

بخش ۱

شایستگی‌های علوم پایه

اتحادها

$$(x+y)^r = x^r + 2xy + y^r$$

$$(x-y)^r = x^r - 2xy + y^r$$

$$(x+a)(x+b) = x^r + (a+b)x + ab$$

$$(x+y)^r = x^r + 2xy + y^r$$

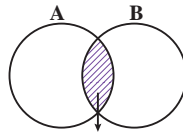
$$(x-y)^r = x^r - 2xy + y^r$$

$$x^r - y^r = (x-y)(x+y)$$

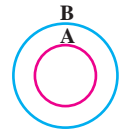
$$x^r - y^r = (x-y)(x^r + xy + y^r)$$

$$x^r + y^r = (x+y)(x^r - xy + y^r)$$

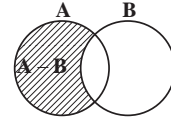
مجموعه‌ها



$A \cap B$
اشتراک دو مجموعه



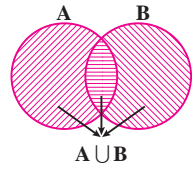
$A \subseteq B, B \not\subseteq A$
زیر مجموعه



$A - B$



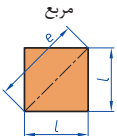

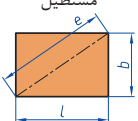

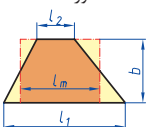

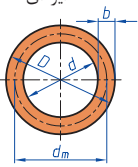
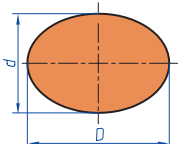
$B - A$
تفاضل دو مجموعه

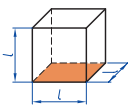
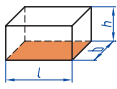
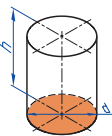
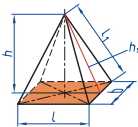
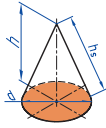



$A \cup B$
اجتماع دو مجموعه

نمایش مجموعه به صورت بازه

| نمایش مجموعه | نمایش روی محور | نمایش بازه |
|---|----------------|----------------|
| $\{x \in \mathbb{R} \mid a \leq x \leq b\}$ | | $[a, b]$ |
| $\{x \in \mathbb{R} \mid a < x \leq b\}$ | | $(a, b]$ |
| $\{x \in \mathbb{R} \mid a \leq x < b\}$ | | $[a, b)$ |
| $\{x \in \mathbb{R} \mid a < x < b\}$ | | (a, b) |
| $\{x \in \mathbb{R} \mid a < x\}$ | | $(a, +\infty)$ |
| $\{x \in \mathbb{R} \mid x \leq b\}$ | | $(-\infty, b]$ |

| | | |
|--|---|---|
| <p>مربع</p>  | <p>L طول ضلع e قطر A مساحت</p> | <p>$A=L^2$ $e=\sqrt{2} \cdot L$</p> |
| <p>لوزی</p>  | <p>b ارتفاع L طول ضلع A مساحت</p> | <p>$A=L \cdot b$</p> |
| <p>مستطیل</p>  | <p>e قطر b عرض L طول A مساحت</p> | <p>$e=\sqrt{L^2 + b^2}$ $A=L \cdot b$</p> |
| <p>متوازی الاضلاع</p>  | <p>l طول b عرض A مساحت</p> | <p>$A=L \cdot b$</p> |
| <p>دوزنقه</p>  | <p>A مساحت L_1 طول قاعده بزرگ L_2 طول قاعده بزرگ L_m طول متوسط b عرض</p> | <p>$L_m = \frac{L_1 + L_2}{2}$ $A = L_m \cdot b$ $A = \frac{L_1 + L_2}{2} \cdot b$</p> |
| <p>مثلث</p>  | <p>A مساحت L طول قاعده b ارتفاع</p> | <p>$A = \frac{L \cdot b}{2}$</p> |
| <p>حلقه دایره‌ای</p>  | <p>A مساحت D قطر خارجی d قطر داخلی d_m قطر متوسط b عرض</p> | <p>$d_m = \frac{D+d}{2}$ $A = \pi \cdot d_m \cdot b$ $A = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2)$</p> |
| <p>بیضی</p>  | <p>A مساحت D قطر بزرگ d قطر کوچک U محیط</p> | <p>$U = \frac{\pi}{2} \cdot (D+d)$ $A = \frac{\pi \cdot D \cdot d}{4}$</p> |

