونویسی ← شناسایی راه‌انداز توسط رنابسیاراز ← اتصال رنابسیاراز به راه‌انداز ← بازکردن بخش کوچکی از دنا ← تولید یک زنجیره کوچک از رنا
مرحله طول‌شدن ← حرکت رنابسیاراز در طول ژن به سمت جایگاه پایان رونویسی ← در جلوی رنابسیاراز دو رشته دنا از هم باز می‌شود و در عقب آن دو رشته دنا دوباره به هم متصل می‌شوند.
مرحله پایان ← رونویسی از توالی جایگاه پایان رونویسی ← جداسازی آنزیم از دنا و رنا تازه‌ساخت ← متصل‌شدن دور رشته دنا به هم

● رونویسی ژن فقط از یک رشته انجام می‌شود

در هر ژن فقط یکی از دو رشته دنا الگو است.
رشته الگو در دو ژن مختلف می‌تواند یکسان و یا متفاوت باشد.

● تغییرات رناهای ساخته‌شده

در یوکاریوت‌ها رناهای ساخته‌شده در رونویسی با رناهای درون سیتوپلاسم تفاوت دارد.
تغییرات رنا پیک
ممکن است در حین رونویسی و یا پس از آن باشد.
یکی از تغییرات پیرایش است
حذف رونوشت‌های میانه
متصل‌شدن رونوشت‌های بیانه

● شدت و میزان رونویسی

به مقدار نیاز یاخته به فرآورده‌های ژن بستگی دارد.
تعداد زیادی آنزیم می‌توانند به طور هم‌زمان از یک ژن رونویسی انجام دهند.

مرورنامه شبِ آزمون





تنظیم بیان ژن

اهمیت تنظیم بیان ژن

مثال‌هایی دربارهٔ تنظیم بیان ژن

بیان بعضی ژن‌های یاختهٔ بنیادی مغز قرمز استخوان
ژن سازندهٔ یکی از آنزیم‌های مؤثر بر فستوسنتز و اثر نور بر آن

مراحل

در مرحلهٔ تولید رنا

در مرحلهٔ تولید پروتئین

در مرحلهٔ پس از تولید پروتئین

تنظیم بیان ژن
در پروکاریوت‌ها

تنظیم رونویسی

تنظیم مثبت

مصرف مالتوز در Ecoli

در صورت حضور لاکتوز و عدم حضور گلوکز

ورود مالتوز به باکتری → اتصال مالتوز

به پروتئین فعال‌کننده در دنا → اتصال

رنابسپاراز به راه‌انداز → رونویسی از

ژن‌های تجزیه‌کنندهٔ لاکتوز

تنظیم منفی

مصرف لاکتوز در Ecoli

در صورت حضور لاکتوز و عدم حضور گلوکز

ورود لاکتوز به باکتری → اتصال به

مهارکننده → جدا شدن مهارکننده از

اپراتور → رونویسی از ژن‌های سازندهٔ

آنزیم تجزیه‌کنندهٔ لاکتوز

مراحل

قبل از رونویسی

هنگام تولید رنا

هنگام تولید پروتئین

پس از تولید پروتئین

تنظیم بیان ژن
در یوکاریوت‌ها

تنظیم رونویسی

اثر عوامل رونویسی بر راه‌انداز → شناسایی و اتصال راه‌انداز
توسط رنابسپاراز

اثر عوامل رونویسی بر افزایش سرعت رونویسی

اتصال رناهای کوچک مکمل به رنای پیک → عدم

تولید پلی‌پپتید → تنظیم بیان ژن بعد از رونویسی

تغییر فشردگی فام‌تن → عدم دسترسی آنزیم به

ژن → تنظیم بیان ژن قبل از رونویسی

تغییر طول عمر رنای پیک

تنظیم بیان ژن در
مراحل غیررونویسی



زیست دوازدهم: فصل ۳

فصل ۳

مفاهیم پایه

صفت ← ویژگی‌های ارثی در جاندارن

شکل‌های یک صفت

جایگاه ژن

الل

خالص و ناخالص بودن

بارز و نهفتگی ← مثال گروه خونی Rh

هم‌توانی ← گروه خونی ABO بین الل A و B

بارزیت ناقص ← رنگ گل میمونی

روابط بین الل‌ها

مستقل از جنس ← ژن صفت در فام‌تن‌های غیرجنسی

وابسته به X ← ژن صفت در فام‌تن X

وابسته به Y ← ژن صفت در فام‌تن Y

وابسته به جنس

صفات پیوسته ← مثال طول قد - اندازه وزن

صفات گسسته ← مثال گروه خونی Rh و ABO

انواع صفات

یک جایگاه ژن در فام‌تن دارند.

مثال: گروه خونی Rh

صفت تک‌جایگاهی

در بروز آن‌ها بیشتر از یک جایگاه ژن شرکت دارد.

مثال: رنگ‌دانه نوعی ذرت

صفت چندجایگاهی

برای بروز یک رخ‌نمود تنها وجود ژن کافی نیست.

قد انسان به تغذیه و ورزش بستگی دارد.

اثر محیط

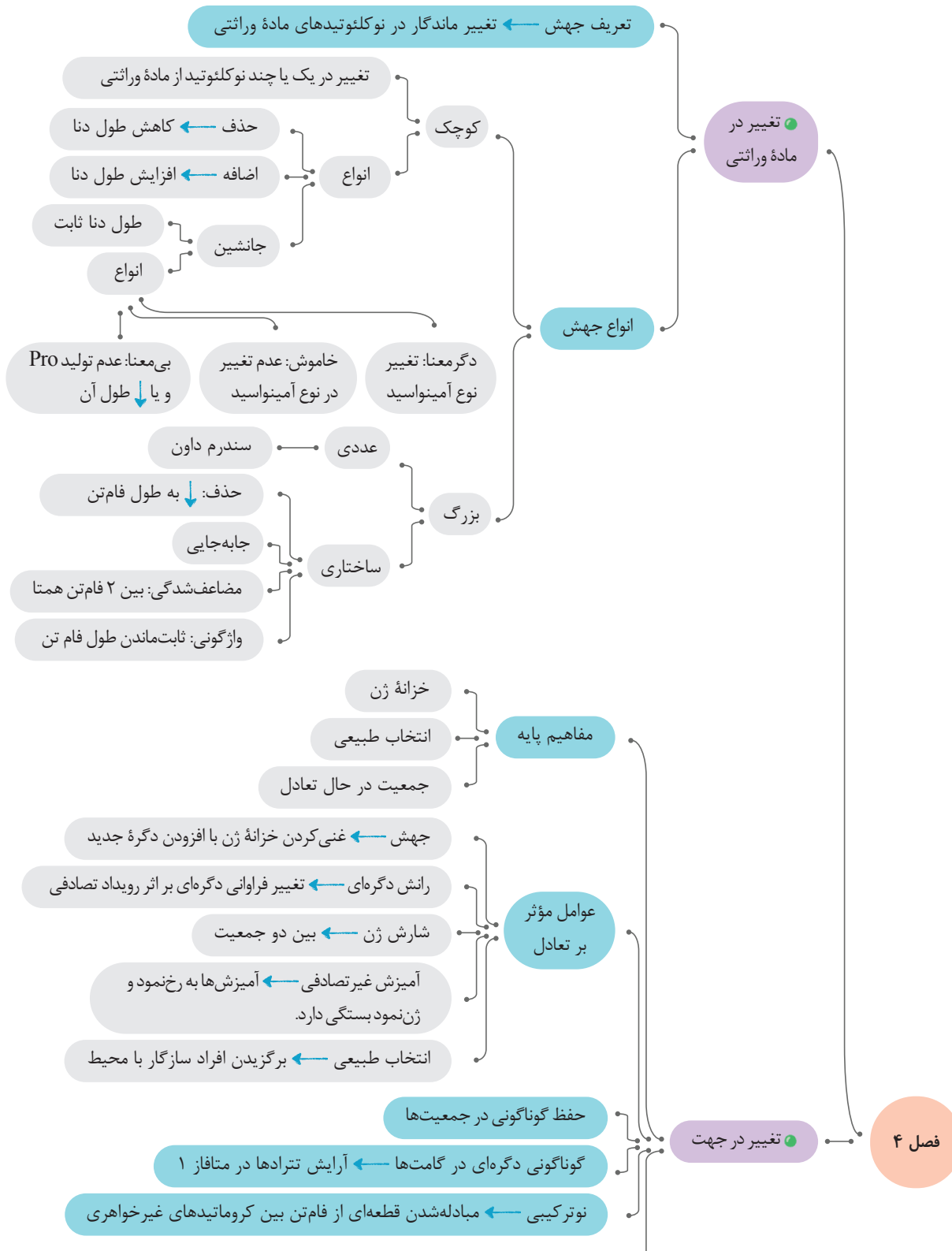
می‌توان با تغییر عوامل محیطی، عوارض بیماری‌های ژنی را مهار کرد.

مثال: کنترل عوارض بیماری فنیل کتونوری از طریق عدم تغذیه از خوراکی‌هایی با آمینواسید فنیل‌آلانین

مهار بیماری‌های ژنتیک

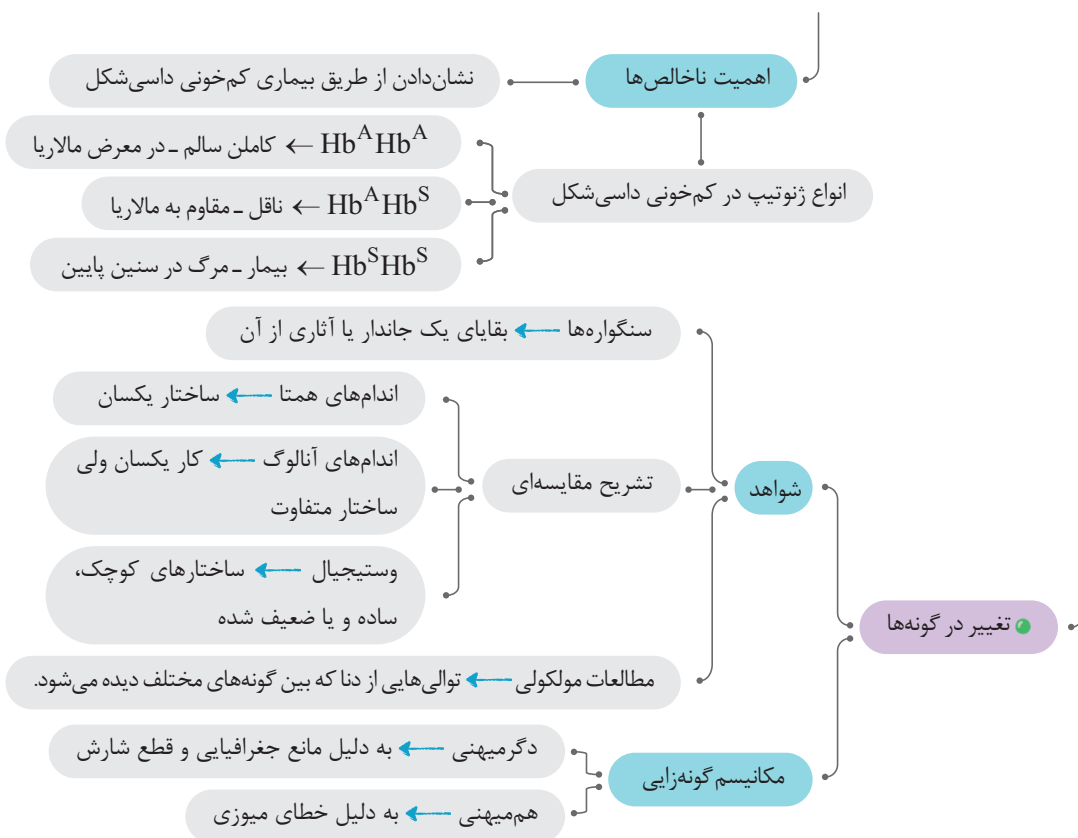


زیست دوازدهم: فصل ۴



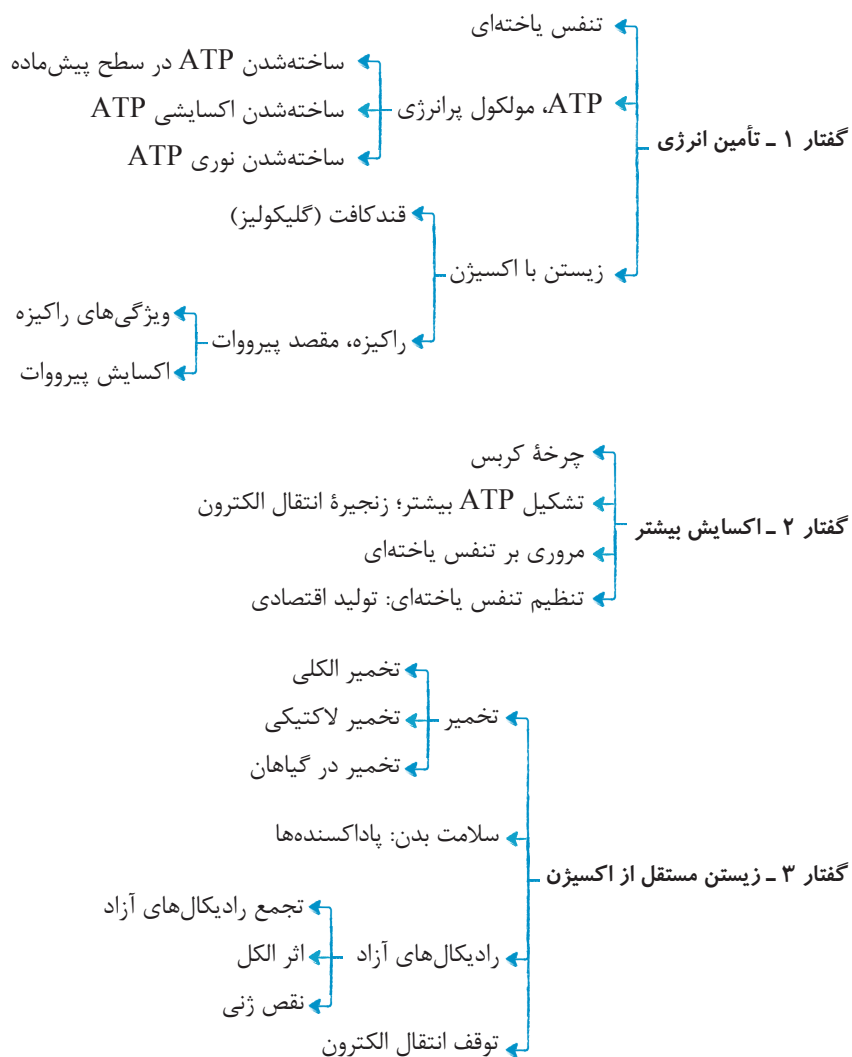


فصل ۴

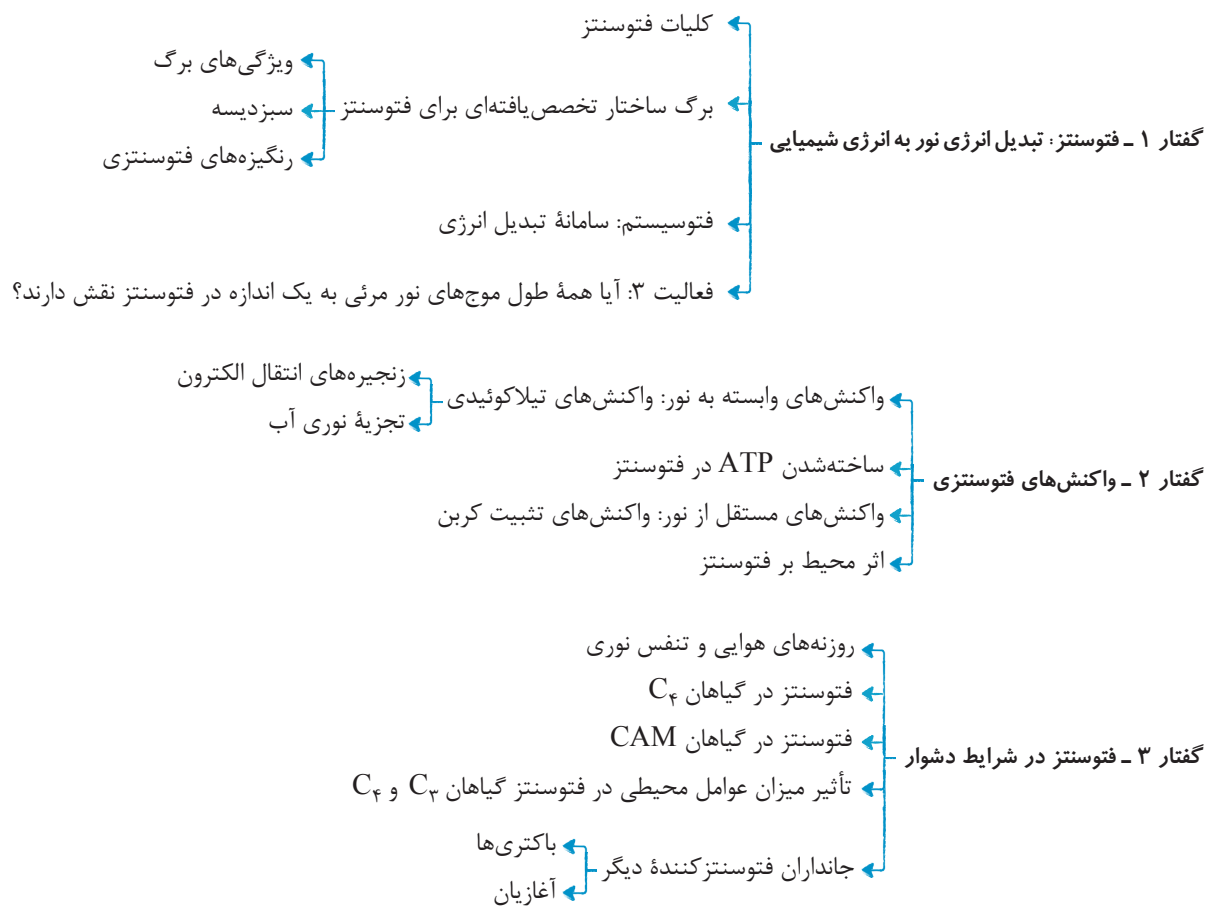




زیست دوازدهم: فصل ۵

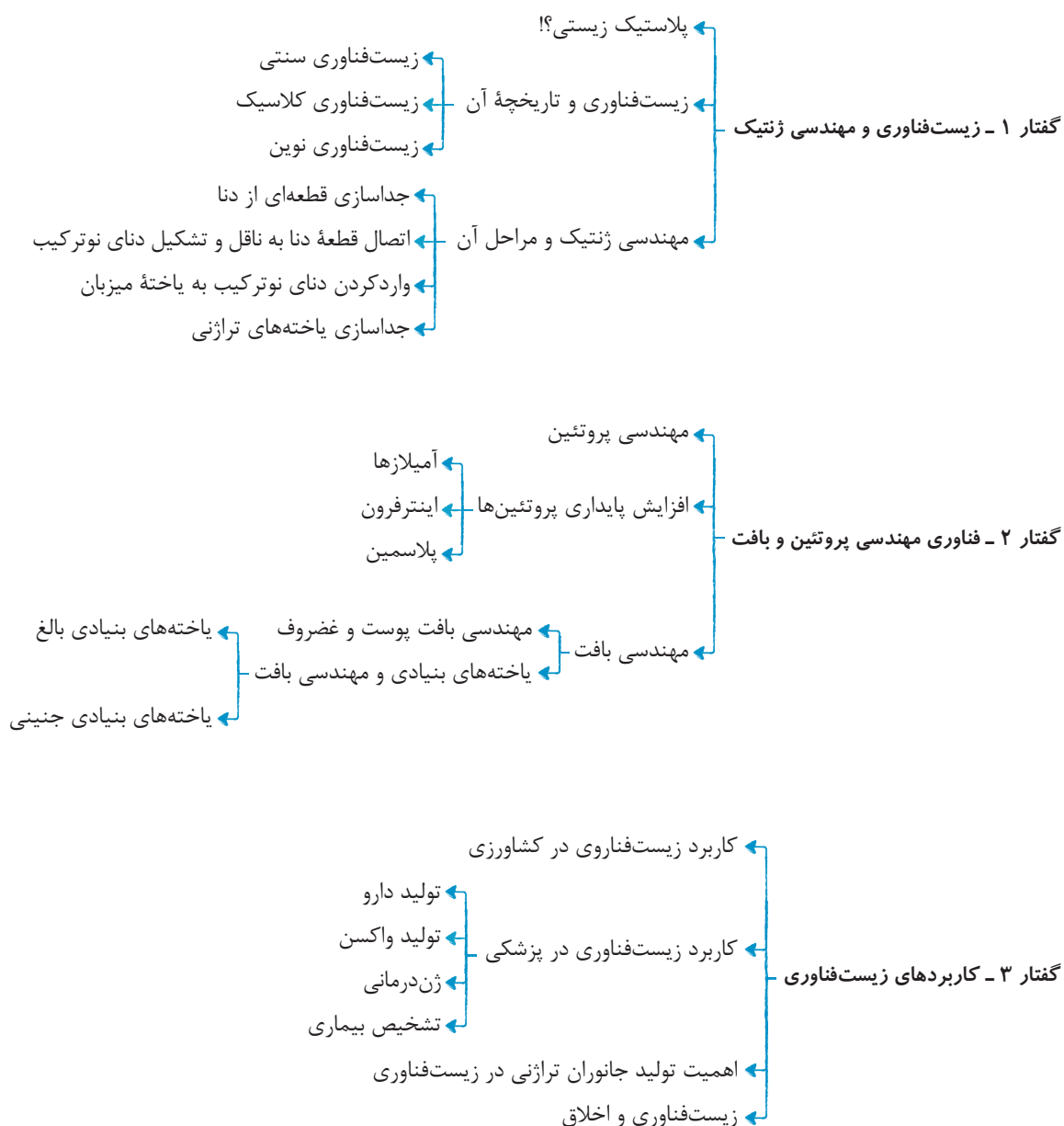


زیست دوازدهم: فصل ۶

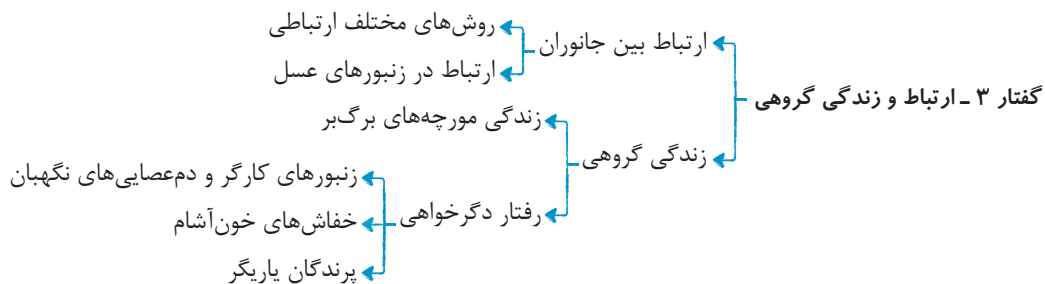
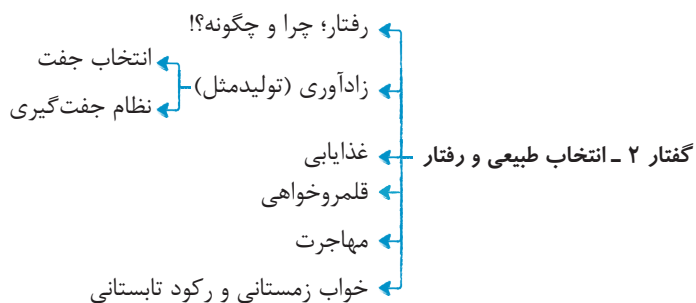
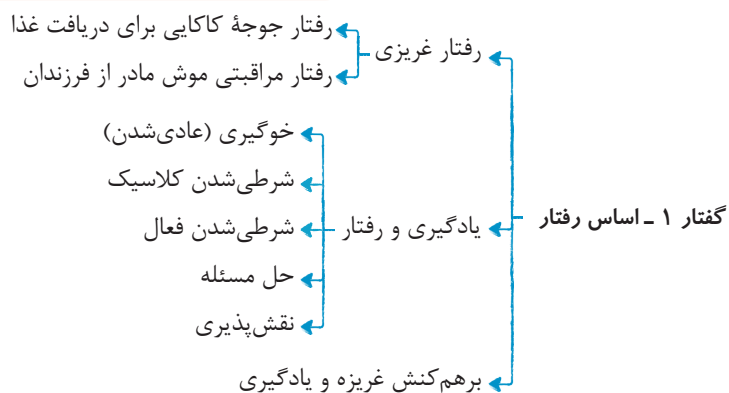




زیست دوازدهم: فصل ۷



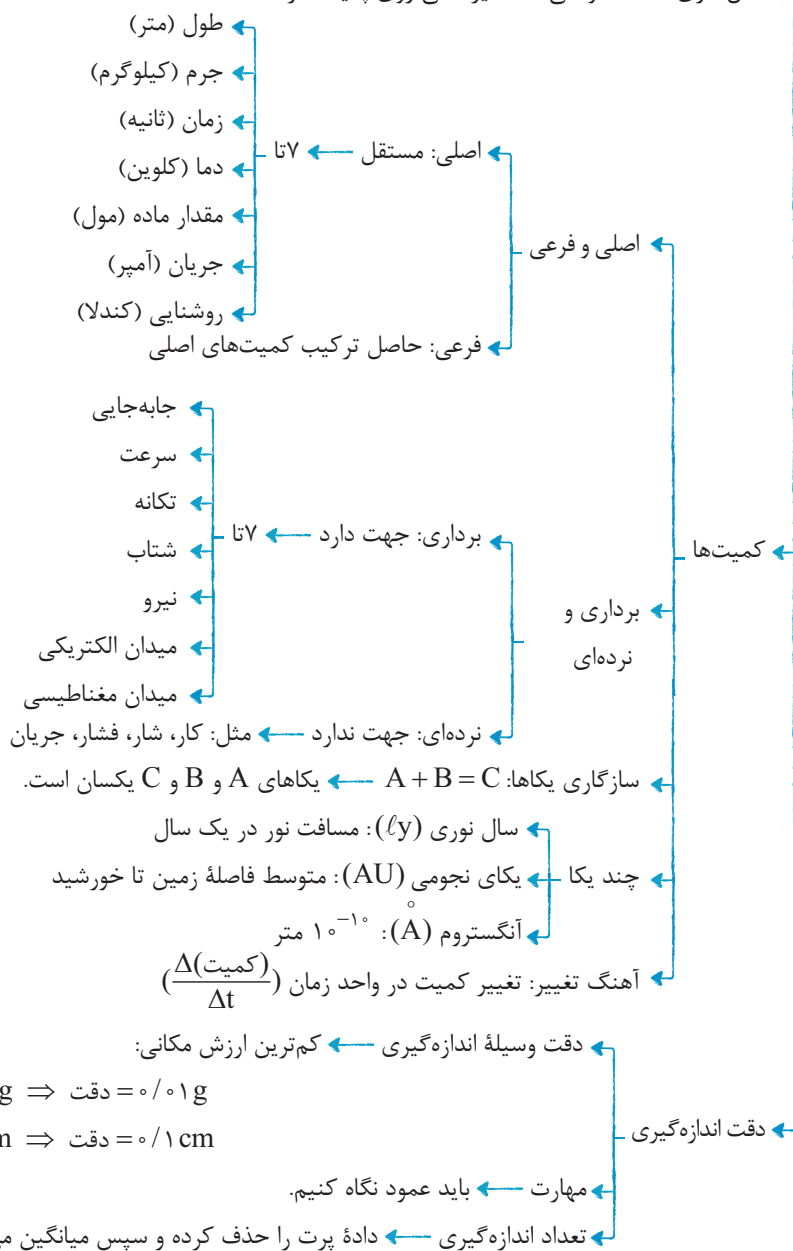
زیست دوازدهم: فصل ۸





فیزیک دهم: فصل ۱

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



فیزیک و
اندازه‌گیری

$$\left(10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\right) \rho = \frac{m}{V}$$

چگالی کم‌تر، مایع بالاتر

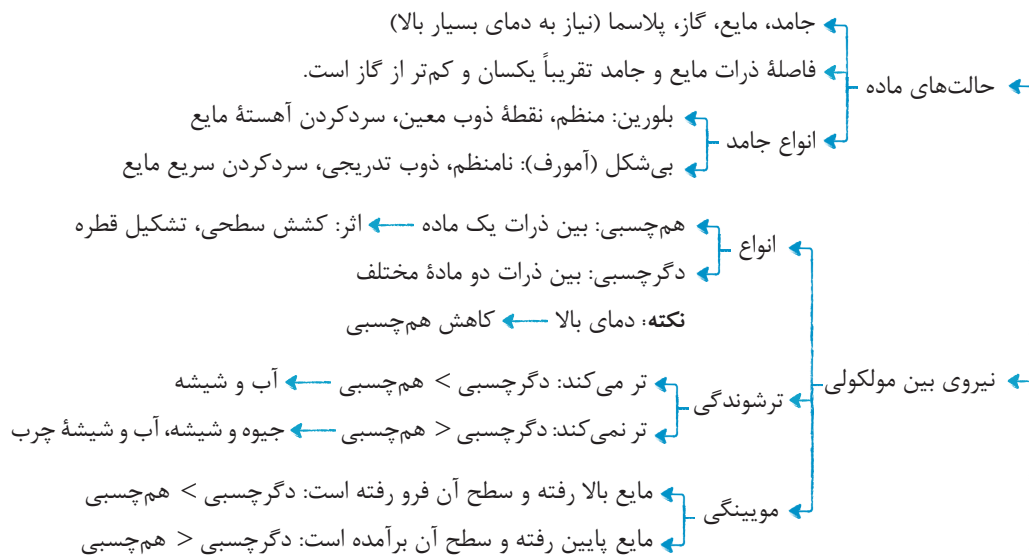
$$\text{حجم کره} = \frac{4}{3} \pi r^3, \text{ حجم استوانه} = \pi r^2 h$$

$$\text{حجم حفره} = V_{\text{کل}} - \frac{m}{\rho}$$

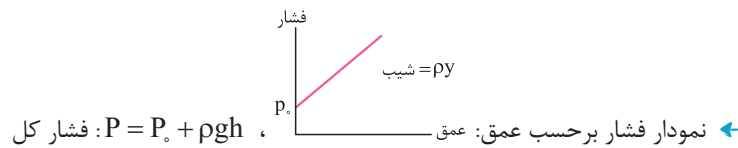
$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{m_1 + m_2}{\frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2}}$$



فیزیک دهم: فصل ۲



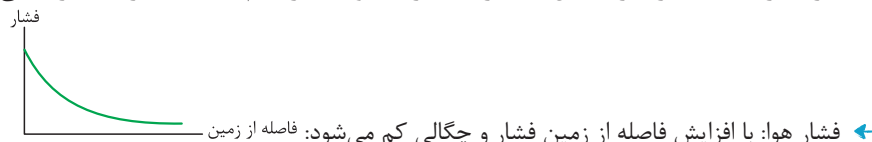
تعریف: $P = \frac{F}{A}$ ، جامدهای استوانه‌ای: $P = \rho gh$
 فشار شاره‌ها: $P = \rho gh$ (پیمانه‌ای)، $\Delta P = \rho g \Delta h$ ، فشار در نقاط هم‌تراز برابر است.



فشار: یکاها: $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$ ، $\text{cmHg} \xrightarrow{\times \rho_{\text{Hg}} \times \frac{h}{100}} \text{Pa}$

فشار مایع در ظروف استوانه‌ای: $P = \frac{mg}{A}$

اگر فشار یک نقطه از شاره ساکن به اندازه ΔP زیاد شود، فشار تمام نقاط به اندازه ΔP زیاد می‌شود.



نیرو: $F = PA$

فشار پیمانه‌ای: $P = P_0$ پیمانه‌ای

رو به بالا، به دلیل اختلاف فشار بالا و پایین جسم

نیروی شناوری

مقایسه چگالی جسم و مایع

ماهیچه چگالی جسم و مایع

معادله پیوستگی: آهنگ شاره، ثابت است $\Rightarrow v_1 A_1 = v_2 A_2$

شاره در حال حرکت

اصل برنولی - تندی افزایش $\Rightarrow$ فشار کاهش



فیزیک دهم: فصل ۳

$$W = 0 \Leftrightarrow \theta = 90^\circ$$

کار نیروی وزن: $W_{mg} = -mg\Delta h$ (فقط تغییر ارتفاع مهم است).

کار نیروی اصطکاک: $W_{fk} = -f_k \ell$

کار نیروی مقاومت هوا: $W_{fd} = -f_d d$

کار کل: $W_t = W_1 + W_2 + \dots$

بردار یک: $W = F_x d_x + F_y d_y$

کار: کار نیروی ثابت: $W = Fd \cos \theta$

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

انرژی جنبشی: $U = mgh$

انرژی پتانسیل گرانشی: $U = mgh$

کار، انرژی، توان

قضیه کار - انرژی جنبشی: $W_t = \Delta K$

رابطه کار نیروی وزن و تغییر انرژی پتانسیل گرانشی: $W_{mg} = -\Delta U$

پایستگی انرژی مکانیکی - در صورت نبود اتلاف انرژی: $E_1 = E_2 \Rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2$

کار نیروی اتلاقی: $E_2 - E_1 = \text{تغییر انرژی مکانیکی} = \text{تغییر انرژی درونی} = |\text{کار نیروی تلف کننده}|$

رابطه کار و انرژی

$$P = \frac{W}{t}$$

توان: توان انجام کار

اسب بخار (hp): یکای توان

توان و بازده

$$Ra = \frac{W}{E_{\text{ورودی}}} = \frac{P_{\text{خروجی}}}{P_{\text{ورودی}}}$$



فیزیک دهم: فصل ۴

$$T = \theta + 273$$

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32$$

$$\Delta F = \frac{9}{5}\Delta\theta, \Delta T = \Delta\theta$$

دماسنج‌های معیار: گازی، پلاتینی، تفسنج (پیرومتر)

کمیت دماسنجی: کمیتی که تغییر آن نشانه تغییر دما است

ترموکوپل - ولتاژ

ترموکوپل: از دو فلز غیرهم‌جنس ساخته شده، خیلی سریع، گستره دمایی بالا (وابسته به جنس دو سیم)

دماسنج بیشینه - کمینه کاربرد: باغداری، هواشناسی

$$\Delta\ell = \ell_A \Delta\theta$$

$$\Delta A = A_1 \alpha \Delta\theta$$

$$\Delta V = V_1 \beta \Delta\theta, \Delta V = V_1 \alpha \Delta\theta$$

انبساط گرمایی 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.

$$\Delta\rho = -\rho_1 \beta \Delta\theta, \Delta\rho = -\rho_1 \alpha \Delta\theta$$

تغییر چگالی با دما: حجم آب: تا 4°C کاهش، سپس افزایش

چگالی آب: تا 4°C افزایش، سپس کاهش

$$C = mc, Q = C\Delta\theta, Q = mc\Delta\theta$$

$$Q = \pm mL_v, Q = \pm mL_f$$

تبخیر ذوب
میعان انجماد

تغییر حالت در اثر گرما: تبخیر سطحی و جوشیدن: اولی در هر دما، دومی فقط در دمای معین، اولی در سطح مایع و دومی از همه‌جای مایع

نقطه ذوب و جوش: وابسته به جنس و فشار

$$PtRa = Q$$

$$Q_1 + Q_2 + \dots = 0$$

رسانش: انتقال ارتعاش ذرات، در رساناهای الکتریکی تأثیر الکترون آزاد بیشتر است.

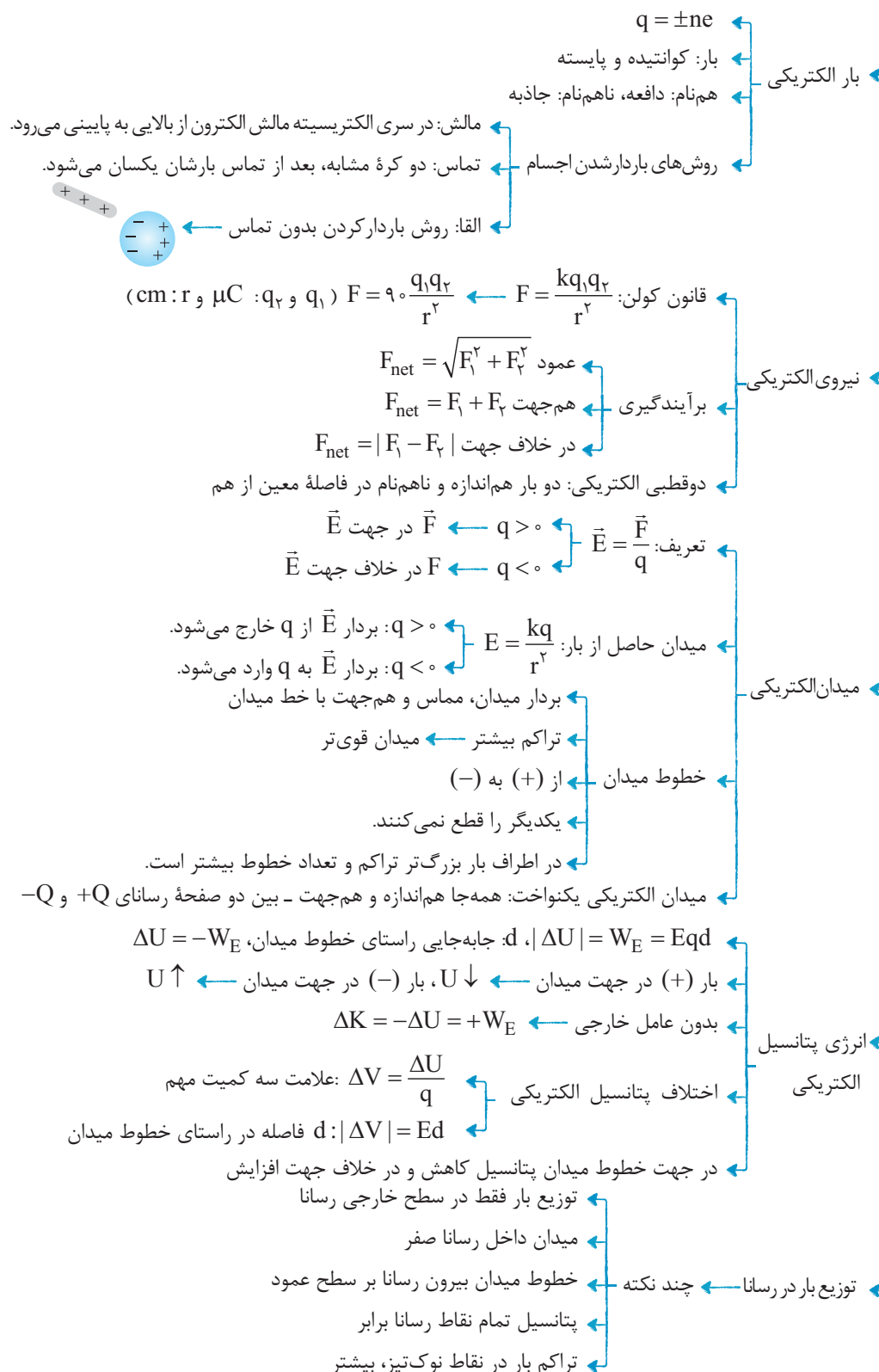
روش‌های انتقال گرما: همرفت: انتقال ماده گرم، واداشته و طبیعی، در اثر تغییر چگالی مایع گرم بالا می‌رود.

تابش: هر جسم در هر دمایی، سرعت بالا، سطح تیره‌تر و کدرتر تابش بیشتر

حفظی‌های کتاب درسی را بخون!



فیزیک یازدهم: فصل ۱





ظرفیت: $Q = CV \Leftrightarrow C = \frac{Q}{V}$ ←

عوامل مؤثر بر ظرفیت: $C = k\epsilon_0 \frac{A}{d}$ ←

انرژی: $U = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{Q^2}{2C} = \frac{1}{2} QV$ ←

خازن ←

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 ←

$Q \propto C$ ←

$U \propto C$ ←

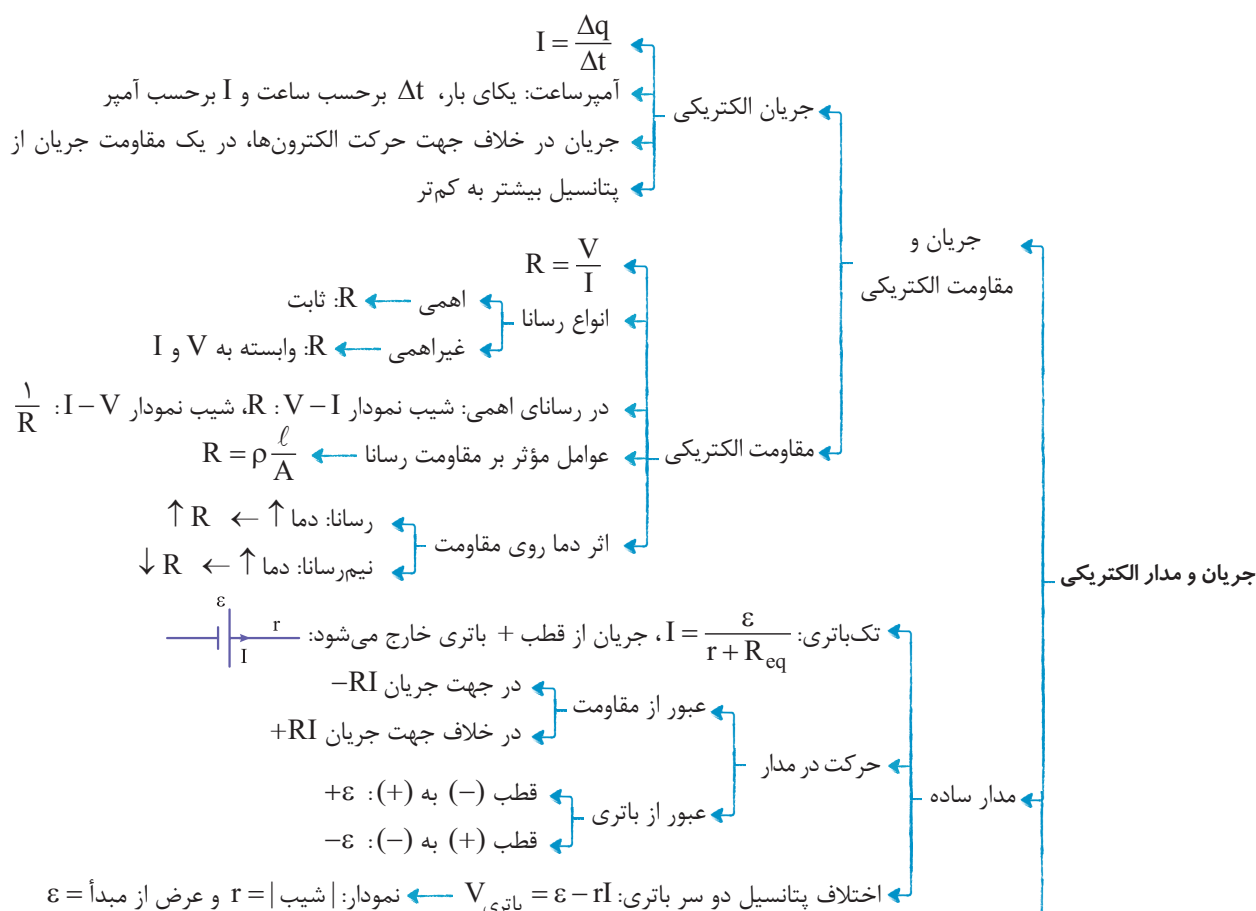
خازن جدا از باتری ← ثابت: Q ←

$V \propto \frac{1}{C}$ ←

$U \propto \frac{1}{C}$ ←



فیزیک یازدهم: فصل ۲





فرمول کلی $P = VI$ ← جریانی از پتانسیل بیشتر به کمتر: مصرف کننده
جریانی از پتانسیل کمتر به بیشتر: تولید کننده

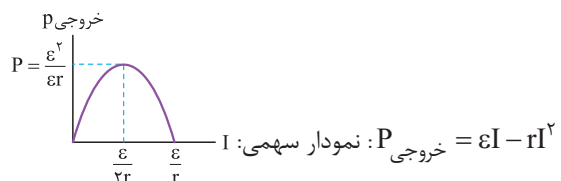
$$P = RI^2 = \frac{V^2}{R} = VI$$

توان الکتریکی ← توان مصرفی مقاومت ← ولتاژ اسمی (V_s)، توان اسمی (P_s) ← $P_s = \frac{V_s^2}{R}$ و $\frac{P}{P_s} = \left(\frac{V}{V_s}\right)^2$

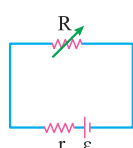
توان تولیدی: $\mathcal{E}I$

توان مصرفی: rI^2

توان باتری



هر چه R به r نزدیک، توان خروجی بیشتر



توان خروجی ← $R = r$ ← توان خروجی MAX می شود.