| | | |
|--|---|---|
| <p>مكعب</p>  | <p>A_0 مساحت L طول ضلع V حجم</p> | <p>$A_0 = 6L^2$ $V = L^3$</p> |
| <p>مكعب مستطیل</p>  | <p>b عرض h ارتفاع A_0 مساحت L طول قاعده V حجم</p> | <p>$V = L \cdot b \cdot h$ $A_0 = 2 \cdot (L \cdot b + L \cdot h + b \cdot h)$</p> |
| <p>استوانه</p>  | <p>A_m مساحت جانبی h ارتفاع V حجم A_0 مساحت</p> | <p>$A_m = \pi \cdot d \cdot h$ $V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h$ $A_0 = \pi \cdot d \cdot h + 2 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}$</p> |
| <p>هرم منتظم</p>  | <p>h ارتفاع h_s ارتفاع وجه b عرض قاعده L_1 طول یال L طول قاعده V حجم</p> | <p>$V = \frac{L \cdot b \cdot h}{3}$ $L_1 = \sqrt{h_s^2 + \frac{b^2}{4}}$ $h_s = \sqrt{h^2 + \frac{L^2}{4}}$</p> |
| <p>مخروط</p>  | <p>V حجم d قطر h ارتفاع h_s طول یال A_M مساحت جانبی</p> | <p>$h_s = \sqrt{\frac{d^2}{4} + h^2}$ $A_M = \frac{\pi \cdot d \cdot h_s}{2}$ $V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \frac{h}{3}$</p> |
| <p>كره</p>  | <p>A_0 مساحت V حجم d قطر كره</p> | <p>$A_0 = \pi \cdot d^2$ $V = \frac{\pi \cdot d^3}{6}$</p> |

نسبت و تناسب

۱ در حالت کلی، دو نسبت a به b و c به d مساوی‌اند، هرگاه برای یک عدد مانند k داشته باشیم:

$$c=kd \text{ و } a=kd \text{ یا } \frac{a}{b} = \frac{c}{d} = k$$

۲ اگر a و b مقادیر متناظر دو کمیت باشند که با هم رابطه معکوس دارند، مقدار $k = a \times b$ ثابت است و اگر c و d دو مقدار متناظر دیگر از همین کمیت باشند، داریم:

$$a = \frac{k}{d} \text{ و } c = \frac{k}{d} \text{ یا } k = a \times b = c \times d$$

۳ خواص عملیات

در عبارت‌های زیر، فرض بر آن است که مخرج‌ها مخالف صفر هستند.

| | | |
|--|--|--------------------------------------|
| $\frac{a}{b} = \frac{ca}{cb} (c \neq 0)$ | $c \times \frac{a}{b} = \frac{ca}{b}$ | $\frac{a}{b} = a \times \frac{1}{b}$ |
| $\frac{\frac{a}{c}}{\frac{b}{c}} = \frac{a}{c} \div \frac{b}{c}$ | $-\frac{a}{b} = \frac{-a}{b} = \frac{a}{-b}$ | |
| $\frac{\frac{a}{b}}{\frac{c}{d}} = \frac{ad}{bc}$ | $\frac{a}{b} \times \frac{c}{d} = \frac{ac}{bd}$ | |

تساوی $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$ معادل است با $a \times d = b \times c$

درصد و کاربردهای آن

۱ معادله درصد: رابطه بین مقدار اولیه، درصدی از مقدار اولیه و مقدار نهایی را نشان می‌دهد.

$$b = x \times a$$

\swarrow مقدار اولیه \searrow مقدار نهایی
 \downarrow
 درصد به صورت عدد اعشاری / کسری

۲ درصد تغییر: برای هر کمیتی مقدار

$$\frac{\text{مقدار اولیه} - \text{مقدار نهایی}}{\text{مقدار اولیه}} \times 100 = \frac{\text{میزان تفاوت در مقدار}}{\text{مقدار اولیه}} \times 100 = \text{نسبت تغییر} \times 100$$

را درصد تغییر آن کمیت می‌نامند.