اگر به ازای R_1 و R_2 توان خروجی برابر باشد ← $r^2 = R_1 R_2$

یک سر مشترک دارند، بدون انشعاب

متوالی (سری) ← جریانی ها برابر

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots$$

به هم بستن مقاومت ها

دو سر مشترک (انشعاب مهم نیست)

ولتاژها برابر

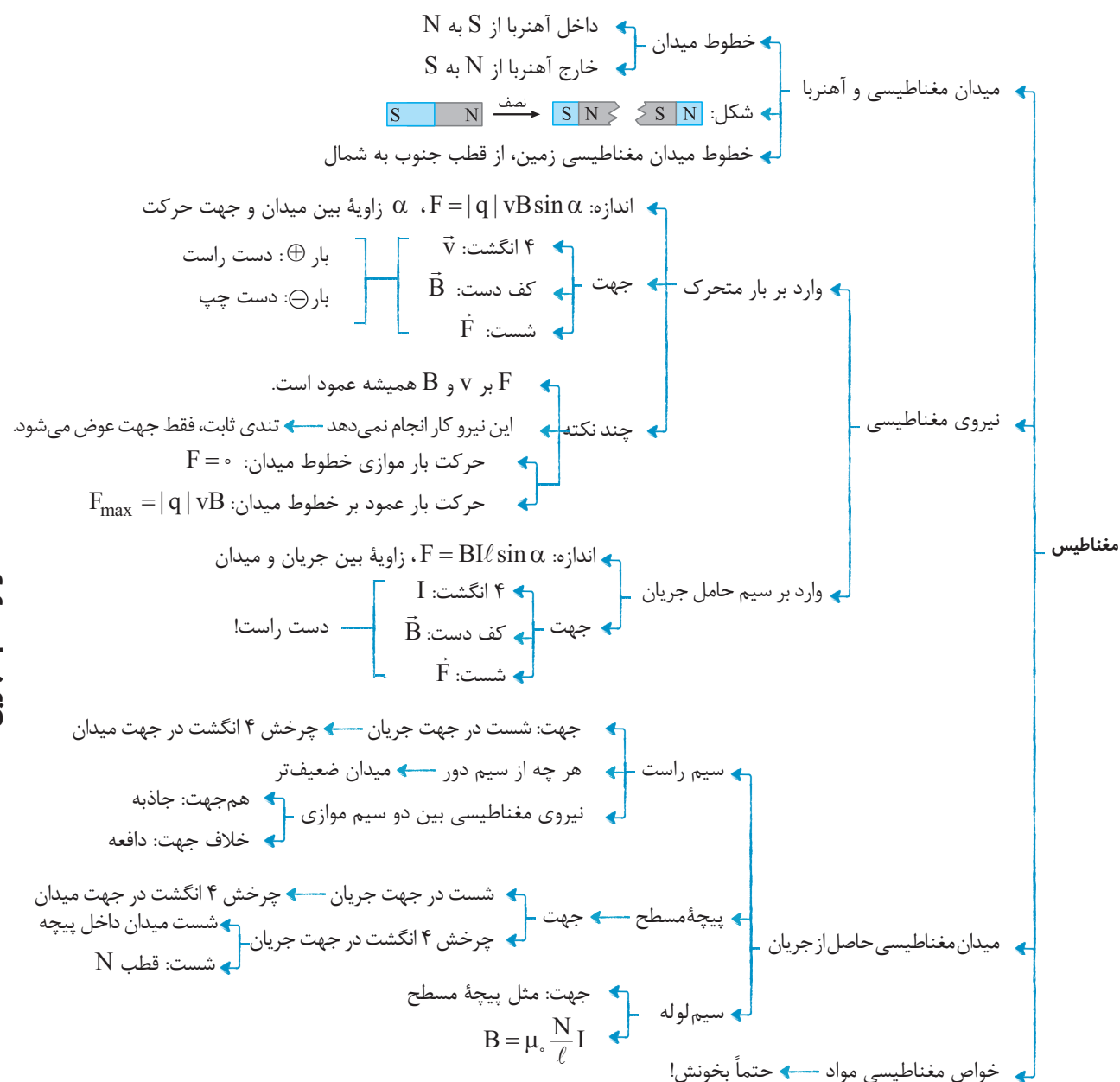
موازی

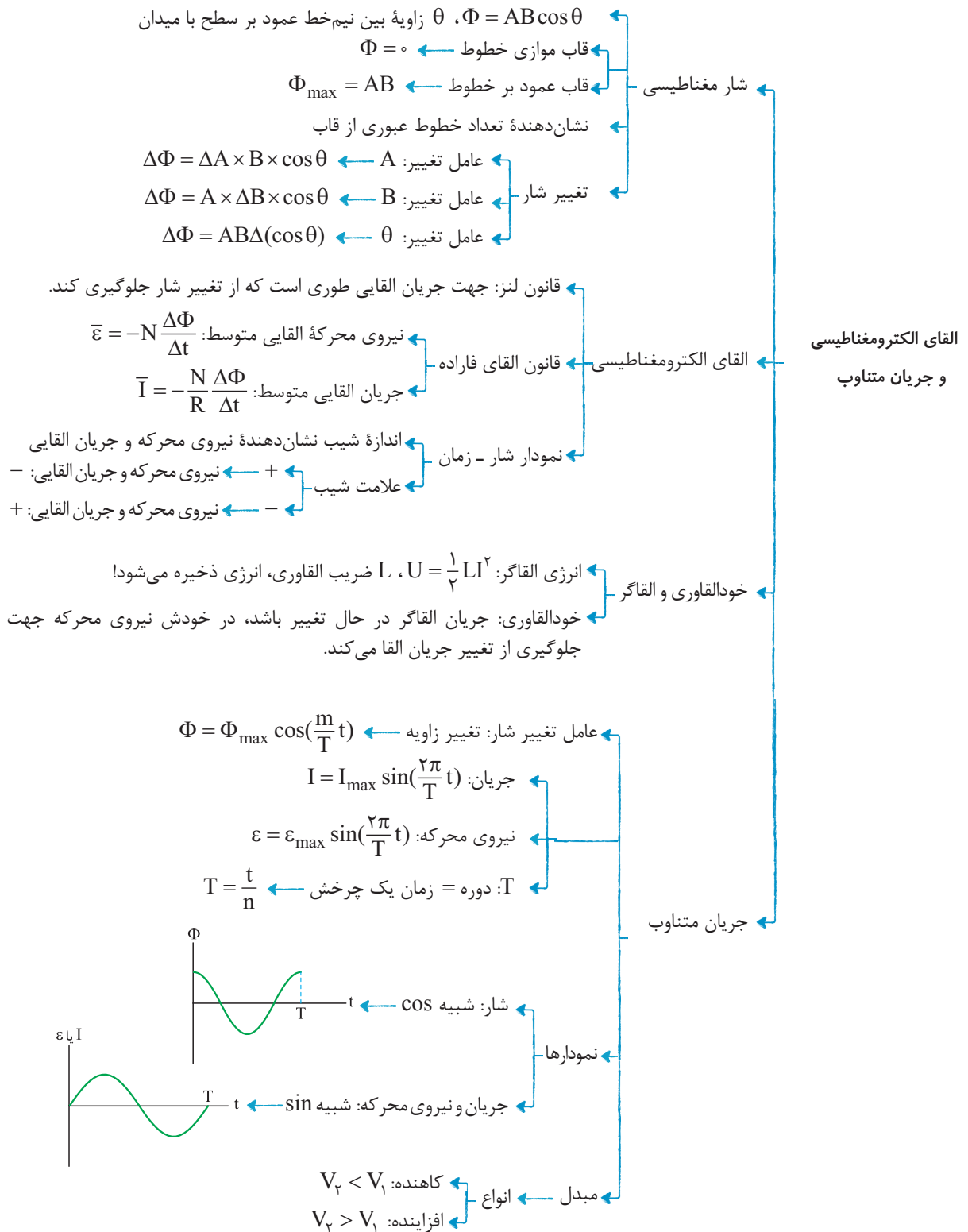
$$R_{eq} < R_1, R_2, R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}, \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

جریان ها به نسبت عکس مقاومت ها پخش می شوند.



فیزیک یازدهم: فصل ۳







فیزیک دوازدهم: فصل ۱

مسافت (l): طول مسیر طی شده، 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. $l \geq |\Delta x|$

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$s_{av} = \frac{1}{\Delta t}$$

سرعت متوسط و تندی متوسط:

m ثانیهٔ m: از mn - m تا mn

اصطلاحات زمانی: ثانیهٔ n: ۱ تا n

بردار مکان: برداری که مبدأ را به مکان وصل می‌کند، معادلهٔ مکان - زمان: $x = f(t)$ ، عبور از مبدأ: x صفر

شده و تغییر علامت دهد. فاصله از مبدأ: $|x|$

سرعت در حرکت روی محور x: $x > 0$: 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 $a \neq 0$ ، سرعت ثابت $a = 0$

تندشونده $av > 0$ ، $|v| \uparrow$

کندشونده $av < 0$ ، $|v| \downarrow$

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، نزدیک شدن به محور t ، کندشونده، دور شدن از

محور t : تندشونده

معادلهٔ مکان - 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)

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0: \text{معادلهٔ } x - t, v = at + v_0: \text{معادلهٔ } v - t$$

$$v_2^2 - v_1^2 = 2a\Delta x, \Delta x = \frac{v_1 + v_2}{2}\Delta t: \text{فرمول‌ها: مستقل از شتاب}$$

$$\text{مستقل از سرعت ثانویه: } \Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_1t, v_{av} = \frac{v_1 + v_2}{2}: \text{سرعت متوسط} = \text{سرعت در}$$

$$\Delta x_n = (n - 0.5)a + v_0: \text{لحظهٔ وسط، جابه‌جایی در ثانیهٔ } n$$

A هم‌علامت B: تغییر جهت نداریم، همواره تندشونده

A مخالف علامت B: تغییر جهت داریم، ابتدا کندشونده، سپس تندشونده

سرعت - زمان: خطی به شیب a و عرض از مبدأ v_0

مکان - زمان: یک سهمی $a > 0$ سهمی رو به بالا، $a < 0$ سهمی رو به پایین.

شناخت حرکت

حرکت
روی
خط
راست

مرورنامه شب آزمون

دوازدهم تجربی



فیزیک دوازدهم: فصل ۲

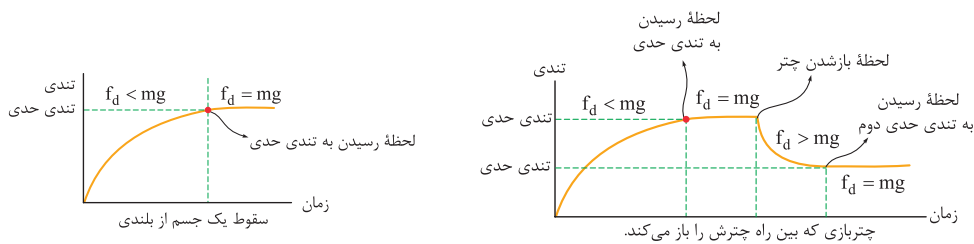
قانون اول: (اندازه و جهت سرعت ثابت می ماند). $F_{net} = 0 \Rightarrow v = \text{ثابت}$ ، لختی: تمایل به حفظ حالت قبلی

قانون دوم: $F_{net} = ma$ ، نیروی خالص در جهت شتاب جسم هم جهت و متناسب هستند.

قانون سوم: نیروهای کنش و واکنش هم اندازه اند و در خلاف جهت هم

وزن (W) $W = mg$ ، جرم: ثابت، وزن: متغیر، جرم: نرده ای، وزن: برداری

نیروی مقاومت هوا (f_d) وابسته به تندی و اندازه جسم، همیشه در خلاف جهت حرکت جسم
تندی حدی: پس از رها شدن جسم از یک ارتفاع بلند، با افزایش تندی، f_d هم افزایش می یابد تا در جایی با mg برابر شود و تندی ثابت بماند.



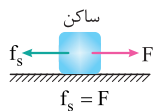
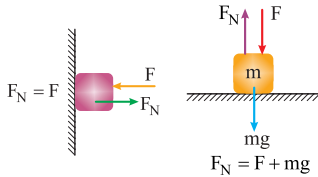
فرمول ندارد و به کمک قوانین نیوتون محاسبه می شود. مثلاً

عددی که ترازو نشان می دهد: F_N

کندشونده رو به پایین / تندشونده رو به بالا

آسانسور: $F_N = m(g \pm |a|)$

تندشونده رو به پایین / کندشونده رو به بالا

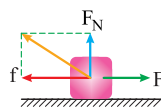


نیروی اصطکاک ایستایی (f_s) هم اندازه با نیروی محرک وقتی جسم شروع به حرکت نمی کند.

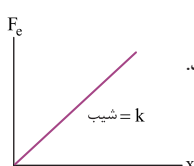
نیروی اصطکاک (f) $f_{s, \max} = F_N \cdot \mu_s$ (نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه) در آستانه حرکت است.

جسم شروع به حرکت نمی کند: $F_{\text{محرک}} \leq F_{s, \max}$
جسم شروع به حرکت می کند: $F_{\text{محرک}} > f_{s, \max}$

نیروی اصطکاک جنبشی (f_k) $f_k = F_N \cdot \mu_k$ (وقتی جسم در حال حرکت است).



نیروی سطح، نیروی تکیه گاه (R)



نیروی کشسانی فنر $F_e = kx$ (اندازه: x : متغیر طول فنر نسبت به حالت عادی)
جهت: فنر کشیده جسم را می کشد، فنر فشرده جسم را هل می دهد.

نیروی کششی طناب (T) فرمول ندارد و به کمک قوانین نیوتون محاسبه می شود. طناب همیشه جسم را می کشد.



$p = mv$ ، $\vec{p} = m\vec{v}$ ← تغییرات: $\Delta p = m\Delta v$ ، هر بلایی سر سرعت بیاید سر تکانه هم میاد.

رابطه با انرژی جنبشی: $K = \frac{p^2}{2m}$ ← تکانه

رابطه با نیروی خالص ← $F_{net} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$

- نیروی خالص برابر است با آهنگ تغییر تکانه
- شیب نمودار تکانه - زمان ← نیروی خالص
- مساحت زیر نمودار نیروی خالص - زمان در یک بازه ← تغییرات تکانه

$F_{net}\Delta t = m\Delta v$

$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ ، هر دو جسم نیروی جاذبه گرانشی به هم وارد می کنند.

نیروی گرانش ← شتاب گرانشی سطح سیاره: $g = \frac{GM}{R^2}$

شتاب گرانشی در ارتفاع h از سطح زمین: $g' = \frac{QM}{(R+h)^2}$ ← $\frac{g'}{g} = \left(\frac{R}{R+h}\right)^2$



فیزیک دوازدهم: فصل ۳

دوره تناوب: $T = \frac{t}{n}$ ، بسامد: $f = \frac{n}{t}$ ، $f = \frac{1}{T}$

$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$ ، $x = A \cos(\omega t)$

معادله مکان - زمان:

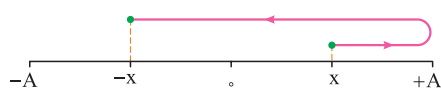
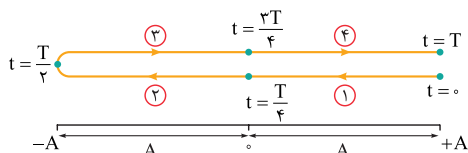
دور شدن از مبدأ $\leftarrow \uparrow u, |F|, |a|, |x|, \downarrow k, |p|, |v|$ / کندشونده

نزدیک شدن به مبدأ $\leftarrow \downarrow U, |F|, |a|, |x|, \uparrow K, |p|, |v|$ / تندشونده

نوسانگر در حال

یک نوسان کامل از ۴ مرحله روبه‌رو تشکیل شده:

$\ell = 4A$ مسافت در هر نوسان



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

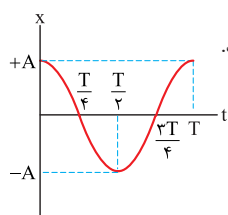
حرکت

سامانه جرم - فنر: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ ، $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ ، دوره تناوب فقط به جرم جسم و ثابت فنر بستگی دارد.

همانگ

ساده

آونگ ساده: $\omega = \sqrt{\frac{g}{\ell}}$ ، $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ ، دوره تناوب فقط به طول آونگ و شتاب گرانش بستگی دارد.



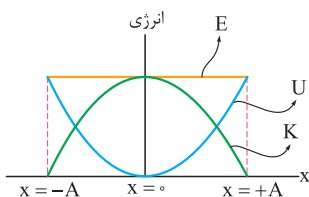
نمودار مکان - زمان: شبیه تابع کسینوس

$F = -m\omega^2 x$ و $a = -\omega^2 x$ $\leftarrow F_{\max} = m\omega^2 A$ و $a_{\max} = A\omega^2$

رابطه شتاب و نیرو با مکان:

شتاب و نیرو همیشه هم‌علامت هستند و علامتشان مخالف علامت x است.

انرژی مکانیکی نوسانگر:



$E = U + K = U_{\max} = K_{\max} = \frac{1}{2} kA^2 = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2 = \frac{1}{2} mv_{\max}^2$

نمودار انرژی - مکان:

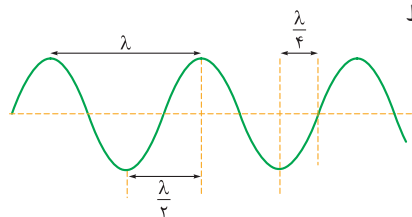
$v_{\max} = A\omega$

تندی بیشینه: تندی در نقطه تعادل: 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 $\leftarrow$ بیشینه انرژی منتقل می‌شود $\leftarrow$ با دامنه بیشینه نوسان می‌کند.



- 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 طی شده توسط موج در مدت یک دوره، فاصله دو قله متوالی، فاصله دو دوره متوالی
- بسامد موج: وابسته به چشمه تندی انتشار: وابسته به محیط



$$\lambda = vT \quad \text{یا} \quad \lambda = \frac{v}{f}$$

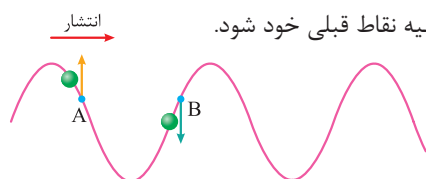
$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F\ell}{m}} = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} = \frac{1}{d} \sqrt{\frac{F}{\rho \pi}}$$

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.



در موج طولی: مرکز بیشینه جمع‌شدگی و مرکز بیشینه بازشدگی در نقطه تعادل است. فاصله جمع‌شدگی تا جمع‌شدگی = λ ، فاصله بازشدگی تا بازشدگی = λ

$$P_{av} \propto A^2 f^2$$

توان موج: $P_{av} \propto A^2 f^2$

میدان الکتریکی و مغناطیسی عمود بر هم و هم‌گام

قاعده دست راست: $\vec{E}$: انگشت ۴، $\vec{B}$: کف دست جهت انتشار: انگشت شست

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

تندی انتشار در خلأ: $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

طیف امواج الکترومغناطیسی: پرتو گاما پرتو X فرابنفش نور مرئی فروسرخ میکروموج رادیویی

افزایش f ، کاهش λ ، افزایش انرژی

$$v_{\text{عموماً}} > v_{\text{مایع}} > v_{\text{جامد}}$$

در باره سرعت صوت

در هوا: دمای بیشتر → تندی صوت بیشتر

$$I = \frac{E}{At} = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi r^2}$$

شدت صوت: $I = \frac{E}{At} = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi r^2}$

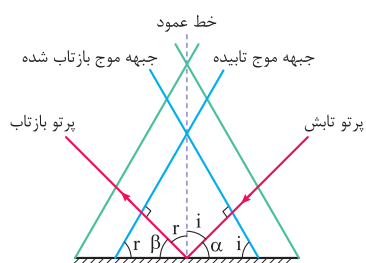
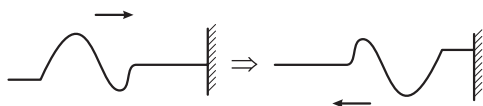
$$\beta_T - \beta_1 = 10 \log\left(\frac{I_T}{I_1}\right)$$

تراز شدت صوت: $\beta = 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$ ، تغییر تراز شدت صوت: $\beta_T - \beta_1 = 10 \log\left(\frac{I_T}{I_1}\right)$

ارتفاع صوت: درک انسان از بسامد صوت، بلندی صوت: درک انسان از شدت صوت. بلندی و ارتفاع قابل اندازه‌گیری نیستند.



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



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

قانون بازتاب عمومی: زاویهٔ جبههٔ موج تابش با سطح: i

زاویهٔ جبههٔ موج بازتاب با سطح: r

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

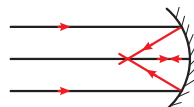
انواع بازتاب:
 - منظم (آینه‌ای): پرتوهای بازتاب موازی‌اند $\leftarrow$ سطح هموار $\leftarrow$ $\lambda >$ ابعاد ناهمواری $\leftarrow$ در هر دو $i = r$
 - نامنظم (پخشنده): پرتوهای بازتاب موازی نیستند $\leftarrow$ سطح ناهموار $\leftarrow$ $\lambda <$ ابعاد ناهمواری

زاویهٔ انحراف در یک بازتاب: $D = 180^\circ - 2i$ ، زاویهٔ بین جبهه‌های موج تابش و بازتاب $2i = 180^\circ - D$

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

زاویهٔ انحراف در دو بازتاب از دو آینهٔ متقاطع $\alpha > 90^\circ$ (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 $\leftarrow$ نکته: حداقل زمان برای متمایز شنیدن پژواک $= 1/10$ ثانیه



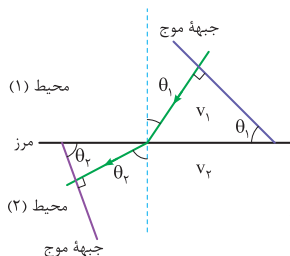
با تغییر محیط: v و λ عوض می شود، f خیر $\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{v_2}{v_1}$

$$D = |\theta_1 - \theta_2| \text{ زاویه انحراف} \quad \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{v_2}{v_1}$$

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

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

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



قانون شکست
عمومی

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

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

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

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

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} \text{ قانون شکست اسنل}$$

شکست موج

ضریب شکست

در روزهای گرم که سطح زمین داغ است، با کاهش ارتفاع

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

سراب

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

ضریب شکست خلأ برای تمام رنگ ها برابر یک است.

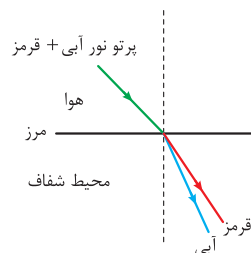
قرمز کمترین ضریب شکست و کمترین انحراف

بنفش $n > n_{\text{آبی}} > n_{\text{سبز}} > n_{\text{زرد}} > n_{\text{نارنجی}} > n_{\text{قرمز}}$

سایر محیط ها: طول موج بیشتر، ضریب شکست کمتر

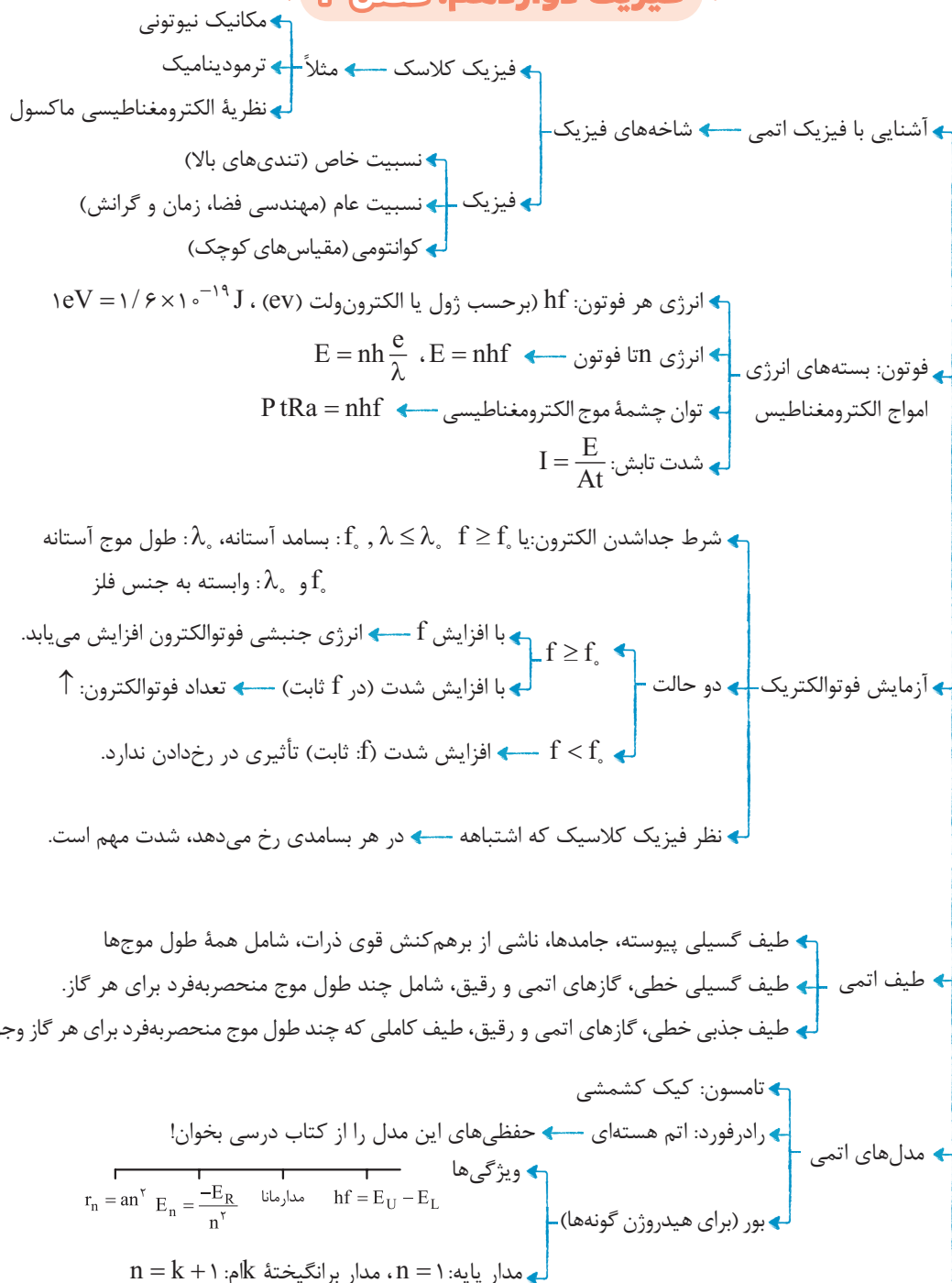
به دلیل متفاوت بودن ضریب شکست، نور می پاشد.

پاشندگی



شکل مهم:

فیزیک دوازدهم: فصل ۴



مرورنامه شب آزمون



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

رشته‌ها براساس مدار مقصد

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

معادله ریدبرگ

خط k ام رشته n' $n = n' + k$

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

کوتاهترین طول موج - بلندترین طول موج = گستره رشته

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

لیزر فوتون‌های هم‌بسامد، هم‌فاز و هم‌جهت

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



نوکلئون: پروتون یا نوترون
تعداد پروتون: عدد اتمی (Z)، تعداد نوترون = عدد نوترونی (N)، تعداد نوکلئون = عدد جرمی (A)
 $A = Z + N$
نمایش هسته: ${}_Z^AX_N$
ایزوتوپ: N و A متفاوت، Z یکسان
ویژگی‌های شیمیایی یکسان، ویژگی‌های فیزیکی وابسته به جرم متفاوت

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.
هسته پایدار سبک: $N \approx Z$
هسته پایدار سنگین: $N > Z$

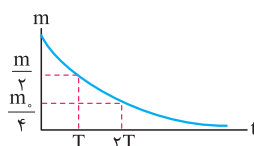


تعریف: انرژی لازم برای جدا کردن الکترون‌ها از هم
کاستی جرم هسته: اختلاف جرم هسته با مجموع جرم نوکلئون‌های آن
کاستی جرم: $\uparrow$ انرژی بستگی: $\uparrow$ پایداری: $\uparrow$
رابطه اینشتین: $E = mc^2$

α : هسته هلیوم: ${}_2^4\alpha$
 β^- : الکترون: ${}_{-1}^0\beta^-$
 β^+ : پوزیترون: ${}_{+1}^0\beta^+$
 γ : موج الکترومغناطیسی: γ (بدون جرم و بدون بار)
نکات حفظی پرتوها را بخوان

پایستگی بار
پایستگی تعداد نوکلئون
 ${}_O^{\Delta}X + {}_O^{\Delta'}Y \rightarrow {}_O^{\Delta''}Z + {}_O^{\Delta'''}W$
 $O + O' = O'' + O'''$
 $\Delta + \Delta' = \Delta'' + \Delta'''$

مفهوم به $\frac{m}{16} \xrightarrow{T} \frac{m}{8} \xrightarrow{T} \frac{m}{4} \xrightarrow{T} \frac{m}{2} \xrightarrow{T} m$
جرم اولیه: m_0 ، جرم مانده: m ، جرم واپاشی شده: m'
 $m' = m - m_0$ ، $m = \frac{m_0}{2^n}$ ، $n = \frac{t}{T}$ تعداد نیمه‌عمر



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



فصل (۱) دهم: کیهان زادگاه الفبای هستی

- 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
- به جز 1H در هسته یک اتم، تعداد نوترون‌ها برابر یا بیشتر از تعداد پروتون‌ها (عدد اتمی) است.

ایزوتوپ (هم‌مکان)

- شبهات‌های 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، نقطه ذوب و جوش
 - میزان فراوانی در طبیعت و پایداری

● اغلب (نه همه!) هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن‌ها برابر یا بیشتر از $1/5$ باشد، ناپایدارند و با گذشت زمان متلاشی می‌شوند.

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

ایزوتوپ‌های هیدروژن

- ۷ ایزوتوپ هیدروژن
 - ۳ ایزوتوپ طبیعی
 - پایدار
 - 1H ← بیش از $99/9$ درصد فراوانی در طبیعت
 - 2H ← فراوانی حدود $0/01$ درصد در طبیعت
 - ناپایدار و پرتوزا
 - 3H ← درصد فراوانی در طبیعت ناچیز
 - ۴ ایزوتوپ ساختگی
 - 4H ، 5H ، 6H ، 7H ← درصد فراوانی در طبیعت صفر
- ${}^1H > {}^2H > {}^3H > {}^4H > {}^5H > {}^6H > {}^7H$ مقایسه پایداری و نیم‌عمر ایزوتوپ‌های هیدروژن



ایزوتوپ‌های مهم کتاب درسی

عنصر	شمار ایزوتوپ‌های طبیعی	نماد ایزوتوپ‌های طبیعی	ایزوتوپی با فراوانی بیشتر
منیزیم (${}_{12}\text{Mg}$)	۳	${}^{24}_{12}\text{Mg}$, ${}^{25}_{12}\text{Mg}$, ${}^{26}_{12}\text{Mg}$	${}^{24}_{12}\text{Mg}$ (ایزوتوپ سبک‌تر)
لیتیم (${}_3\text{Li}$)	۲	${}^6_3\text{Li}$, ${}^7_3\text{Li}$	${}^7_3\text{Li}$ (ایزوتوپ سنگین‌تر)
هیدروژن ($_1\text{H}$)	۳	${}^1_1\text{H}$, ${}^2_1\text{H}$, ${}^3_1\text{H}$	${}^1_1\text{H}$ (ایزوتوپ سبک‌تر)
کلر ($_{17}\text{Cl}$)	۲	${}^{35}_{17}\text{Cl}$, ${}^{37}_{17}\text{Cl}$	${}^{35}_{17}\text{Cl}$ (ایزوتوپ سبک‌تر)

یکای جرم اتمی (amu-atomic mass unit)

- جرم اتم‌ها را با وزنه‌ای می‌سنجند که جرم آن $\frac{1}{12}$ جرم ایزوتوپ کربن ۱۲- است. به این وزنه، یکای جرم اتمی (amu) می‌گویند.
- در مقیاس amu جرم پروتون و نوترون حدود ۱ amu و جرم الکترون $\frac{1}{1836}$ amu است.
- نماد شیمیایی الکترون، پروتون و نوترون به ترتیب ${}^0_{-1}\text{e}$ ، ${}^1_1\text{p}$ و ${}^1_0\text{n}$ است.

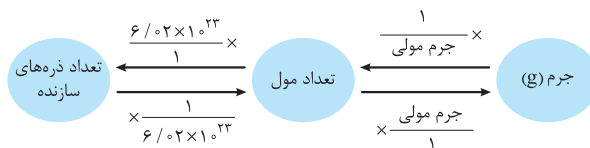
جرم اتمی میانگین

$$M_{av} = \frac{M_1F_1 + M_2F_2 + \dots + M_nF_n}{F_1 + F_2 + \dots + F_n} \quad \text{فرمول اول:}$$

$$M_{av} = M_1 + [(M_2 - M_1) \times \frac{F_2}{F_1}] + [(M_3 - M_1) \times \frac{F_3}{F_1}] + \dots \quad \text{فرمول دوم:}$$

شمارش ذره‌ها از روی جرم آن‌ها

- شیمی‌دان‌ها به 6.02×10^{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.
 - 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.
 - 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:

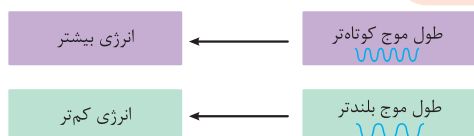


$$\text{مول} = \frac{\text{جرم (g)}}{\text{جرم مولی (g.mol}^{-1})} = \frac{\text{تعداد ذرات}}{N_A}$$

↓
(6.02×10^{23})

روش دوم: استفاده از کسر تناسب‌ها:

نور و برخی ویژگی‌های آن



● انرژی یک موج با طول موج آن رابطه عکس دارد:



● نور خورشید شامل گستره بسیار بزرگی از امواج مرئی و نامرئی است و چشم ما تنها می‌تواند گستره محدود مرئی ($400 - 700 \text{ nm}$) از نور خورشید را ببیند. (گستره مرئی)

● هر چه طول موج یک پرتو الکترومغناطیس کوتاه‌تر باشد، میزان انحراف آن هنگام عبور از منشور بیشتر خواهد بود.

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

بنفش < نیلی < آبی < سبز < زرد < نارنجی < سرخ: انرژی و زاویه شکست در منشور

نشر نور و طیف نشری

۱) شعله فلز سدیم و ترکیبات مختلف آن، زرد، شعله فلز مس و ترکیبات مختلف آن، سبز و شعله 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.

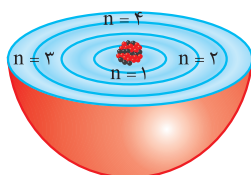
۳) از لامپ نئون در ساخت تابلوهای تبلیغاتی به منظور ایجاد نوشته‌های نورانی سرخ‌فام استفاده می‌شود. از حرارت دادن گاز نئون، نور سرخ نشر می‌شود.

نشر نور و طیف نشری خطی

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

۲) مقایسه شمار خطوط طیفی موجود در ناحیه مرئی طیف نشری خطی چهار عنصر لیتیم، هلیوم، هیدروژن و سدیم به صورت زیر است:

مقایسه تعداد خطوط رنگی در طیف نشری خطی: $\text{Na} (7) < \text{He} (6) < \text{Li} = \text{H} (4)$



ساختار لایه‌ای اتم

مدل کوانتومی

۱) در ساختار لایه‌ای اتم، هر بخش پرنسب، مهم‌ترین بخش از یک لایه 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 همه نقاط پیرامون هسته حضور می‌یابد، اما در محدوده 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 گرم کردن، انرژی داده می‌شود، الکترون‌ها با جذب انرژی معین، از لایه‌ای به لایه بالاتر انتقال می‌یابند. از سوی دیگر هر چه مقدار انرژی جذب‌شده بیشتر باشد، الکترون‌ها به لایه‌های بالاتری انتقال می‌یابند.

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)	نحوه 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 لایه 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!)

قاعده 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.

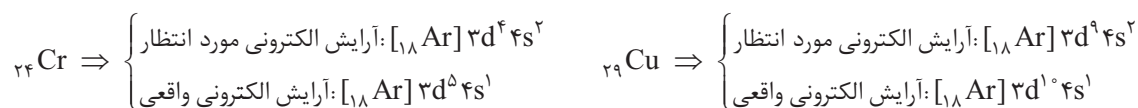
۲) انرژی زیرلایه‌ها علاوه بر n به l نیز وابسته است. به طوری که زیرلایه‌ای زودتر الکترون می‌گیرد که $n+l$ کوچک‌تری داشته باشد و اگر $n+l$ برای دو یا چند زیرلایه یکسان باشد، زیرلایه با n کوچک‌تر، سطح انرژی پایین‌تری دارد و پایدارتر است، از این‌رو زودتر از الکترون پر می‌شود.

۳) ترتیب پرشدن زیرلایه‌های عناصر هر دوره جدول را می‌توان به صورت مقابل هم بیان کرد (n: شماره دوره):

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

$$\begin{array}{cccc} ns, & (n-2)f, & (n-1)d, & np \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ n \geq 1 & n \geq 6 & n \geq 4 & n \geq 2 \end{array}$$

● قاعده آفبا آرایش الکترونی اغلب عناصر را پیش‌بینی می‌کند، اما داده‌های طیف‌سنجی نشان می‌دهد که آرایش الکترونی برخی از اتم‌ها از قاعده آفبا پیروی نمی‌کند؛ به طور مثال هر یک از اتم‌های کروم (${}_{24}\text{Cr}$) و مس (${}_{45}\text{Cu}$) در بیرونی‌ترین زیرلایه خود تنها یک الکترون دارند. در این اتم‌ها یک الکترون از زیرلایه $4s$ برداشته شده و به زیرلایه $3d$ اضافه شده است.

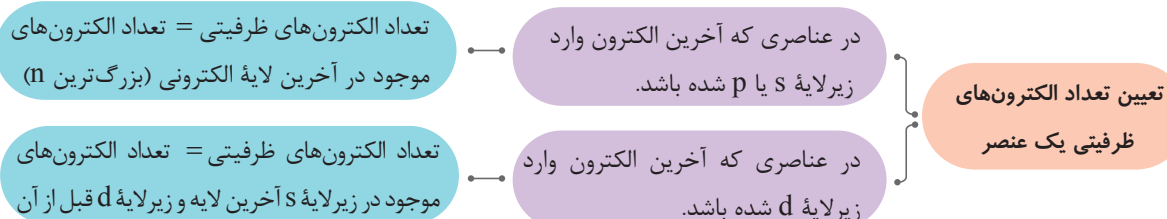


رسم سریع آرایش الکترونی فشرده

$$\begin{array}{cccc} ns & \rightarrow & (n-2)f & \rightarrow & (n-1)d & \rightarrow & np \\ \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\ n \geq 1 & & n \geq 6 & & n \geq 4 & & n \geq 2 \end{array}$$

+1 شماره دوره گاز نجیب قبل از عنصر مورد نظر n=

لایه ظرفیت



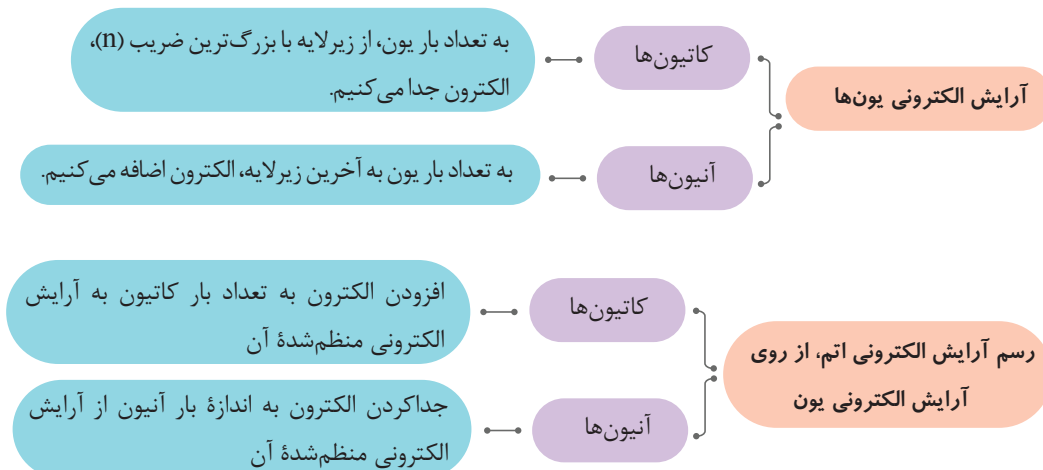
ساختار لوویس

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



- ۱) آرایش الکترون - نقطه‌ای عنصرهای یک گروه کاملاً یکسان است. البته به‌جز هلیوم که دارای آرایش الکترون - نقطه‌ای He می‌باشد.
- ۲) رفتار شیمیایی هر اتم به تعداد الکترون‌های ظرفیت آن بستگی دارد؛ به طوری که می‌توان هشت‌تایی شدن لایه ظرفیت و دستیابی به آرایش گاز نجیب را مبنای میزان واکنش‌پذیری آن‌ها دانست.
- ۳) از دست دادن یا گرفتن الکترون نشانه‌ای از رفتار شیمیایی اتم‌هاست.
- ۴) 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 هم‌دوره خود را دارد.

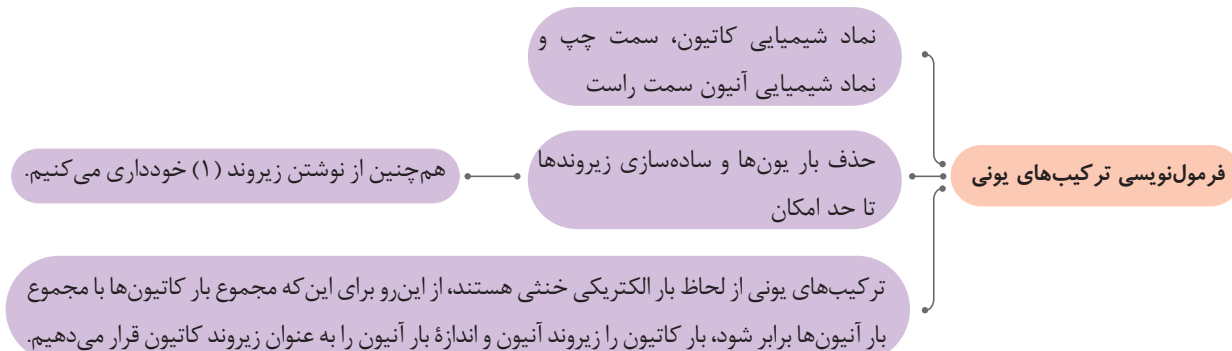
آرایش الکترونی یون‌ها



فرمول‌نویسی و نام‌گذاری ترکیب‌های یونی

- ۱) به کاتیون یا آنیونی که تنها از یک 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



- 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:

$$n \times N_A \times \text{بار کاتیون} \times \text{زیروند کاتیون}$$

$$n \times N_A \times \text{اندازه بار آنیون} \times \text{زیروند آنیون}$$

تبدیل اتمها به مولکول

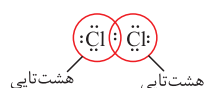
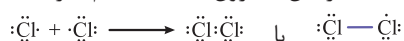
۱) مواد شیمیایی که در ساختار خود مولکول (در مولکولها به جای دادوستد الکترون، الکترون به اشتراک گذاشته می شود) دارند، مواد مولکولی نامیده می شوند.

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

۳) پیوند اشتراکی (کوالانسی): پیوندی است که در آن اتمها الکترون(های) لایه ظرفیت خود را با یکدیگر به اشتراک می گذارند، 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 می دهد، فرمول مولکولی می گویند.

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



فصل (۲) دهم: ردپای گازها در زندگی

● در لایه های اول و سوم ————— رابطه معکوس بین دما و ارتفاع ————— به طور کلی با افزایش ارتفاع، دما کاهش می یابد.

● در لایه دوم ————— رابطه مستقیم بین دما و ارتفاع ————— به طور کلی با افزایش ارتفاع، دما افزایش می یابد.

● در لایه تروپوسفر (که تغییرات آب و هوایی در آن اتفاق می افتد)، با افزایش ارتفاع به ازای هر کیلومتر، دما در حدود $6^{\circ}C$ افت می کند و در انتهای این لایه (ارتفاع $11/5$ کیلومتری)، دما به حدود $55^{\circ}C - (218 K)$ می رسد؛ دمای سطح زمین به طور میانگین، $14^{\circ}C$ ($287 K$) می باشد.

● هر چه از سطح زمین بالاتر می رویم، هواکره رقیق تر می شود، یعنی تعداد کل ذرات در حجم مشخص از هواکره کاهش یافته و در نتیجه فشار هواکره پیوسته کاهش می یابد.

● رابطه برای تبدیل دما بر حسب درجه سلسیوس به دما بر حسب کلوین: $T = 273 + \theta$

● سه گاز نیتروژن، اکسیژن و آرگون بیشترین درصد حجمی را در میان اجزای هواکره دارا می باشند.

تقطیر جزء به جزء هوای مایع

۱) عبور هوا از صافی به منظور گرفته شدن گرد و غبار

۲) کاهش پیوسته دما با استفاده از فشار

۳) جداسدن رطوبت هوا به صورت یخ در دمای $0^{\circ}C$

۴) جداسدن کربن دی اکسید به حالت جامد در دمای $-78^{\circ}C$

۵) تهیه هوای مایع با سرد کردن بیشتر دما تا $-200^{\circ}C$

۶) عبور هوای مایع از ستون تقطیر و جداسازی گازها (به ترتیب N_2 ، Ar و O_2)

مقایسه نقطه جوش: $N_2 < Ar < O_2$
 $-196^{\circ}C \quad -186^{\circ}C \quad -183^{\circ}C$

ترتیب جداسدن گازها: $N_2 \rightarrow Ar \rightarrow O_2$

A آسان تر به مایع تبدیل می شود (در سرد کردن مخلوط گازهای A و B، A زودتر مایع می شود).

B آسان تر به گاز تبدیل می شود (در گرم کردن مخلوطی مایع از A و B، B زودتر به گاز تبدیل و از مخلوط جدا می شود).

● در مواردی که نقطه جوش دو ماده نزدیک به یکدیگرند، مانند اکسیژن و آرگون، با استفاده از برج تقطیر نمی توان آنها را به صورت 100% خالص از یکدیگر جدا کرد.