درصد تغییر می‌تواند منفی هم باشد که به معنای کاهش است.

$$ax^2 + bx + c = 0$$

$$\Delta = b^2 - 4ac \begin{cases} \Delta > 0 \Rightarrow x_1, x_2 = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a} \\ \Delta = 0 \Rightarrow x_1, x_2 = \frac{-b}{2a} \\ \Delta < 0 \Rightarrow \text{معادله ریشه ندارد} \end{cases}$$

نامعادله درجه دوم

نامساوی‌هایی به صورت $ax^2 + bx + c \geq 0$ یا $ax^2 + bx + c \leq 0$ که در آن a, b, c اعداد داده حقیقی هستند ($a \neq 0$) را نامعادله درجه دوم می‌نامند. مقدارهایی از x که نامعادله را به یک نامساوی درست تبدیل می‌کنند، جواب‌های نامعادله می‌نامند.

توان و ریشه یابی

$$a^m \times a^n = a^{m+n}$$

$$\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n} \quad \frac{a^m}{a^n} = \frac{1}{a^{m-n}} \quad (a \neq 0)$$

$$(a^m)^n = a^{mn}$$

$$(ab)^n = a^n b^n, \quad \left(\frac{a}{b}\right)^n = \frac{a^n}{b^n} \quad (b \neq 0)$$

$$a^0 = 1 \quad (a \neq 0)$$

$$a^{-n} = \frac{1}{a^n} \quad (a \neq 0)$$

$$a^{1/n} = \sqrt[n]{a}$$

$$a^{m/n} = \sqrt[n]{a^m} = (\sqrt[n]{a})^m$$

$$\sqrt[n]{a^n} = (\sqrt[n]{a})^n = a$$

$$\sqrt[n]{a} \sqrt[n]{b} = \sqrt[n]{ab}$$

$$\sqrt[m]{\sqrt[n]{a}} = \sqrt[mn]{a}$$

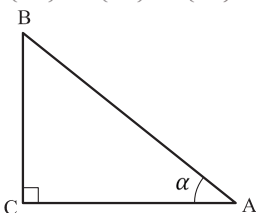
$$\frac{\sqrt[n]{a}}{\sqrt[n]{b}} = \sqrt[n]{\frac{a}{b}} \quad (b \neq 0)$$

مثلثات

۱ یکی از حالات تشابه دو مثلث، تساوی زاویه‌های آن دو مثلث می‌باشد.

۲ رابطه فیثاغورس: در مثلث قائم‌الزاویه ABC داریم:

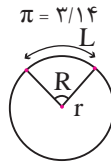
$$(AB)^2 = (AC)^2 + (BC)^2$$



۳ نسبت‌های مثلثاتی یک زاویه تند:

در مثلث قائم‌الزاویه ABC زاویه تند α را در نظر بگیرید. بنا به تعریف داریم:

$$\tan \alpha = \frac{\text{طول ضلع روبه‌روی زاویه } \alpha}{\text{طول ضلع مجاور زاویه } \alpha} = \frac{BC}{AC}$$



$$R = \frac{L}{r} \quad (\text{رادیان})$$

$$\sin \alpha = \frac{\text{طول ضلع روبه‌روی زاویه } \alpha}{\text{وتر}} = \frac{BC}{AB}$$

$$\frac{L}{r} = \frac{\pi}{180} D \quad (\text{درجه})$$

$$\cos \alpha = \frac{\text{طول ضلع مجاور زاویه } \alpha}{\text{وتر}} = \frac{AC}{AB}$$

$$D = \frac{180}{\pi} R \quad (\text{درجه})$$

۴ روابط بین نسبت‌های مثلثاتی:

$$\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \quad (\text{ب})$$

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \quad (\text{الف})$$

| | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| $\sin(\pi - \theta) = \sin \theta$ | $\cos(\pi - \theta) = -\cos \theta$ | $\tan(\pi - \theta) = -\tan \theta$ |
| $\sin(\pi + \theta) = -\sin \theta$ | $\cos(\pi + \theta) = -\cos \theta$ | $\tan(\pi + \theta) = \tan \theta$ |
| $\sin(-\theta) = -\sin \theta$ | $\cos(-\theta) = \cos \theta$ | $\tan(-\theta) = -\tan \theta$ |
| $\sin(2\pi + \theta) = \sin \theta$ | $\cos(2\pi + \theta) = \cos \theta$ | $\tan(2\pi + \theta) = \tan \theta$ |
| $\sin(2\pi - \theta) = -\sin \theta$ | $\cos(2\pi - \theta) = \cos \theta$ | $\tan(2\pi - \theta) = -\tan \theta$ |

| Angle A in degrees | Angle A in radians | $\sin A$ | $\cos A$ | $\tan A$ | $\cot A$ |
|--------------------|--------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------|-----------------------|
| 0° | 0 | 0 | 1 | 0 | ∞ |
| 15° | $\frac{\pi}{12}$ | $\frac{1}{4}(\sqrt{6} - \sqrt{2})$ | $\frac{1}{4}(\sqrt{6} + \sqrt{2})$ | $2 - \sqrt{3}$ | $2 + \sqrt{3}$ |
| 30° | $\frac{\pi}{6}$ | $\frac{1}{2}$ | $\frac{1}{2}\sqrt{3}$ | $-\sqrt{3}$ | $\sqrt{3}$ |
| 45° | $-\frac{\pi}{4}$ | $\frac{1}{2}\sqrt{2}$ | $\frac{1}{2}\sqrt{2}$ | 1 | 1 |
| 60° | $\frac{\pi}{3}$ | $-\sqrt{3}$ | $\frac{1}{2}$ | $\sqrt{3}$ | $\frac{1}{3}\sqrt{3}$ |
| 75° | $\frac{5\pi}{12}$ | $\frac{1}{4}(\sqrt{6} + \sqrt{2})$ | $\frac{1}{4}(\sqrt{6} - \sqrt{2})$ | $2 + \sqrt{3}$ | $2 - \sqrt{3}$ |
| 90° | $\frac{\pi}{2}$ | 1 | 0 | $\mp \infty$ | 0 |

| Angle A in degrees | Angle A in radians | sin A | cos A | tan A | cot A |
|--------------------|--------------------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|------------------------|
| 105° | $\frac{7\pi}{12}$ | $\frac{1}{4}(\sqrt{6} + \sqrt{2})$ | $-\frac{1}{4}(\sqrt{6} - \sqrt{2})$ | $-(2 + \sqrt{3})$ | $-(2 - \sqrt{3})$ |
| 120° | $\frac{2\pi}{3}$ | $\frac{1}{2}\sqrt{3}$ | $-\frac{1}{2}$ | $-\sqrt{3}$ | $-\frac{1}{3}\sqrt{3}$ |
| 135° | $\frac{3\pi}{4}$ | $\frac{1}{2}\sqrt{2}$ | $-\frac{1}{2}\sqrt{2}$ | -1 | -1 |
| 150° | $\frac{5\pi}{6}$ | $\frac{1}{2}$ | $-\frac{1}{2}\sqrt{3}$ | $-\frac{1}{3}\sqrt{3}$ | $-\sqrt{3}$ |
| 165° | $\frac{11\pi}{12}$ | $\frac{1}{4}(\sqrt{6} - \sqrt{2})$ | $-\frac{1}{4}(\sqrt{6} + \sqrt{2})$ | $-(2 - \sqrt{3})$ | $-(2 + \sqrt{3})$ |
| 180° | π | 0 | -1 | 0 | $\mp\infty$ |

✓ لگاریتم و خواص آن:

اگر a یک عدد حقیقی مثبت مخالف ۱ باشد و اعداد حقیقی b و c به گونه‌ای باشند که: $b = a^c$ آنگاه c را لگاریتم b در مبنای a می‌نامند و با $\log_a b$ نشان می‌دهند. به عبارت دیگر داریم:

$$\log_a b = c$$

■ فقط اعداد مثبت لگاریتم دارند، یعنی عبارت $\log_a b$ فقط برای $b > 0$ تعریف می‌شود.

■ برای $b, c > 0$ داریم:

$$\log(bc) = \log b + \log c$$

■ در حالت کلی: برای هر $a, b > 0$ داریم:

$$\log(a+b) \neq \log a + \log b$$

■ برای $b, c > 0$ داریم:

$$\log \frac{b}{c} = \log b - \log c$$

■ در حالت کلی: برای هر $a, b > 0$ داریم:

$$\log(a-b) \neq \log a - \log b$$

■ برای $b > 0$ و هر عدد حقیقی x داریم:

$$\log b^x = x \log b$$

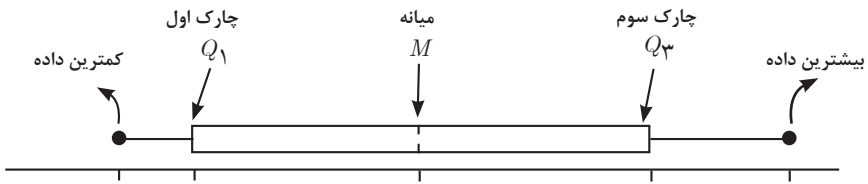
■ برای $a, b > 0$ و $a \neq 1$ داریم:

$$\log_a b = \frac{\log b}{\log a}$$

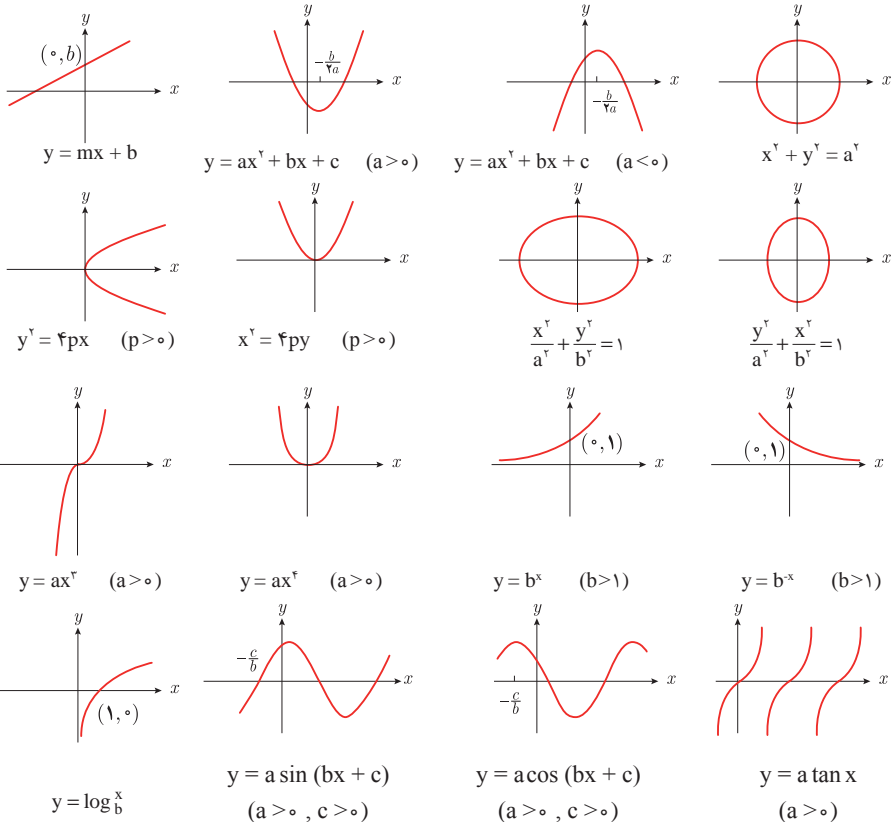
✓ آمار توصیفی:

- نمودار پراکنش دو کمیت، مجموعه‌ای از نقاط در صفحه مختصات است که طول و عرض هر نقطه، داده‌های مربوط به اندازه‌گیری‌های متناظر دو کمیت است.
- x و y دو کمیت مرتبط هستند. اگر مقادیر این دو کمیت برای برخی از x ها در یک بازه، مشخص باشد، پیش‌بینی مقادیر y به ازای x های مشخص در این بازه به کمک خط برازش را درون‌یابی و پیش‌بینی مقادیر y به ازای x های مشخص در خارج از این بازه را بیرون‌یابی می‌نامند.
- پس از مرتب کردن مقادیر داده‌ها، عددی را که تعداد داده‌های قبل از آن با تعداد داده‌های بعد از آن برابر است را میانه می‌نامند.