● کاربردهای آرگون: هنگام جوشکاری (برای ایجاد محیط بی اثر) و یا برش فلزها و در لامپهای رشته ای نیز به کار می رود و در پتروشیمی



- کاربردهای هلیوم: پر کردن بالن‌های هواشناسی، تفریحی و تبلیغاتی، خنک کردن قطعات الکترونیکی در دستگاه‌های تصویربرداری مانند MRI، جوشکاری، کپسول غواصی

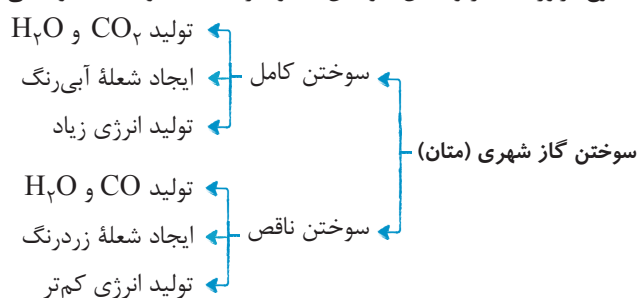
کاتیون‌هایی با چند بار الکتریکی

- 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^{2+}	Fe^{3+}	Cr^{2+}	Cr^{3+}	Cu^{+}	Cu^{2+}

واکنش سوختن

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



باران اسیدی و اثرات مخرب آن

- باران معمولی $\rightarrow 5/6 < \text{pH} < 7$ ← عامل کاهش pH، CO_2 محلول در آب باران
- باران اسیدی $\rightarrow 1/5 < \text{pH} < 5/6$ ← عامل کاهش pH نسبت به باران طبیعی، حل شدن آلاینده‌های هوا مانند NO_2 و SO_2 در آب باران و تولید نیتریک اسید و سولفوریک اسید

واکنش‌های شیمیایی و قانون پایستگی جرم

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

نوع معادله / اطلاعات دریافتی	نمادی	نوشتاری
نام مواد	x	✓
فرمول شیمیایی مواد	✓	x
حالت فیزیکی مواد	✓	x
شرایط لازم برای انجام واکنش	✓	x
نسبت مولی مواد شرکت کننده در واکنش	✓	x
چگونگی و ترتیب اختلاط واکنش دهنده	x	x
شرح عملی واکنش و نکته‌های ایمنی	x	x

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

- ۳ یکی از ویژگی‌های مهم واکنش‌های شیمیایی این است که همه 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 همه 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

مقایسه ردپای CO_2 ایجادشده از منابع گوناگون تولید انرژی الکتریکی: زغال سنگ < نفت خام < گاز طبیعی < خورشید < گرمای زمین < باد

افزایش دمای کره زمین و افزایش سطح آب دریا

افزایش میزان CO_2 موجود در هوا

کاهش مساحت برف در نیمکره شمالی

اثر گلخانه‌ای

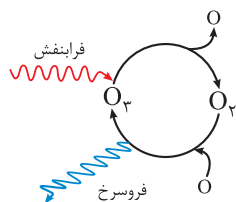
- ۱ نور خورشید هنگام گذر از هواکره با مولکول‌ها و دیگر ذره‌های موجود در آن برخورد می‌کند و تنها بخشی از (نه همه!) آن به سطح زمین می‌رسد. ازین رو زمین گرم شده و مانند یک جسم داغ از خود پرتوهای الکترومغناطیسی گسیل می‌دارد؛ با این تفاوت که انرژی پرتوهای گسیل‌شده، کمتر و طول موج آن‌ها بلندتر است.
- ۲ اگر هواکره وجود نداشت، میانگین دمای کره زمین به -18°C درجه سلسیوس یا -255°C کلوین می‌رسید.

هیدروژن و توسعه پایدار

- ۱ مقایسه گرمای آزادشده به ازای سوختن 1g : زغال سنگ > بنزین > گاز طبیعی > هیدروژن
- ۲ مقایسه قیمت به ازای 1g : زغال سنگ > گاز طبیعی > بنزین > هیدروژن
- ۳ زغال سنگ دارای بیشترین تنوع فراورده‌هاست و علاوه بر موارد مشترک بالا، SO_2 (و البته NO_x) 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!

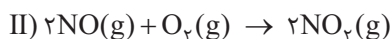
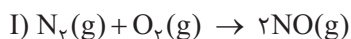
مقایسه گازهای اوزون (O_3) و اکسیژن (O_2)

- 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 $1/5$ برابر اکسیژن (هم‌چنین اوزون چگالی بیشتری هم دارد!) و دمای جوش آن حدوداً 71°C درجه 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!

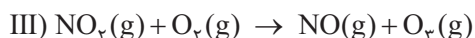


اوزون تروپوسفری

- ۱ اوزون در لایه 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:



- 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.





جمع‌بندی خلاصه‌وار روابط کمی گازها

برای توصیف یک نمونه گاز، علاوه بر مقدار، باید دما و فشار آن نیز مشخص باشد.

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow V \propto \frac{1}{P}$$

بنابراین حجم گاز، دارای رابطه مستقیم با دما و مقدار گاز و دارای رابطه عکس با فشار آن است.

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V \propto T$$

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.

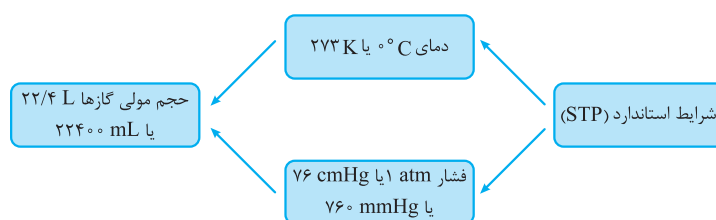
$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \Rightarrow V \propto n$$

برای محاسبه نسبت چگالی دو گاز کافی است جرم مولی دو گاز را به هم تقسیم کنیم؛ زیرا مطابق قانون آووگادرو، حجم مولی همه گازها در شرایط یکسان با هم برابر است.

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2}$$

$$\left(\frac{\rho_2}{\rho_1} \right) = \frac{M_{W_1}}{M_{W_2}}$$

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.



انواع روش‌های بیان غلظت محلول‌ها -

۱) قسمت در میلیون (ppm)

۱) تعریف: به جرم ماده حل شده در یک میلیون واحد از جرم محلول را قسمت در میلیون می‌گویند.

فرمول‌های ppm

- ۱) $\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6$ (برای همه محلول‌ها)
- ۲) $\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده (mg)}}{\text{جرم محلول (kg)}}$ (برای همه محلول‌ها)
- ۳) $\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده (mg)}}{\text{جرم حلال (kg)}}$ (برای محلول‌های بسیار رقیق)
- ۴) $\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده (mg)}}{\text{حجم محلول (L)}}$ (برای محلول‌های بسیار رقیق که حلال آن‌ها آب است.)

۲) درصد جرمی (a یا w/w %)

۱) تعریف: به جرم ماده حل شده در ۱۰۰ واحد جرم محلول را درصد جرمی می‌گویند.

۲) رابطه اصلی برای محاسبه غلظت محلول‌ها برحسب درصد جرمی (a یا w/w %):

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

رابطه درصد جرمی و قسمت در میلیون -

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

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

۳) غلظت مولی (مولاریته یا مولار)

۱) تعداد مول‌های ماده حل شده در یک لیتر محلول را غلظت مولی می‌گویند.

۲) رابطه اصلی برای محاسبه غلظت محلول‌ها برحسب غلظت مولی یا مولار به صورت روبه‌رو است:

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

رابطه غلظت مولی با درصد جرمی (و ppm) و چگالی -

M: جرم مولی حل شونده $(\text{g.mol})^{-1}$ و d: چگالی $(\text{g.mL})^{-1}$

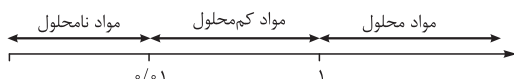
$$\text{ppm} = a \times 10^4$$

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

انحلال پذیری -

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

۲) شیمی دان‌ها مواد حل شونده جامد را بر اساس انحلال پذیری در آب و در دمای اتاق به صورت زیر به سه دسته تقسیم می‌کنند:



۳) هر چه اندازه شیب نمودار انحلال پذیری یک ماده برحسب دما بیشتر باشد، یعنی انحلال پذیری آن ماده وابستگی بیشتری به دما دارد و در اثر تغییر دما انحلال پذیری آن ماده تغییر بیشتری می‌کند.

مقایسه اندازه شیب انحلال پذیری برحسب دما: $\text{KNO}_3 > \text{NaNO}_3 > \text{KCl} > \text{Li}_2\text{SO}_4 > \text{NaCl}$

مقایسه تأثیر دما بر انحلال پذیری: $\text{KNO}_3 > \text{NaNO}_3 > \text{KCl} > \text{Li}_2\text{SO}_4 > \text{NaCl}$



● مقدار رسوب تشکیل شده در اثر تغییر دما در ۱۰۰ گرم آب، به صورت زیر به دست می آید:

| انحلال پذیری در دمای ثانویه - انحلال پذیری در دمای اولیه | = مقدار رسوب

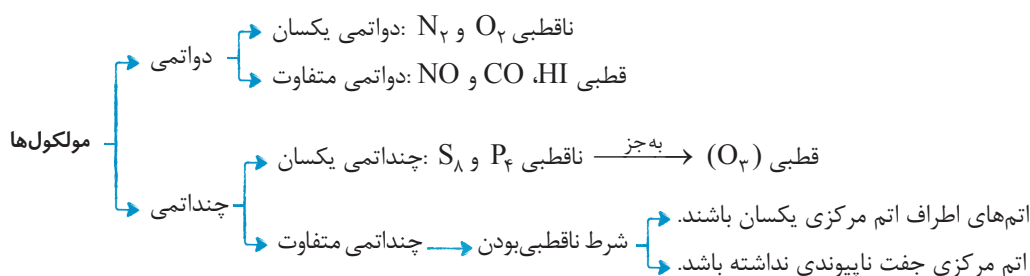
● با تغییر دمای یک محلول سیر شده، جرم نمک رسوب شده یا جرم گاز آزاد شده از محلول برابر است با:

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

A: انحلال پذیری در دمای اولیه، B: انحلال پذیری در دمای نهایی، m: جرم محلول

● اگر عدد به دست آمده در دو رابطه بالا مثبت باشد، یعنی این مقدار رسوب تولید می شود و اگر منفی باشد، یعنی این مقدار حل شونده اضافی در محلول حل می شود.

– طرز تشخیص مولکول قطبی از ناقطبی –



● هیدروکربن‌ها (آلکان‌ها، آلکین‌ها، سیکلوآلکان و آروماتیک‌ها) ناقطبی‌اند.

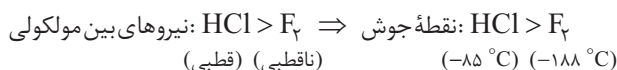
– نیروهای بین مولکولی –

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 این رو 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: مقایسه قدرت نیروهای بین مولکولی در شرایط یکسان

● توجه داشته باشید که نیروهای بین مولکولی به طور عمده به میزان قطبی بودن مولکول‌ها و جرم آن‌ها وابسته است.

۲) در مواد مولکولی با جرم مولی مشابه، ماده با مولکول‌های قطبی، نقطه جوش بالاتری دارد. برای مثال:



● هر چه نقطه 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 جاذبه 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، نقطه جوش بیشتری نسبت به آن خواهد داشت.

– مقایسه نقطه جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار عنصرهای گروه‌های ۱۵ تا ۱۷ جدول دوره‌ای –

۱) مقایسه کلی نقطه جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار سه عنصر اول گروه ۱۷: $HF > HBr > HCl$

جرم مولی کم‌تر جرم مولی بیشتر پیوند هیدروژنی

۲) مقایسه کلی نقطه جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار سه عنصر اول گروه ۱۶: $H_2O > H_2S > H_2Se$

جرم مولی کم‌تر جرم مولی بیشتر پیوند هیدروژنی

۳) مقایسه کلی نقطه جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار سه عنصر اول گروه ۱۵: $NH_3 > AsH_3 > PH_3$

جرم مولی کم‌تر جرم مولی بیشتر پیوند هیدروژنی



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

– شرایط حل شدن دو ماده در یکدیگر (شرط انحلال) –

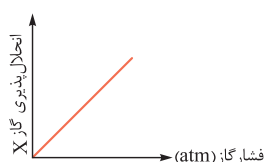
هنگامی یک ماده می‌تواند در ماده دیگر حل شده و محلول ایجاد کند که شرط زیر برقرار باشد:
(میانگین جاذبه‌ها در حلال خالص و حل‌شونده خالص) > (جاذبه‌های حل‌شونده – حلال در محلول)

– عوامل مؤثر بر انحلال پذیری گازها در آب –

۱) نوع گاز: به طور کلی تشکیل پیوند هیدروژنی، قطبی بودن مولکول‌های گاز، داشتن جرم و حجم زیاد و واکنش شیمیایی با آب سبب افزایش انحلال پذیری گازها در آب می‌شود.

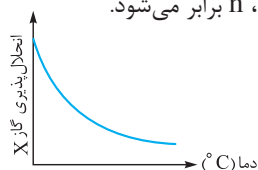
● مقایسه انحلال پذیری در آب: N_2 (جرم مولی کمتر) > O_2 (جرم مولی بیشتر) > NO (قطبی بودن) > CO_2 (واکنش شیمیایی با آب)

۲) اثر فشار بر انحلال پذیری گازها: در دمای ثابت، انحلال پذیری گازها با فشار گاز بالای محلول رابطه مستقیم دارد، یعنی با افزایش فشار، نفوذ مولکول‌های گاز در آب، بیشتر شده و انحلال پذیری گاز افزایش می‌یابد.



۳) نمودار انحلال پذیری گازها برحسب فشار به صورت خط راست با شیب مثبت است. از طرفی انحلال پذیری گازها در فشار صفر اتمسفر برابر صفر است؛ از این رو می‌توان نتیجه گرفت که در دمای ثابت، با n برابر شدن فشار گاز، انحلال پذیری آن گاز در آب، n برابر می‌شود.

۴) اثر دما بر انحلال پذیری گازها: در فشار ثابت، انحلال پذیری گازها با دما رابطه عکس دارد؛ یعنی با افزایش دما، انحلال پذیری گازها در آب کاهش می‌یابد.



● نمودار انحلال پذیری گازها برحسب دما در فشار ثابت به صورت یک منحنی نزولی غیرخطی می‌باشد و در فشار ثابت، با n برابر شدن دما انحلال پذیری $\frac{1}{n}$ برابر نمی‌شود.

– پدیده اسمز و اسمز معکوس –

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

– 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 فزّار در آب تصفیه‌شده باقی می‌ماند.

۲) آب به دست آمده از روش‌های اسمز معکوس و صافی کربن نسبت به روش تقطیر، آلاینده 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.



خواص فیزیکی و شیمیایی آلکان‌ها -

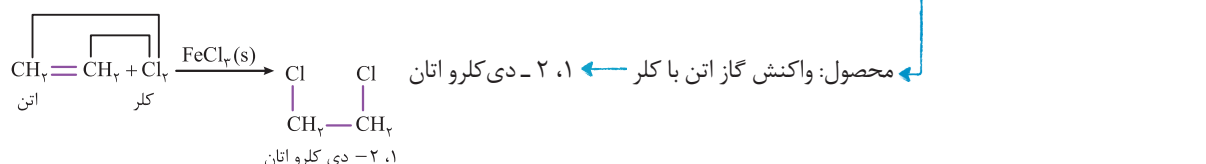
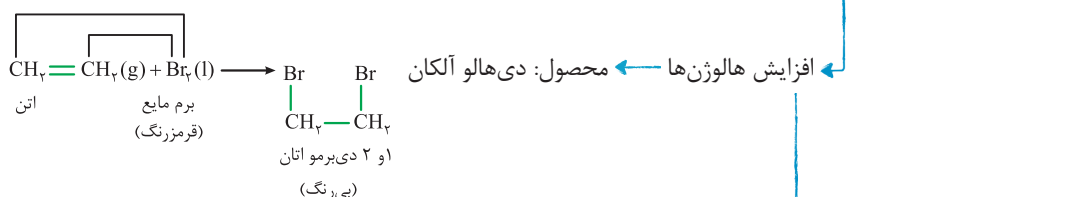
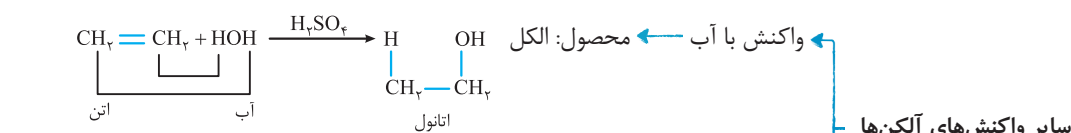
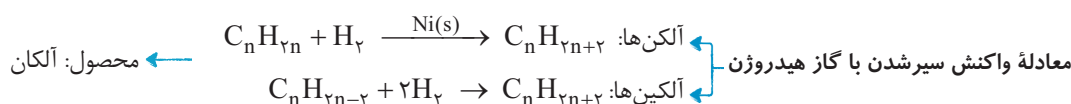
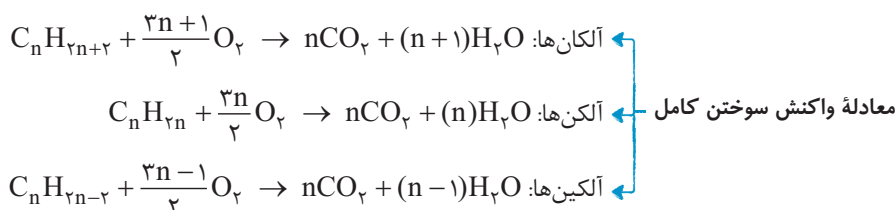
- ناقطبی، نامحلول در آب و با نیروهای بین مولکولی از نوع واندروالسی
- شمار اتم‌های کربن، دارای رابطه مستقیم با «اندازه مولکول، نیروی بین مولکولی، نقطه جوش و گرانروی» آلکان‌ها و دارای رابطه عکس با ویژگی «فشاربودن» آن‌هاست.
- حالت فیزیکی ۴ آلکان اول در دمای اتاق گازی است و با افزایش شمار اتم‌های کربن، اختلاف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

نکته

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

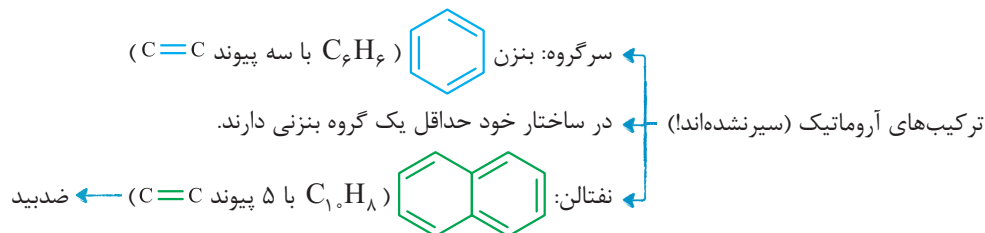
نام قدیمی: اتیلن - نخستین عضو آلکن‌ها
 اتن (C_2H_4) آزادشدن توسط موز و گوجه‌فرنگی رسیده
 عمل‌آورنده و سنگ بنای صنایع پتروشیمی

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

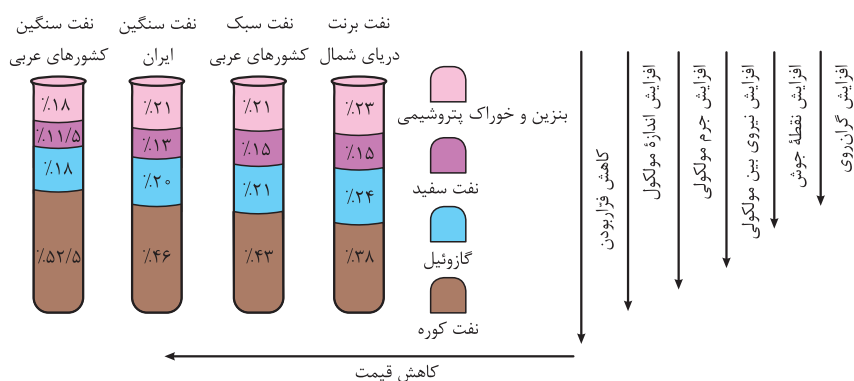


نکته

بی‌رنگ شدن برم ← شناسایی هیدروکربن‌های سیرنشده



دسته‌های متفاوت هیدروکربن‌ها در نفت خام -



زغال سنگ ← مقدار و تنوع فراورده‌های بیشتر نسبت به بنزین (SO_۲ و NO_۲ علاوه بر CO، CO_۲ و H_۲O)

شست‌وشوی زغال سنگ ← حذف گوگرد و ناخالصی‌های دیگر

راه‌های بهبود کارایی ← به دام انداختن گاز SO_۲ خارج‌شده با عبور گازهای خروجی از روی CaO: CaSO_۳(s) + SO_۲(g) + CaO(s) →

فصل (۲) یازدهم: در پی غذای سالم

میانگین انرژی جنبشی ذرات ماده / میانگین تندی حرکت ذرات سازنده ماده

نماد: θ یا T، قابل اندازه‌گیری با یکای °C یا K

توصیف یک نمونه ماده / به مقدار ماده وابسته نیست.

معیاری برای بیان سردی و گرمی جسم

توصیف یک فرایند

وابسته به مقدار ماده

نماد: Q

یکای J یا Cal

وابسته به تعداد و دمای ذرات

توصیف یک نمونه ماده و غیرقابل اندازه‌گیری

مجموع انرژی جنبشی ذرات ماده

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

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

$$C = m.c$$

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:

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = Q_p = H(\text{مواد واکنش دهنده}) - H(\text{مواد فراورده})$$

واکنش‌های گرماگیر

- انتقال گرما از محیط به سامانه
- مواد واکنش دهنده، پایدارتر از مواد فراورده
- آنتالپی مواد فراورده بیشتر از مواد واکنش دهنده
- $\Delta H > 0$

واکنش‌های گرماده

- انتقال گرما از سامانه به محیط
- مواد فراورده، پایدارتر از مواد واکنش دهنده
- آنتالپی مواد فراورده کمتر از مواد واکنش دهنده
- $\Delta H < 0$

– حل مسائل گرما و استوکیومتری –

$$\begin{aligned} \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} &= \frac{\text{تعداد ذره‌ها}}{\text{تعداد ذره‌ها}} = \frac{\text{گرم}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{\text{لیتر گاز}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{\text{لیتر گاز}}{\text{لیتر گاز} \times \text{حجم مولی}} = \frac{\text{چگالی} \times \text{لیتر گاز}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{M \times V(L)}{\text{ضریب} \times \text{غلظت مولی}(L)} \\ &= \frac{M \times V(\text{mL})}{\text{ضریب} \times \text{غلظت مولی}(\text{mL})} = \frac{P}{100} \times \frac{\text{گرم ناخالص}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{q}{\Delta H} \rightarrow (\text{kJ}) \\ &= \frac{M \times V(\text{mL})}{\text{ضریب} \times \text{غلظت مولی}(\text{mL})} = \frac{P}{100} \times \frac{\text{گرم ناخالص}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{q}{\Delta H} \rightarrow (\text{kJ}) \end{aligned}$$

– گرمایشی (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.

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = \left[\text{مجموع آنتالپی} \right] - \left[\text{مجموع آنتالپی} \right] \quad \begin{aligned} &\leftarrow (1) \text{ مرتبه پیوند (رابطه مستقیم)} \\ &\leftarrow (2) \text{ شعاع اتم‌ها (رابطه عکس)} \end{aligned}$$

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

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

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

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) مقایسه گرمای سوختن آلکان‌ها، آلکین‌ها و الکل‌های هم‌کربن:

$$\text{آلکان} < \text{آلکین} < \text{الکل}$$

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

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = \left[\text{مجموع آنتالپی} \right] - \left[\text{مجموع آنتالپی} \right]$$

محاسبه ΔH واکنش از طریق آنتالپی سوختن مواد:



سینتیک

- عوامل مؤثر بر سرعت واکنش
- (۱) نوع مواد واکنش دهنده: واکنش پذیری بیشتر $\rightarrow$ سرعت بیشتر
 - (۲) دما: دمای بیشتر $\rightarrow$ سرعت بیشتر
 - (۳) غلظت: غلظت بیشتر واکنش دهنده‌ها $\rightarrow$ سرعت بیشتر
 - (۴) سطح تماس واکنش دهنده‌ها: سطح تماس بیشتر $\rightarrow$ سرعت بیشتر
 - (۵) کاتالیز، سرعت واکنش را افزایش می‌دهد، ولی خودش دست‌نخورده باقی می‌ماند.

- تأثیر حجم و فشار در سرعت واکنش
- (الف) حجم (V) $\rightarrow$ اگر در واکنش دهنده‌ها (g) $\rightarrow$ حجم ظرف $\uparrow \Rightarrow$ غلظت $\downarrow \Rightarrow$ سرعت واکنش $\downarrow$
 - یا (aq) داشته باشیم $\rightarrow$ حجم محلول $\uparrow \Rightarrow$ غلظت $\downarrow \Rightarrow$ سرعت واکنش $\downarrow$
 - (ب) فشار (P) $\rightarrow$ اگر در واکنش دهنده‌ها (g) یا (aq) داشته باشیم $\rightarrow$ فشار $\uparrow \Rightarrow$ غلظت $\uparrow \Rightarrow$ سرعت واکنش $\uparrow$

- سرعت تولید یا مصرف مواد شرکت کننده در واکنش فرضی $A \rightarrow B$
- سرعت برای یک فراورده $\rightarrow \bar{R}_{(B)} = \frac{\Delta n(B)}{\Delta t}$ $\rightarrow$ شیب نمودار $\sim$ سرعت نمودار $\Delta n > 0$ نمودار صعودی،
 - سرعت برای یک واکنش دهنده $\rightarrow \bar{R}_{(A)} = -\frac{\Delta n(A)}{\Delta t}$ $\rightarrow$ شیب نمودار $\sim$ سرعت نمودار $\Delta n < 0$ نمودار نزولی،

- یکاهای سرعت
- (۱) مول بر زمان: برای هر حالت فیزیکی: s, l, g و aq $\rightarrow$ (mol.s⁻¹) یا (mol.min⁻¹) ... $\bar{R}_{(A)} = -\frac{\Delta n(A)}{\Delta t}$, $\bar{R}_{(B)} = \frac{\Delta n(B)}{\Delta t}$
 - (۲) غلظت مولی بر زمان: برای حالت فیزیکی g یا aq $\rightarrow$ (mol.L⁻¹.s⁻¹) یا (mol.L⁻¹.min⁻¹) ... $\bar{R}_{(A)} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{\Delta n(A)}{v \cdot \Delta t}$, $\bar{R}_{(B)} = \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{\Delta n(B)}{v \cdot \Delta t}$
 - غلظت مواد جامد (s) و مایع (l) خالص، با گذشت زمان تغییر نمی‌کند و ثابت است.
 - (۳) حجم بر زمان: برای حالت فیزیکی g:

$$\bar{R}_{(A)} = -\frac{\Delta v(A)}{\Delta t} = -\frac{\overbrace{\Delta n(A) \times 22.4}^{\text{در STP}}}{\Delta t}, \quad \bar{R}_{(B)} = \frac{\Delta v(B)}{\Delta t} = \frac{\overbrace{\Delta n(B) \times 22.4}^{\text{در STP}}}{\Delta t}$$

- سرعت واکنش برابر است با سرعت متوسط تولید یا مصرف هر ماده موجود در واکنش تقسیم بر ضریب استوکیومتری آن.
- برای واکنش کلی $aA + bB \rightarrow cC + dD$ داریم:

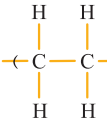
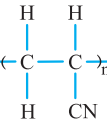
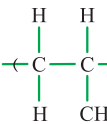
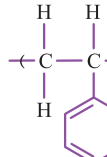
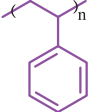
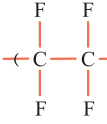
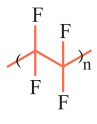
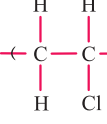
$$\bar{R}_{(\text{واکنش})} = \frac{\bar{R}_{(A)}}{a} = \frac{\bar{R}_{(B)}}{b} = \frac{\bar{R}_{(C)}}{c} = \frac{\bar{R}_{(D)}}{d} \quad \text{یا} \quad \bar{R}_{(\text{واکنش})} = -\frac{\Delta n(A)}{a \Delta t} = -\frac{\Delta n(B)}{b \Delta t} = \frac{\Delta n(C)}{c \Delta t} = \frac{\Delta n(D)}{d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

فصل (۳) یازدهم: پوهاک، نیازی پایان ناپذیر

- مواد مولکولی
- مولکول‌های کوچک و متوسط (تعداد اتم‌ها و جرم مولی کم یا متوسط) $\rightarrow$ مانند CO_2 , H_2O , $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (گلوکز) و ...
 - فاقد واحد تکرار شونده $\rightarrow$ مانند روغن زیتون
 - درشت‌مولکول‌ها $\rightarrow$ دارای واحد تکرار شونده $\rightarrow$ مانند سلولز، نشاسته، انسولین (پلیمرهای طبیعی) و پلی‌اتن، تفلون (پلیمرهای ساختگی)



نکات پلی اتن و پلیمرهای افزایشی مشتق از پلی اتن -

نام و ساختار مونومر	نام و ساختار پلیمر	کاربرد
 اتن	 یا  پلی اتن	کیسه‌های پلاستیکی، لوله‌های پلاستیکی، دبه‌های آب یا بطری پلاستیکی
 سیاتو اتن	 یا  پلی سیاتو اتن	فرش، پارچه، پتو
 پروپن	 یا  پلی پروپن	به عنوان پلاستیک در تجهیزات آزمایشگاهی و پزشکی مانند سرنگ
 استیرن	 یا  پلی استیرن	به عنوان پلاستیک در صنعت بسته‌بندی مواد غذایی مانند ظروف یک‌بارمصرف
 تترافلوئورو اتن	 یا  پلی تترافلوئورو اتن تفلون	ظروف نجسب، نخ دندان، کف اتو، نوارهای آب‌بندی لوله‌ها
 وینیل کلرید (کلرو اتن)	 یا  پلی وینیل کلرید	لوله‌های انتقال آب، فاضلاب و گاز، کیسه خون

جرم مولی مونومر $\times n =$ جرم مولی پلیمر
↓
شمار واحد‌های تکرارشونده

● جرم مولی پلیمرهای افزایشی را می‌توان به تقریب از رابطه روبه‌رو به دست آورد:

● ویژگی‌های تفلون:

۱) نقطه ذوب بالا و مقاوم در برابر گرما

۲) بی‌اثر از نظر شیمیایی

۳) غیرمحلول در حلال‌های آلی مانند هگزان

۴) نجسب

۵) مونومر سازنده: تترافلوئورو اتن، گاز مورد استفاده در سردکننده‌ها

– مقایسه ویژگی‌های پلی‌اتن سبک و سنگین –

نوع پلی‌اتن	سبک	سنگین
ساختار	شاخه‌دار	بدون شاخه
فرمول مولکولی	$(C_2H_4)_n$	$(C_2H_2)_n$
نوع نیروی بین مولکولی	وان دروالسی	وان دروالسی
شفاف یا کدر بودن	شفاف	کدر
کاربرد	ساخت کیسه‌های پلاستیکی شفاف	ساخت لوله‌های پلاستیکی، دبه‌های آب، بطری کدر شیر و اسباب‌بازی
چگالی	0.92 g.cm^{-3}	0.97 g.cm^{-3}
سختی و استحکام، چگالی، نقطه ذوب و قدرت نیروهای بین مولکولی	پلی‌اتن سبک > پلی‌اتن سنگین	

– خلاصه 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		$R-C(=O)H$ R: زنجیره هیدروکربنی یا هیدروژن		آلدهید و کتون تک‌عاملی سیرشده با تعداد کربن یکسان ایزومرند. $C_nH_{2n}O$
کتون‌ها		$R-C(=O)-R'$ R و R': زنجیره هیدروکربنی		
الکل‌ها	$-OH$ هیدروکسیل	$R-OH$ R: زنجیره 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': زنجیره هیدروکربنی	$H_3C-O-CH_3$ دی متیل اتر	
کربوکسیلیک اسیدها		$R-C(=O)OH$ R: زنجیره هیدروکربنی یا هیدروژن		استر و کربوکسیلیک اسید تک‌عاملی و سیرشده با تعداد کربن یکسان ایزومرند. $C_nH_{2n}O_2$
استرها		$R-C(=O)OR'$ R': زنجیره هیدروکربنی و R: هیدروژن یا زنجیره هیدروکربنی		



$C_n H_{2n+3} N$	H_2C-NH_2 متیل آمین	$R-NH_2$ $R-NH$ $R-N(R')-R''$ آمینها	$-NH_2$ $-NH$ $-N-$ آمینها
$C_n H_{2n+1} NO$	$H-C(=O)-NH_2$	$R-C(=O)-N(R')-R''$ آمیدها	$-C(=O)-N-$ آمیدها

نکات الکلهای

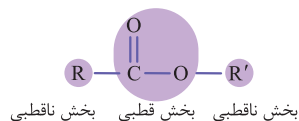
- ۱) الکلهای دو بخش قطبی و ناقطبی و در نتیجه دو نوع نیروی جاذبه بین مولکولی دارند.
- ۲) با افزایش طول زنجیره هیدروکربنی الکلهای، نیروی بین مولکولی و اندروالسی بر پیوند هیدروژنی غلبه می کند و البته نقطه جوش آنها افزایش می یابد.
- ۳) الکلهای ۱ تا ۵ اتم کربن ← مولکول عمدتاً قطبی و نیروی غالب هیدروژنی ← ۴ و ۵ اتم کربن ← به خوبی در آب حل می شوند.
- بیشتر از ۵ اتم کربن ← مولکول عمدتاً ناقطبی و نیروی غالب و اندروالسی ← انحلال پذیری کم تر از $\frac{1g}{100g H_2O}$ به هر نسبتی محلول در آب
- ۴) نمودار انحلال پذیری الکلهای ۷ کربنه به بعد، به نمودار انحلال پذیری آلکان هم کربن خود بسیار نزدیک است.

نکات کربوکسیلیک اسیدها

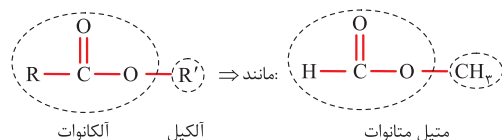
- کربوکسیلیک اسیدها نیز مانند الکلهای، دو بخش قطبی و ناقطبی و در نتیجه دو نوع نیروی جاذبه بین مولکولی دارند که با افزایش طول زنجیره هیدروکربنی، نقطه جوش آنها افزایش ولی انحلال پذیری آنها در آب، کاهش می یابد.

نکات استرها و پلی استرها

- ۱) استرها با مولکولهای خود پیوند هیدروژنی تشکیل نمی دهند (برخلاف اسیدها و استرها)؛ از این رو نقطه جوش پایین تری نسبت به اسیدهای ایزومر خود دارند.
- ۲) استرها نیز همانند اسیدها و الکلهای، دارای دو بخش قطبی و ناقطبی در ساختار خود هستند:



نام گذاری استرها:



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

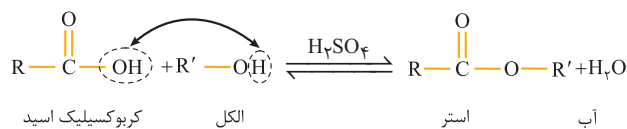
برای محاسبه تعداد اتمهای هیدروژن و تعداد پیوندهای اشتراکی در یک ترکیب آلی می توان از روابط زیر استفاده کرد:

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

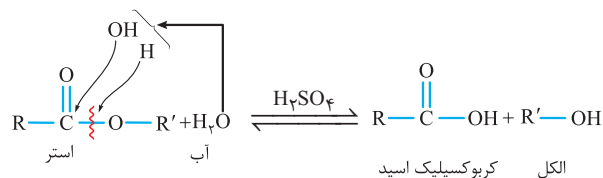
$$(3 \times \text{تعداد اتمهای N}) + (2 \times \text{تعداد اتمهای O}) + (1 \times \text{تعداد اتمهای H}) + (4 \times \text{تعداد اتمهای C}) = \text{تعداد پیوند اشتراکی (کووالانسی)}$$

در یک ترکیب آلی

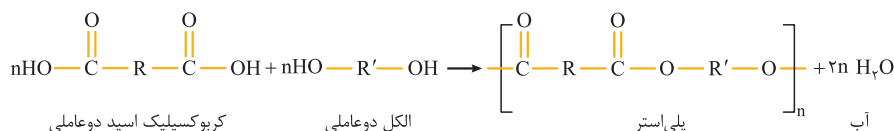
۵) معادله کلی واکنش استری شدن:



۶) معادله کلی واکنش آبکافت استرها:



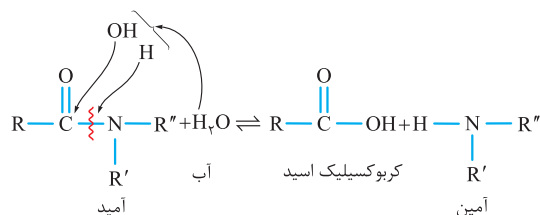
۷) واکنش کلی اسید دوعاملی با الکل دوعاملی را که منجر به صورت پلی استر و آب می شود، می توان به صورت زیر نمایش داد:



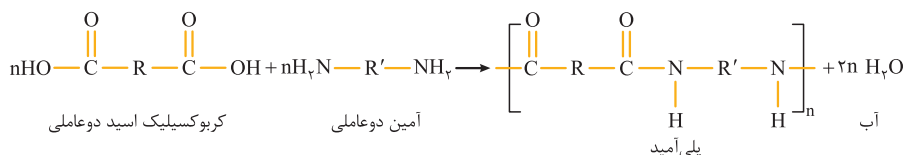
نکات آمیدها و پلی آمیدها -

۱) آمین ها، آمیدها و پلی آمیدها، می توانند پیوند هیدروژنی تشکیل دهند.

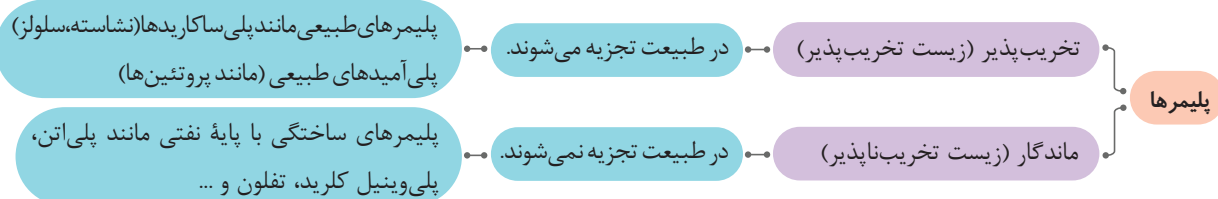
۲) معادله کلی واکنش آبکافت آمیدها:



۳) واکنش کلی اسید دوعاملی با آمین دوعاملی را که منجر به تولید پلی آمید و آب می شود، می توان به صورت زیر نمایش داد:



۴) کولار، نوعی پلی آمید ساختگی است که ۵ برابر مقاوم تر از فولاد هم جرم خود است و از آن در تهیه تیر اتومبیل، قایق بادبانی و جلیقه های ضد گلوله استفاده می شود.



● پلی لاکتیک اسید (PLA)، نمونه ای از پلیمرهای سبز (پلیمرهای ساختگی زیر تخریب پذیر تهیه شده از فراورده های کشاورزی) هستند که از لاکتیک اسید تهیه و امکان تبدیل شدن به کود را دارند و در ظروف پلاستیکی یک بار مصرف به کار می روند.

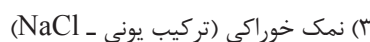
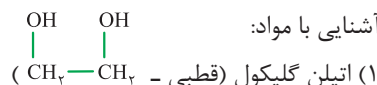
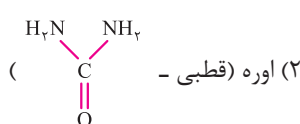


مفاهیم و حفظیجات

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.

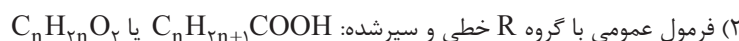
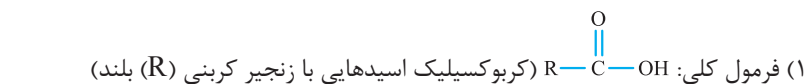
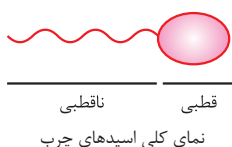
مقایسه امید به زندگی در نواحی مختلف: نواحی برخوردار < میانگین جهانی < نواحی کم‌برخوردار
اما میزان رشد امید به زندگی در نواحی کم‌تر توسعه یافته، بیشتر است.

آلاینده‌ها موادی هستند که بیش از مقدار طبیعی در یک محیط، نمونه ماده یا یک جسم وجود دارد.

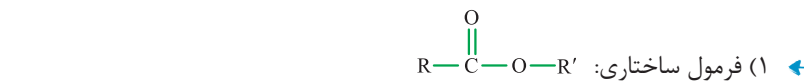
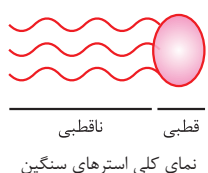


چربی‌ها: مخلوطی از اسیدهای چرب و استرهای بلند زنجیر هستند.

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



(۳) دارای یک بخش قطبی و یک بخش ناقطبی که در آن بخش ناقطبی بر قطبی غلبه می‌کند.



(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.

(۱) محلول: همگن - پایدار - عدم پخش نور - تشکیل شده از یون‌ها و مولکول‌ها

(۲) کلوئید: ناهمگن - پایدار - پخش نور - تشکیل شده از مولکول‌های بزرگ یا توده‌های مولکولی

(۳) سوسپانسیون: ناهمگن - ناپایدار - پخش نور - تشکیل شده از ذرات ریز ماده

صابون ماده‌ای است که می‌تواند هم در آب و هم در چربی حل شود.

جامد ← نمک سدیم اسید چرب (RCOONa)

مایع ← نمک پتاسیم / آمونیوم اسید چرب (RCOONH_4 یا RCOOK)



صابون‌ها دو بخش قطبی و دو بخش آنیونی و دو بخش 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

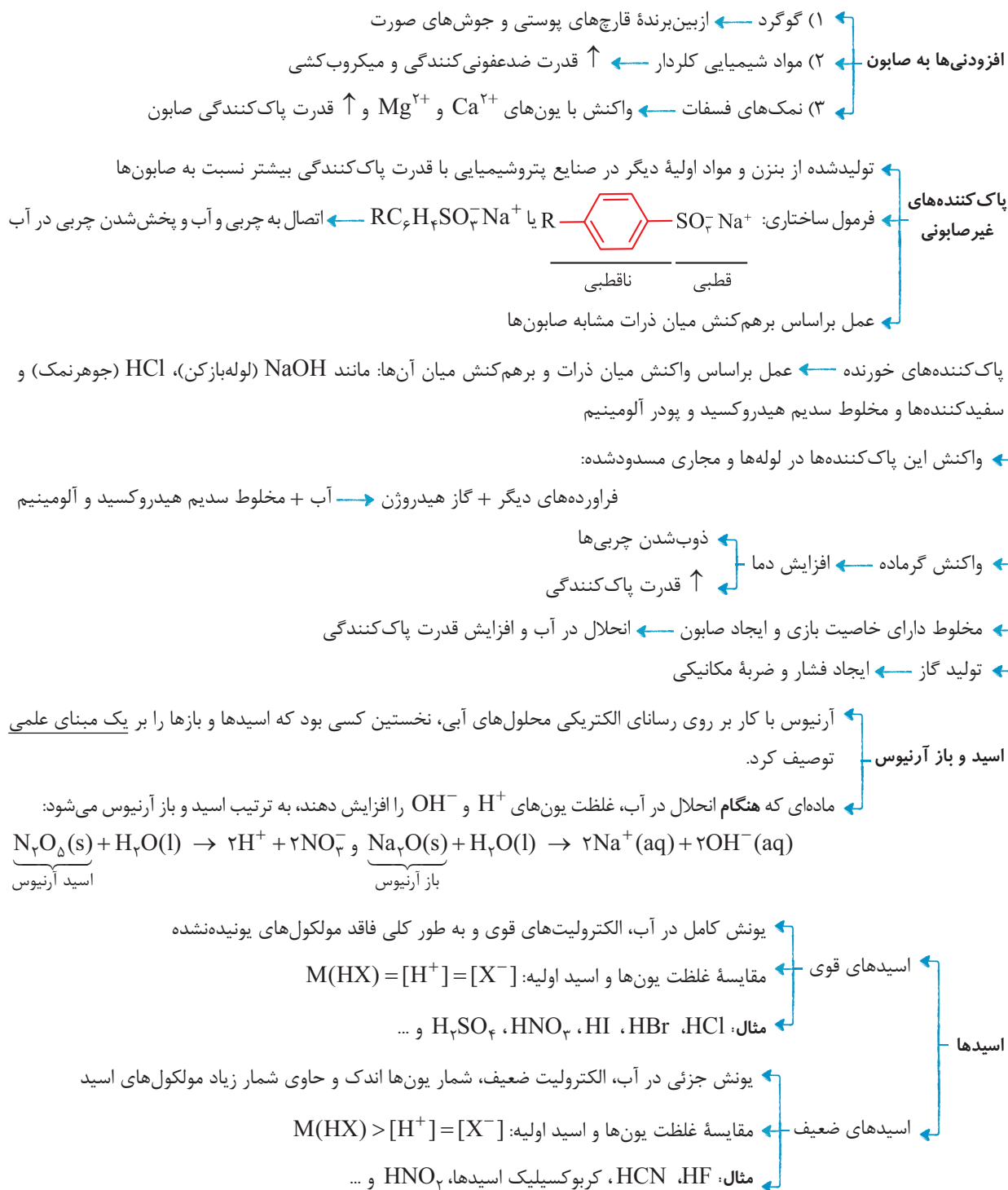


مرورنامه شب آزمون

شیمی

مرورنامه شب آزمون

دوازدهم تجربی





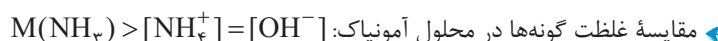
یونش کامل در آب، الکترولیت‌های قوی و فاقد مولکول‌های یونیده‌نشده



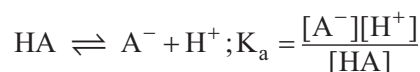
مثال: هیدروکسیدهای فلزات گروه اول و دوم جدول دوره‌ای (به جز $Be(OH)_2$ و $Mg(OH)_2$)

یونش جزئی در آب، الکترولیت‌های ضعیف، شامل یون‌های اندک و حاوی شمار زیاد مولکول‌های باز

مثال: آمونیاک (محلول شیشه‌پاک‌کن)



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



ثابت تعادل برای بازها، به ثابت یونش باز معروف است و با K_b نشان داده می‌شود.

هرچه $K_a / K_b \uparrow$ میزان یونش اسید / باز $\uparrow$ $[H^+] / [OH^-] \uparrow$ اسید / باز قوی‌تر و رسانایی الکتریکی محلول آن $\uparrow$ مقایسه قدرت اسیدی اسیدها و بازها ضعیف:



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

هرچه خاصیت اسیدی یک محلول $\uparrow$ $[H^+] \uparrow$ $[OH^-] \downarrow$ $pH \downarrow$

هرچه خاصیت بازی یک محلول $\uparrow$ $[H^+] \downarrow$ $[OH^-] \uparrow$ $pH \uparrow$

ارتباط میان $[H^+]$ و $[OH^-]$ با pH

در دمای اتاق رابطه $[H^+][OH^-] = 10^{-14}$ برقرار است؛ پس: البته خاصیت اسیدی $\uparrow$ $[H^+] \uparrow$ $pH \downarrow$ $[OH^-] \downarrow$ خاصیت بازی $\downarrow$

آب و همه محلول‌های آبی، حاوی یون‌های H^+ و OH^- هستند؛ این یون‌ها در اثر خود یونش آب نیز به دست می‌آیند.

آب خالص در هر دمایی خنثی است؛ زیرا در هر دمایی رابطه $[H^+] = [OH^-]$ برقرار است و در دمای $25^\circ C$ غلظت یون‌ها



در محلول‌های آبی در دمای $25^\circ C$ ، هرگاه غلظت یکی از یون‌های OH^- یا H^+ افزایش یابد، غلظت یون دیگر کاهش می‌یابد.

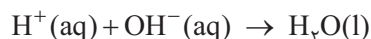
در محلول‌های اسیدی و بازی هر دو یون H^+ و OH^- وجود دارند؛ اما در محلول‌های اسیدی $[H^+] > [OH^-]$ و در محلول‌های بازی $[OH^-] > [H^+]$ بیشتر از دیگری است.



مرورنامه شب آزمون

شیمی

در واکنش خنثی شدن اسیدها و بازها، یونهای H^+ در واکنش با یونهای OH^- ، به مولکولهای آب تبدیل می شوند؛ در حالی که سایر یونها دست نخورده باقی می ماندند. ← معادله این واکنش به طور کلی به صورت زیر است:



شوینده های خورنده

برای باز کردن لوله های مسدود شده با اسیدهای چرب، می توان از محلول غلیظ سدیم هیدروکسید استفاده کرد. فرآورده این واکنش محلول در آب و پاک کننده است و چربی های اضافی را می زداید.

اگر موادی که سبب گرفتگی لوله ها و مجاری می شوند، خاصیت بازی داشته باشند، برای زدودن آنها از محلول غلیظ HCl استفاده می شود.

غلظت یون H^+ در شیر معده، حدود ۰/۰۳ مولار است.

↑ مقدار اسید معده ← ↑ شمار یونهای جذب شده توسط دیواره معده ← نابودی سلولهای دیواره معده ← درد،

التهاب و خونریزی

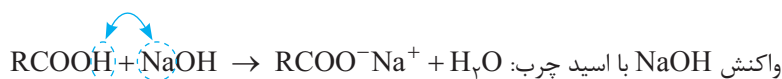
ضد اسیدها

ضد اسیدها داروهایی هستند که با خنثی کردن مقداری از اسید معده سبب کاهش میزان اسید معده می شوند.

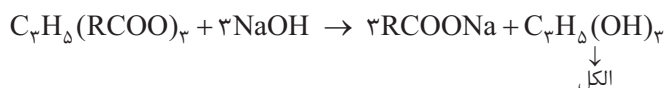
مواد موجود در سه نمونه از ضد اسیدها: (۱) $NaHCO_3$ - (۲) $Al(OH)_3$ - (۳) $Mg(OH)_2$ - (۴) $Al(OH)_3$ - (۵) $NaHCO_3$

شیر منیزی، یکی از رایج ترین ضد اسیدهاست که شامل $Mg(OH)_2$ است و به شکل سوسپانسیون مصرف می شود.

مسائل

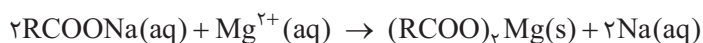
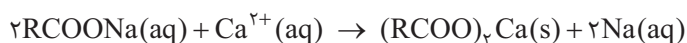


واکنش NaOH با اسید چرب: واکنش تولید صابون
واکنش NaOH با استر بلند زنجیر:



قسمت (۱)

واکنش صابون با آب سخت:



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

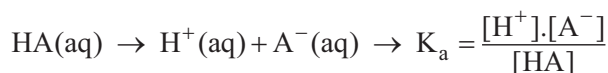
$$\alpha = \frac{\text{غلظت مولی } H^+ \text{ یا } A^- \text{ تولیدی}}{\text{غلظت مولی اولیه اسید}} = \frac{\text{تعداد مولکولهای یونیده شده}}{\text{تعداد کل مولکولهای حل شده}} \quad \alpha \times 100 = \alpha \%$$

قسمت (۲)

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

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

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



محاسبه ثابت یونش اسیدی:

اسیدهای قوی $\alpha = 1 \leftarrow K_a$ بزرگ

قسمت (۳) مقادیر K_a برای اسیدها

اسیدهای خیلی ضعیف ($K_a < 10^{-3}$ یا $\alpha < 0.05$)

$$K_a = \frac{[H^+]^2}{M - [H^+]}$$

$$K_a = \frac{M\alpha^2}{1 - \alpha}$$

اسیدهای ضعیف $\alpha < 1$

$$K_a = \frac{[H^+]^2}{M}, K_a = M\alpha^2 = [H^+].\alpha \Rightarrow [H^+] = \sqrt{K_a.M}$$

$$[H^+] = 10^{-pH} = M.\alpha \Rightarrow pH = -\log[H^+]$$

ظرفیت اسید

اسیدها:

محاسبه pH

بازها:

$$[OH^-] = M.\alpha \Rightarrow [H^+].[OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow pH = -\log[H^+]$$

ظرفیت باز

قسمت (۴) محاسبه pH محلول حاصل از اختلاط اسیدهای قوی: (M: غلظت مولی محلول ها و V: حجم محلول ها)

$$[H^+] = \frac{M_1V_1 + M_2V_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots}$$

غلظت محلول و H^+ ، $\frac{1}{n}$ برابر می شود.

غلظت OH^- ، n برابر می شود.

$$pH_{جدید} = pH_{اولیه} + \log n$$

محلول اسیدهای قوی را تا حجم n برابر رقیق کنیم.

قسمت (۵) تغییر pH بر اثر رقیق کردن

غلظت محلول و OH^- ، $\frac{1}{n}$ برابر می شود.

غلظت H^+ ، n برابر می شود.

$$pH_{جدید} = pH_{اولیه} - \log n$$

محلول بازهای قوی را تا حجم n برابر رقیق کنیم.



مرورنامه شب آزمون

شیمی

$$M_a \cdot V_a \cdot n_a = M_b \cdot V_b \cdot n_b$$

خنثی شدن کامل اسیدها و بازها: (n = ظرفیت اسید یا باز)

خنثی شدن ناقص اسیدها و بازها:

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

$$M_a \cdot V_a \cdot n_a = n \times \text{مقدار مول اسید}$$

$$M_b \cdot V_b \cdot n_b = n \times \text{مقدار مول باز}$$

قسمت (۶) ← مرحله (۲)

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

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

مرحله (۳) pH محلول نهایی را با استفاده از غلظت‌های به دست آمده محاسبه می‌کنیم.

مفاهیم و حفظیات

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.

انجام واکنش با سفر الکترون ← 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.

$+ne^-$ گونه اکسایش یافته → گونه کاهنده: نیم‌واکنش اکسایش

گونه کاهش یافته → $+ne^-$ گونه اکسنده: نیم‌واکنش کاهش

در واکنش‌های اکسایش - کاهش که به صورت طبیعی انجام می‌شوند، فرآورده‌ها 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.

ویژگی‌های واکنش‌های اکسایش - کاهش

E° منفی‌تر ← گونه کاهنده، کاهنده قوی‌تری است.

E° اکسنده، اکسنده ضعیف‌تری است.

E° مثبت‌تر ← گونه کاهنده، کاهنده ضعیف‌تری است.

گونه اکسنده، اکسنده قوی‌تری است.

تغییر علامت E°

نکته مهم: برای مقایسه قدرت اکسندگی، گونه‌های سمت چپ نیم‌واکنش کاهش و برای مقایسه 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 فرآورده‌ها قرار دارند.

در سری الکتروشیمیایی ظرفی از جنس فلز راست بالا، برای نگهداری محلول حاوی کاتیون‌های چپ پایین‌تر

مناسب است.

سری الکتروشیمیایی



سلول گالوانی	سلول الکترولیتی
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 - کاهش» دلخواه انجام می‌شود.
دارای دو الکترولیت است که توسط دیواره‌ای متخلخل از هم جدا شده‌اند (الکترولیت‌ها حاوی کاتیون‌هایی از جنس الکترودها هستند).	دو الکتروود 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.
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.	

تفاوت‌ها

شباهت‌ها

شیمی‌دان‌ها، SHE را به عنوان مبنا انتخاب کردند و پتانسیل آن را برابر صفر در نظر گرفتند.

شامل یک الکتروود 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.

نیم‌سلول استاندارد هیدروژن (SHE)

SHE

در فناوری‌های جدید ساخت باتری، فلز Li دارای نقش مهمی است؛ زیرا لیتیم کم‌ترین چگالی و E° را در میان فلزها دارد.

باتری‌های لیتیومی می‌توانند قابل شارژ و یا غیر قابل شارژ باشند، اما همه باتری‌ها، از لیتیم ساخته نمی‌شوند؛ مثل باتری‌های

دگمه‌ای روی - نقره (Zn - Ag)

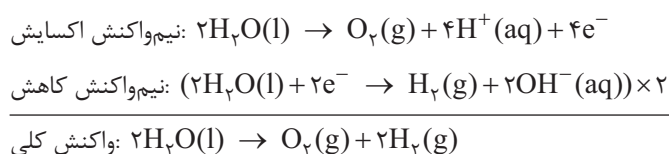
فلز لیتیم



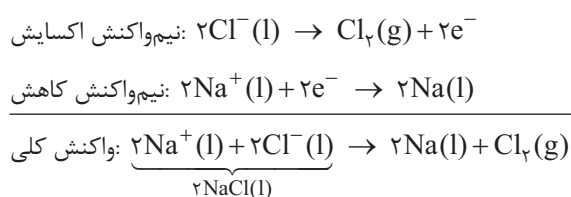
- سلول سوختی، نوعی سلول گالوانی است که افزون بر کارایی بیشتر، رد پای CO_2 را کاهش می‌دهد.
- سوزاندن هیدروژن در موتور درون‌سوز، بازدهی نزدیک به ۲۰٪ دارد در حالی که اکسایش آن در سلول سوختی، بازدهی را تا ۳ برابر افزایش می‌دهد.
- سلول سوختی «هیدروژن - اکسیژن»
- گاز H_2 به صورت غیرمستقیم و کنترل‌شده با O_2 واکنش داده و بخش قابل توجهی از انرژی شیمیایی این واکنش به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.
- سلول سوختی اجزا
- الکتروآند
 - الکتروکاتد
 - دارای کاتالیزگرهایی که به نیم‌واکنش‌ها سرعت می‌بخشند.
 - غشای مبادله‌کننده 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: $(\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^-) \times 2; E^\circ = 0 \text{ V}$
- نیم‌واکنش کاهش: $\text{O}_2(\text{g}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}); E^\circ = 1/23 \text{ V}$
- واکنش کلی: $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}); E^\circ = 1/23 \text{ V}$
- سلول سوختی برخلاف باتری‌ها، انرژی شیمیایی را ذخیره نمی‌کند. ← حالت گازی
- سلول سوختی «متان - اکسیژن» ← معادله کلی واکنش انجام‌شده:



- انجام در سلول‌های الکترولیتی و با عبور جریان الکتریکی و تبدیل مولکول‌های آب، به عناصر سازنده
- برقکافت آب
- حجم گاز H_2 تولیدشده در اطراف کاتد، ۲ برابر حجم گاز O_2 تولیدشده در اطراف آند است.
 - در محلول پیرامون آند، $\text{pH} \downarrow$ و در محلول پیرامون کاتد، $\text{pH} \uparrow$ می‌یابد.



- فلز سدیم را می‌توان از برقکافت سدیم کلرید سدیم کلرید
- 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.

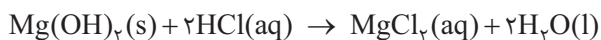




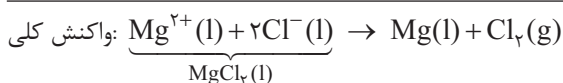
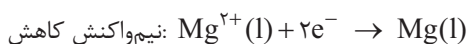
در صنعت، فلز Mg را از برقکافت منیزیم کلرید مذاب (نه محلول!) تهیه می‌کنند که یکی از منابع فلز منیزیم، آب دریاست.



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



تهیه فلز منیزیم: مرحله (۳) ابتدا خشک کردن $MgCl_2$ و سپس ورود مذاب آن به سلول الکترولیتی:



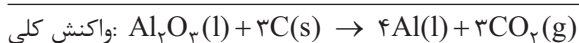
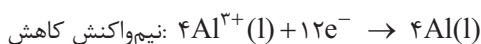
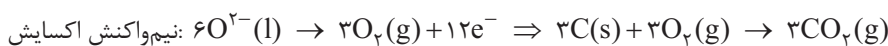
نکته مهم: چگالی: $Mg(l) < MgCl_2(l)$

Al ، فلز فعالی است که به سرعت در هوا اکسید می‌شود اما این فلز با تشکیل لایه چسبنده و متراکم Al_2O_3 ، از ادامه 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 -)، بدنه گرافیتی و کف سلول

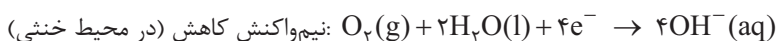
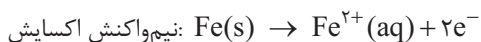
فرایند هال: نکته مهم: چگالی: $Al_2O_3(l) < Al(l)$



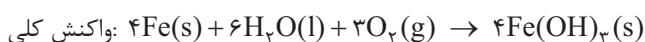
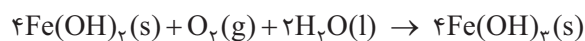
تولید قوطی‌های آلومینیمی از قوطی‌های کهنه، تنها به ۷٪ انرژی لازم برای تهیه همان تعداد قوطی از فرایند هال نیاز دارد.

O_2 ، چون یک کاهنده قوی است، در دمای بالا در آند فرایند هال با الکتروآند (گرافیت) واکنش داده و گاز CO_2 تولید می‌کند.

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



خوردگی آهن: 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.



نکته 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.

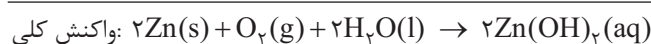
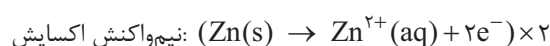


حفاظت کاتدی

در روش حفاظت کاتدی، فلز با E° کوچکتر (منفی تر) آند بوده و دچار خوردگی می شود اما فلز با E° بزرگتر (مثبت تر) کاتد بوده و در سطح آن، واکنش کاهش اکسیژن صورت می گیرد اما خود فلز خورده نمی شود.

نیم واکنش کاهش در حفاظت کاتدی مشابه نیم واکنش کاهش در خوردگی آهن است که در هر دو حالت، اکسیژن کاهش می یابد.

ورقه آهنی با پوششی از فلز روی - 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 می شود آهن خورده نمی شود.
آهن گالوانیزه (سفید) با ایجاد خراش فلز روی خورده می شود تا از خورده شدن فلز آهن جلوگیری کند (حفاظت کاتدی).



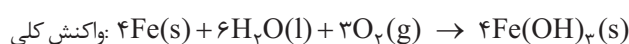
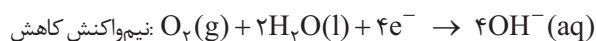
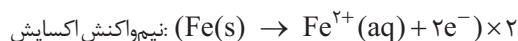
ورقه آهنی پوشیده شده با لایه نازک قلع - کاربرد در ساخت قوطی کنسرو روغن نباتی

قبل از ایجاد خراش حفاظت فلز قلع از آهن به عنوان پوشش آهن دچار خوردگی نمی شود.

بعد از ایجاد خراش آهن به دلیل E° کوچکتر (منفی تر) از قلع، به عنوان آند اکسایش یافته و خورده می شود.

قوطی های حلبی در اثر خراش زودتر دچار خوردگی می شوند.

برای ساخت ظروف بسته بندی مواد غذایی از حلبی استفاده می شود و از آهن سفید نباید استفاده کرد.



پوشاندن سطح یک فلز با لایه نازکی از فلزهای ارزشمند و مقاوم در برابر خوردگی، آبکاری نام دارد که در سلول های الکترولیتی انجام می شوند.

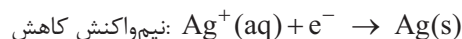
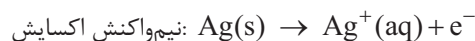
آبکاری

فلز پوشاننده (نقره) در آند خورده شده و به صورت یون (Ag^+) وارد محلول الکترولیت می شود.

کاتیون های فلز پوشاننده (Ag^+) در کاتد کاهش یافته و روی جسم مورد نظر (جسم فولادی) می نشینند.

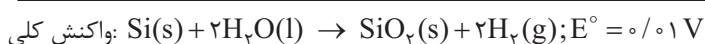
الکترولیت باید حاوی کاتیون های فلز آند (Ag^+) باشد.

جسمی که به عنوان کاتد (فولاد) قرار است توسط فلز نقره پوشیده شود، باید رسانای جریان برق باشد.





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



سلول‌های نور الکتروشیمیایی

مزایا:

(۱) استفاده از نور خورشید، ارزان است.

(۲) آلاینده‌گی کم‌تری تولید می‌شود.

عدد اکسایش عنصرها در حالت آزاد برابر صفر و در حالت یون تک‌ایمی برابر بار آن‌هاست.

عدد اکسایش فلزها در ترکیب‌ها: فلزهای گروه (۱) برابر (+۱)، فلزهای گروه (۲) برابر (+۲) و Al برابر (+۳)

عدد اکسایش فلزها در ترکیب‌های مختلف آن، برابر (-۱) است.

عدد اکسایش هیدروژن معمولاً برابر (+۱) است. به جز در ترکیب نافلزها که برابر (-۱) است.

عدد اکسایش اکسیژن، معمولاً برابر (-۲) است؛ به جز در ترکیب‌های: OF_2 ، $HO\dot{F}$ ، $\overset{-1}{O}_2$ و $\overset{+1}{F}_2$

مجموع عدد اکسایش اتم‌ها در یک مولکول، برابر صفر و در یک یون چندایمی برابر با بار یون است.

عدد اکسایش

❖❖ (۲) مسائل ❖❖

در واکنش‌های «اکسایش - کاهش»، برای تعیین شمار الکترون‌های مبادله‌شده می‌توان از روابط زیر استفاده کرد:

ضریب گونه کاهنده $\times$ زیروند گونه کاهنده $\times$ میزان تغییر عدد اکسایش گونه کاهنده
یا
ضریب گونه اکسنده $\times$ زیروند گونه اکسنده $\times$ میزان تغییر عدد اکسایش گونه اکسنده

محاسبه نیروی الکتروموتوری (emf) یک سلول گالوانی: $emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = E^\circ(\text{سلول})$

برای محاسبه 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:

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

وقتی تیغه‌ای را وارد محلول یونی با خاصیت اکسندگی بیشتر می‌کنیم، تغییر جرم تیغه برابر است با:

$$| \text{جرم فلز کاتدی کاهش‌یافته} - \text{جرم فلز آندی اکسایش‌یافته} | = \text{تغییر جرم تیغه}$$

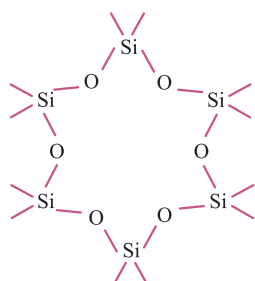
اگر همه رسوب تشکیل‌شده روی تیغه قرار گیرد، می‌توانیم از کسر تناسب زیر استفاده می‌کنیم:

$$\frac{\text{تغییر جرم تیغه}}{\text{جرم مولی فلز کاهنده} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم مولی یون اکسنده} \times \text{ضریب}}{\text{تغییر جرم تیغه}}$$

فصل ۳: شیمی جلوه‌ای از هنر، زیبایی و ماندگاری

سیلیس (SiO_2)

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



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



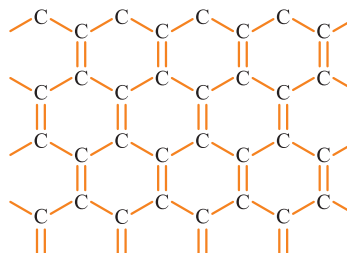
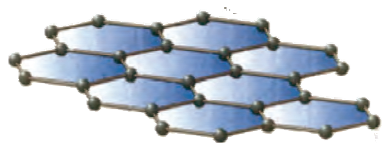
– دگرشکل (آلوتروپ) های کربن –

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

– گرافن –

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

۲) ساختار گرافن به صورت زیر است:



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

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

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

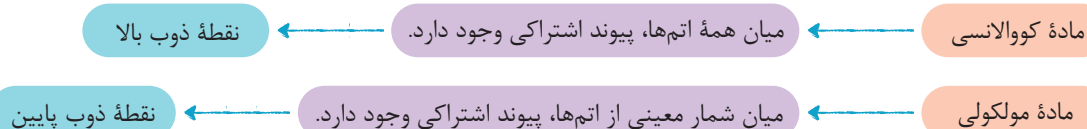
– سیلیسیم کرید –

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

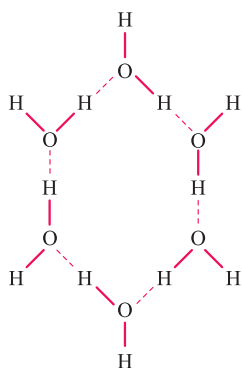
سیلیسیم > سیلیسیم کرید > الماس :سختی

سیلیسیم > سیلیس > سیلیسیم کرید > الماس :نقطه ذوب

– مقایسه مواد مولکولی و کووالانسی –



یخ ($\text{H}_2\text{O(s)}$)



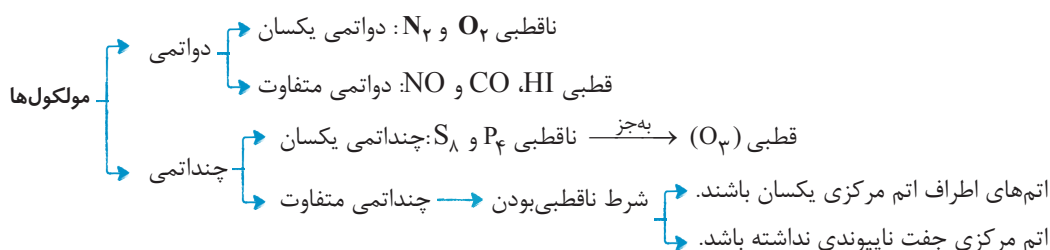
- ۱ آرایش منظم و سه بعدی با تشکیل حلقه‌های شش گوشه
- ۲ هر اتم اکسیژن، به دو اتم هیدروژن با پیوند اشتراکی و به دو اتم هیدروژن از مولکول‌های دیگر با پیوند هیدروژنی متصل است.
- ۳ در ساختار یخ، اطراف هر مولکول آب، ۴ پیوند هیدروژنی وجود دارد.
- ۴ اتم‌های اکسیژن در رأس حلقه‌های شش ضلعی قرار دارند و در این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

– رفتار مولکول‌ها و توزیع الکترون –

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

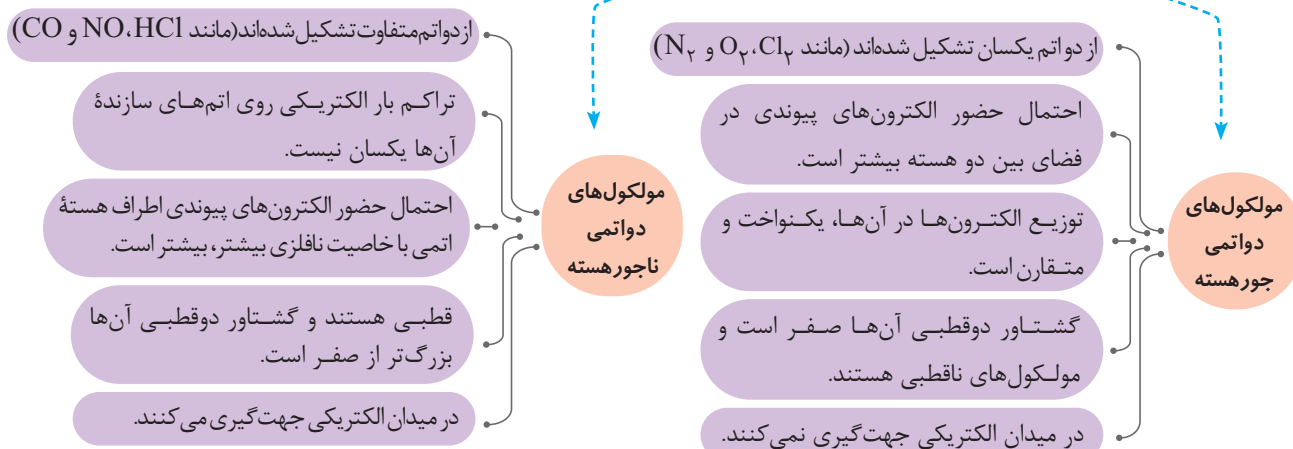


– شناسایی سریع مولکول‌های قطبی و ناقطبی –





– بررسی مولکول‌های دواتمی –



– بررسی کامل برخی از مولکول‌های مهم –

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

– عدد کوئوردیناسیون –

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

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

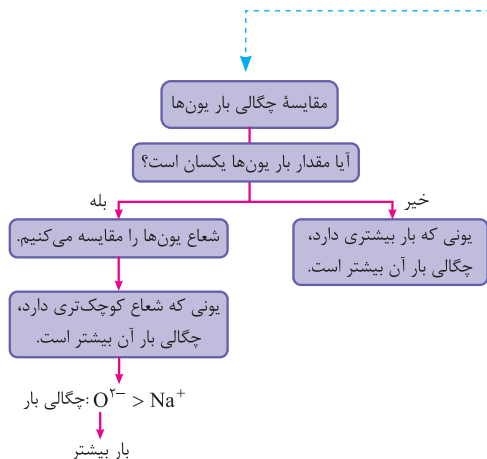
بار کاتیون α عدد کوئوردیناسیون کاتیون $\equiv$ شمار نزدیک‌ترین یون‌های ناهمنام پیرامون هر کاتیون

بار کاتیون α عدد کوئوردیناسیون آنیون $\equiv$ شمار نزدیک‌ترین یون‌های ناهمنام پیرامون هر آنیون

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

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

مقایسه شعاع یونها و چگالی بار یون



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

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

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

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

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

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

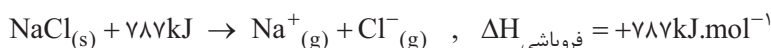
۵ اکنون به مقایسه اندازه شعاع و چگالی بار یون‌های گروه ۱۶ و ۱۷ از دوره دوم و سوم می‌پردازیم:

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

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

آنتالپی فروپاشی

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



۲ فروپاشی ΔH همواره مثبت (فرایندی گرماگیر) است.

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

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

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

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



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



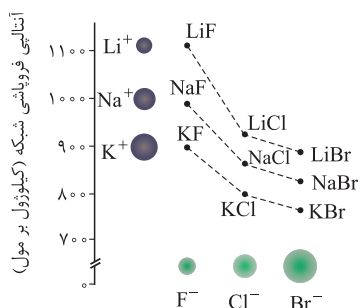
۶ با افزایش شعاع کاتیون فلزهای قلیایی، آنتالپی فروپاشی شبکه و چگالی بار آن‌ها کاهش پیدا می‌کند و در نتیجه آنتالپی فروپاشی هالید آن‌ها (MX)، کاهش می‌یابد.

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

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

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

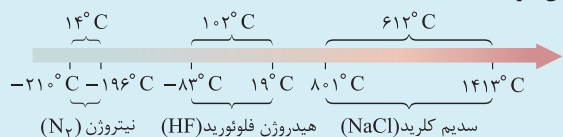
۸ تفاوت فروپاشی ΔH شبکه بلور یونی هالیدهای فلزات قلیایی با افزایش شعاع هالوژن کاهش می‌یابد. هم‌چنین تفاوت آنتالپی LiX و NaX بیشتر از تفاوت آنتالپی NaX و KX است، زیرا تفاوت شعاع یون Li^+ و Na^+ بیشتر از تفاوت شعاع Na^+ و K^+ است.



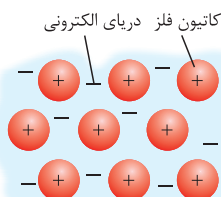


نکته مهم

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



فلزها، عنصرهایی شکل‌پذیر با جلای زیبا -



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

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

- وانادیم -

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

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 وانادیم	وانادیوم در این محلول به شکل یون چنداتی است.	وانادیوم در این محلول به شکل یون چنداتی است.	$[_{18}Ar]3d^2$	$[_{18}Ar]3d^3$

- ۲ با افزودن مقدار کافی گرد Zn به محلول نمک وانادیم، با اکسایش Zn و مشاهده تغییر رنگ محلول، می‌توان عدد اکسایش وانادیم در محلول ایجاد شده را تشخیص داد.
- ۳ یون وانادیم (V) که عدد اکسایش وانادیم در آن برابر +5 (بالاترین عدد اکسایش) است، تنها قادر به دریافت الکترون و کاهش یافتن می‌باشد؛ بنابراین فقط نقش اکسند را دارد.

- تیتانیم، فلزی فراتر از انتظار -

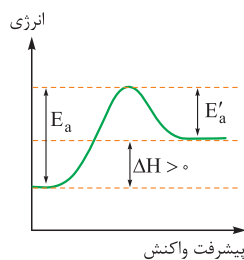
- ۱ در میان عنصرهای دسته d از دوره چهارم جدول تناوبی، تیتانیم ($_{22}Ti$) با ویژگی‌های باورنکردنی، فلزی فراتر از انتظار است. ماندگاری و استحکام مناسب از جمله این ویژگی‌ها است.

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

ویژگی	ماده	تیتانیوم	مقایسه	فولاد
نقطه ذوب ($^{\circ}\text{C}$)	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 ۴ دوازدهم: شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر

انرژی فعال‌سازی (E_a) در واکنش‌های شیمیایی



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

واکنش‌های شیمیایی گرماگیر

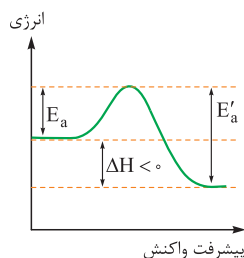
سطح انرژی: قله نمودار < فراورده‌ها < واکنش‌دهنده‌ها
 $E_a > \Delta H$

پایداری: قله نمودار > فراورده‌ها > واکنش‌دهنده‌ها

واکنش‌های شیمیایی گرماده

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

پایداری: قله نمودار > واکنش‌دهنده‌ها > فراورده‌ها



سرعت واکنش کمتر

هر چه انرژی فعال‌سازی (E_a) بیشتر

سرعت واکنش بیشتر

هر چه انرژی فعال‌سازی (E_a) کمتر

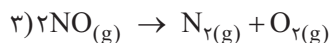
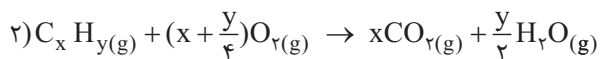
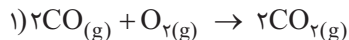
کاتالیزگر

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



– مبدل کاتالیستی خودروهای بنزینی –

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



۲) واکنش‌های بالا، مقدار E_a بالایی دارند.

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

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

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

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

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

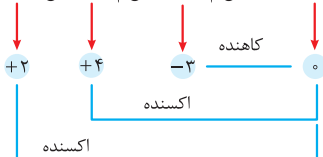
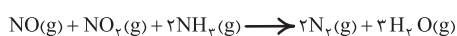
●●● نکته مهم

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

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

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

– مبدل کاتالیستی خودروهای دیزلی –



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

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

●●● نکته مهم

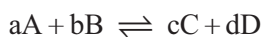
در قسمت ورودی این نوع مبدل کاتالیستی، ۴ آلاینده وجود دارد و در قسمت خروجی این نوع مبدل کاتالیستی، ۳ گاز (CO_2 ، H_2O)، N_2 وجود دارد. (دقت کنید که دیگر O_2 در خروجی این نوع مبدل کاتالیستی وجود ندارد!)

– واکنش‌های تعادلی –

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

ثابت تعادل

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



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

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

نکته مهم

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

- اصل لوشاتلیه -

اثر تغییر غلظت بر تعادل

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

۲ تغییر غلظت مواد جامد (s) و مایع (l) موجب جابه جایی تعادل نمی شود.

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

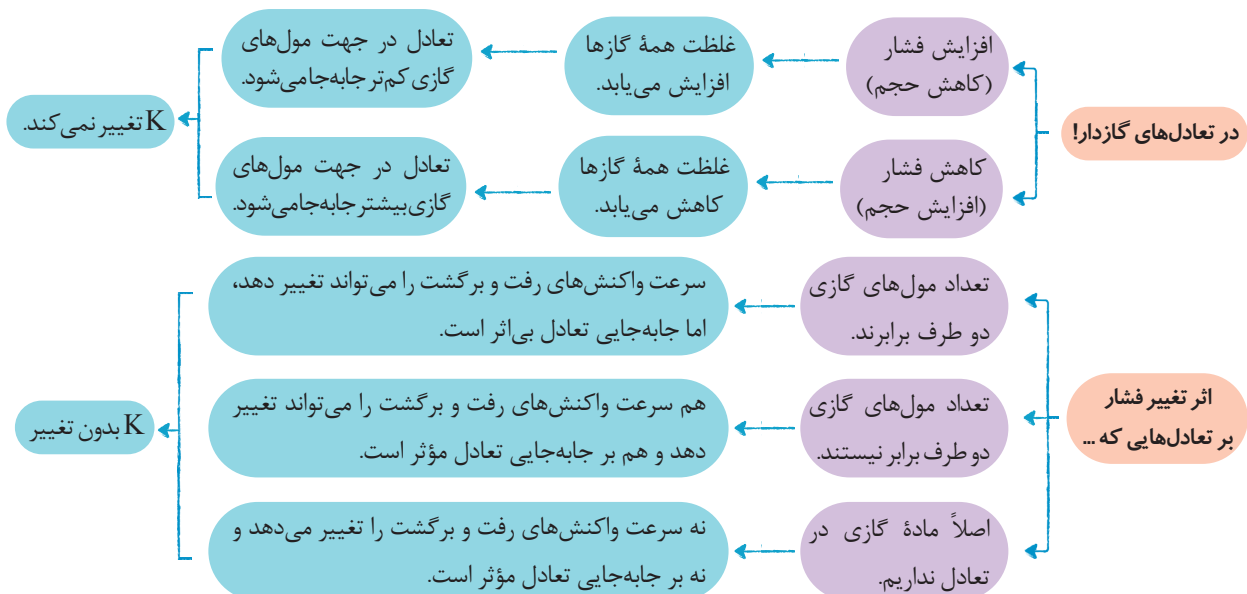
۴ اگر عبارت K شامل چند ماده گازی (g) و محلول (aq) باشد، تغییر اعمال شده به طور کامل جبران نمی شود و بر فرض اگر غلظت ماده ای

را افزایش دهیم، تعادل در جهت مصرف آن پیش می رود، اما غلظت آن ماده در تعادل جدید بیشتر از تعادل اولیه باقی می ماند.

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

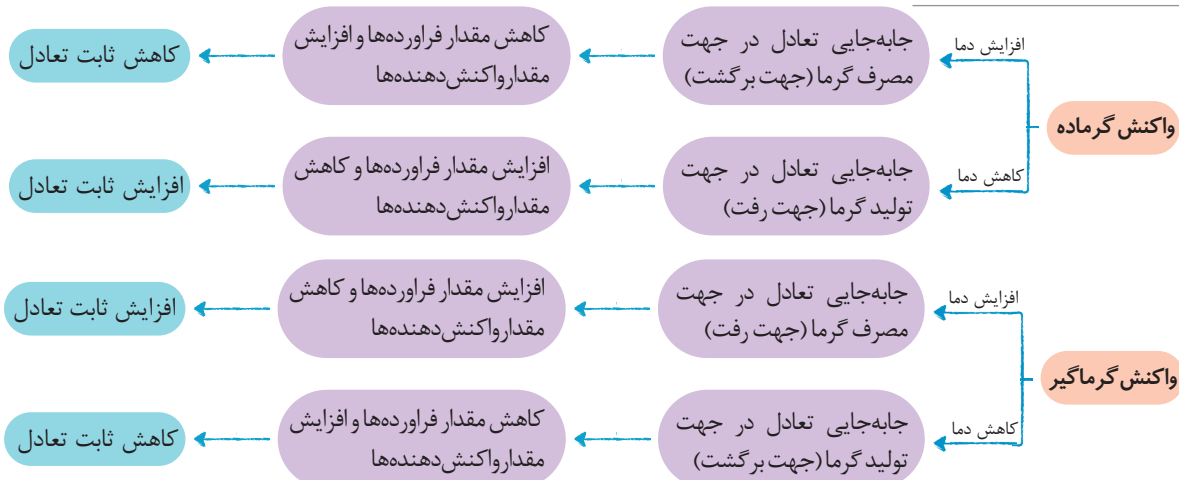
یا افزایش غلظت یکی از اجزای واکنش، سرعت واکنش های رفت و برگشت در تعادل جدید برابر، اما کمتر از تعادل اولیه است.

اثر تغییر حجم (تغییر فشار) بر تعادل





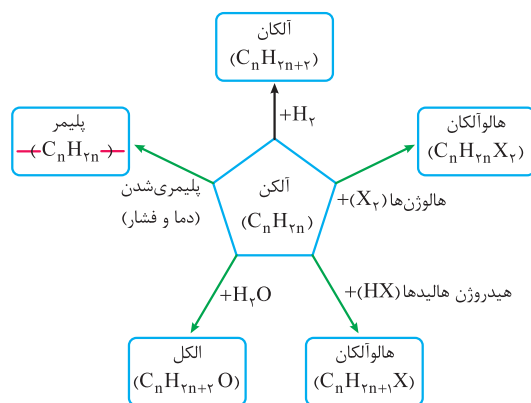
اثر تغییر دما بر تعادل



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

– سنتز مولکول‌های آلی –

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

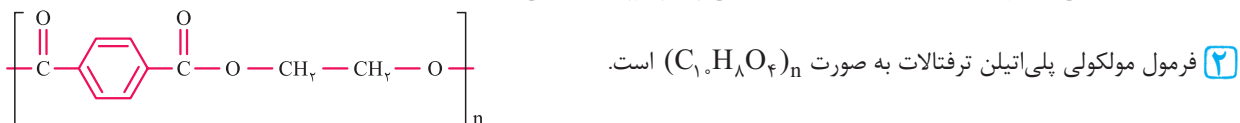


۲ در جدول زیر، برخی از موادی را که با استفاده از گاز اتن تولید می‌شوند، بررسی می‌کنیم:

نام واکنش	معادله واکنش	کاربرد فراورده تولید شده
واکنش تولید گاز اتان	$C_2H_4(g) + H_2(g) \xrightarrow{Ni(s)} C_2H_6(g)$	سوخت
واکنش تولید کلرواتان	$C_2H_4(g) + HCl(g) \rightarrow C_2H_5Cl(g)$	افشانه بی‌حس‌کننده موضعی
واکنش تولید پلی‌اتن	$C_2H_4(g) \xrightarrow{\text{فشار و دما}} (C_2H_4)_n(s)$	سازنده اصلی برخی لوازم پلاستیکی
واکنش تولید اتانول	$C_2H_4(g) + H_2O(g) \xrightarrow{H_2SO_4} C_2H_5OH(l)$	ضد عفونی‌کننده – حلال صنعتی
واکنش تولید اتیل استات	$C_2H_4(g) + H_2O(g) \xrightarrow{H_2SO_4} C_2H_5OH(l)$ $C_2H_5OH(l) + C_2H_3Cl_2(g) \xrightarrow{H_2SO_4} C_2H_5OC_2H_3(l) + H_2O(l)$	حلال چسب

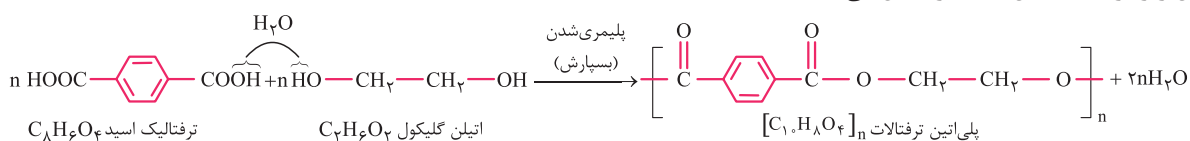
PET

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



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

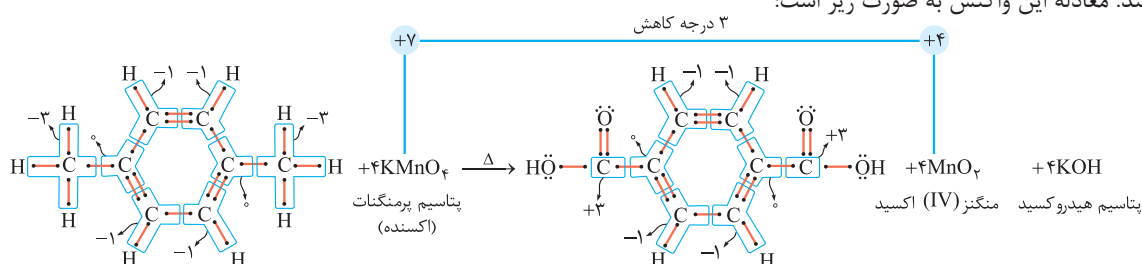
● شکل زیر فرایند تشکیل PET را نشان می دهد:



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

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

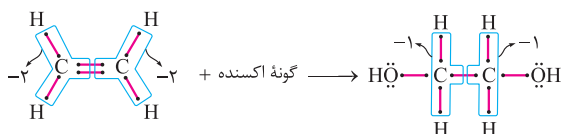
۳) ترفتالیک اسید را می توان از اکسایش پارازایلن به دست آورد. در این واکنش، پتاسیم پرمنگنات اکسنده ای است که محلول غلیظ آن در شرایط مناسب پارازایلن را با بازده نسبتاً خوب بر اساس معادله $C_8H_{10} + 4KMnO_4 \rightarrow C_8H_6O_4 + 4MnO_2 + 4KOH$ به ترفتالیک اسید تبدیل می کند. معادله این واکنش به صورت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



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

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

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

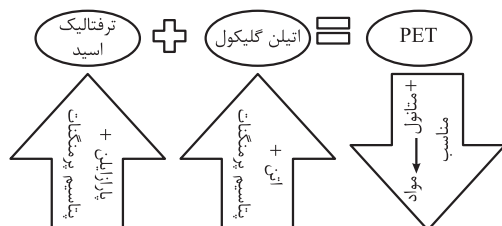




متانول (CH_3OH)

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

۲ شکل های مقابل نمایی کلی درباره سنتز و تجزیه PET نشان می دهند:

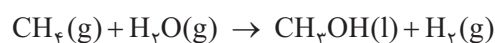
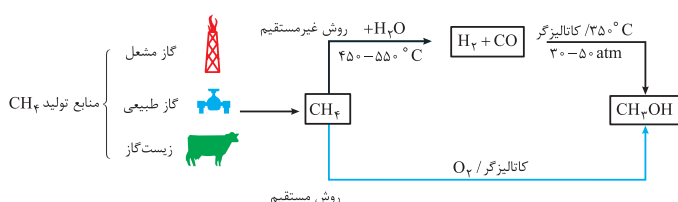


۳ متانول (CH_3OH) مایعی بی رنگ، بسیار سمی و ساده ترین عضو خانواده الک ها است که می توان آن را از چوب تهیه کرد.

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

۵ واکنش کلی تولید غیرمستقیم

متانول از متان به صورت مقابل است:



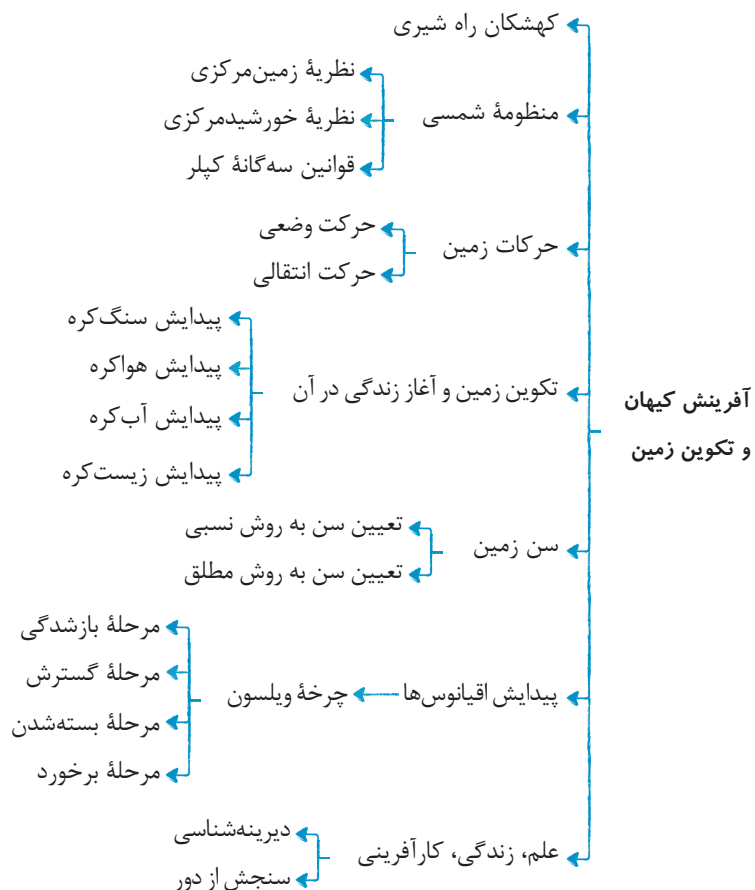
● در روش غیرمستقیم، دمای مرحله اول بیشتر و فشار مرحله دوم بیشتر است.



مروارثه شبی آزمون

زمین شناسی

زمین شناسی



دوازدهم تجربی

مروارثه شبی آزمون