■ نمودار جعبه‌ای



■ نمودارها و منحنی‌ها



$$\lim_{x \rightarrow a} f(x) = A \quad \lim_{x \rightarrow a} g(x) = B \iff \text{اگر}$$

$$\lim_{x \rightarrow a} k = k \quad \text{و} \quad \lim_{x \rightarrow a} [k \cdot f(x)] = k \cdot \lim_{x \rightarrow a} f(x) = k \cdot A$$

$$\lim_{x \rightarrow a} [f(x) \pm g(x)] = \lim_{x \rightarrow a} f(x) \pm \lim_{x \rightarrow a} g(x) = A \pm B$$

$$\lim_{x \rightarrow a} [f(x) \cdot g(x)] = [\lim_{x \rightarrow a} f(x)] \cdot [\lim_{x \rightarrow a} g(x)] = A \cdot B$$

$$\lim_{x \rightarrow a} \frac{f(x)}{g(x)} = \frac{\lim_{x \rightarrow a} f(x)}{\lim_{x \rightarrow a} g(x)} = \frac{A}{B} \quad B \neq 0$$

$$p(x) \quad \text{چند جمله‌ای باشد} \implies \lim_{x \rightarrow a} p(x) = p(a)$$

$$\lim_{x \rightarrow a} [f(x)]^k = [\lim_{x \rightarrow a} f(x)]^k = A^k$$

■ پیوستگی و ناپیوستگی تابع‌ها

تابع f و یک نقطه a از دامنه آن را در نظر بگیرید. گوییم تابع f در نقطه a پیوسته است، هرگاه حد f در a موجود باشد و

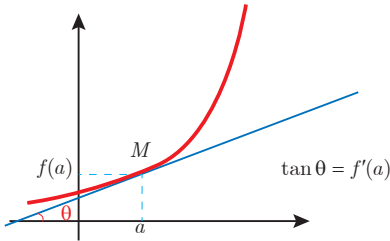
$$\lim_{x \rightarrow a} f(x) = f(a)$$

در غیر این صورت گوییم تابع f در نقطه a ناپیوسته است. اگر تابعی در همه نقاط دامنه خود پیوسته باشد، آن را تابعی پیوسته می‌نامند.

✓ مشتق و شیب خط مماس بر نمودار تابع

فرض کنید تابع f در نقطه a از دامنه خود مشتق پذیر باشد. در این صورت، $f'(a)$ نشان دهنده

شیب خط مماس بر نمودار این تابع در نقطه $M = \begin{bmatrix} a \\ f(a) \end{bmatrix}$ است.



مشتق تابع

$$m_{\text{tan}} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x_1 + h) - f(x_1)}{h}$$

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

$$f(x) = k \quad f'(x) = 0.$$

$$f(x) = x^n \quad f'(x) = nx^{n-1}$$

$$f(x) = k \cdot g(x) \quad f'(x) = k \cdot g'(x)$$

$$f(x) = u(x) \pm v(x) \quad f'(x) = u'(x) \pm v'(x).$$

$$f(x) = u(x) \cdot v(x) \quad f'(x) = u(x) \cdot v'(x) + v(x) \cdot u'(x).$$

$$f(x) = u(x)/v(x) \quad f'(x) = \frac{v(x) \cdot u'(x) - u(x) \cdot v'(x)}{[v(x)]^2}.$$

$$y = f[g(x)] \quad \frac{dy}{dx} = f'[g(x)] \cdot g'(x).$$

اندازه‌گیری و دستگاه بین‌المللی یکاها

کمیت‌های اصلی و یکای آنها

| نماد یکا | نام یکا | کمیت |
|----------|-------------|----------------|
| m | متر | طول |
| kg | کیلوگرم | جرم |
| s | ثانیه | زمان |
| K | کلوین | دما |
| mol | مول | مقدار ماده |
| A | آمپر | جریان الکتریکی |
| cd | کندلا (شمع) | شدت روشنایی |

یکای فرعی

| یکای فرعی | یکای SI | کمیت |
|----------------------------------|------------------|-------------|
| m/s | m/s | تندی و سرعت |
| m/s ² | m/s ² | شتاب |
| kg.m/s ² | نیوتون (N) | نیرو |
| kg/ms ² | پاسکال (Pa) | فشار |
| kgm ² /s ² | ژول (J) | انرژی |

مقادیر تقریبی برخی طول‌های اندازه‌گیری شده

| طول m | جسم | طول m | جسم |
|--------------------------|-------------------------------------|----------------------|--|
| 9×10^1 | طول زمین فوتبال | $2/8 \times 10^{21}$ | فاصله منظومه شمسی تا نزدیک‌ترین کهکشان |
| 5×10^{-2} | طول بدن نوعی مگس | 4×10^{16} | فاصله منظومه شمسی تا نزدیک‌ترین ستاره |
| 1×10^{-4} | اندازه ذرات کوچک گردوخاک | 9×10^5 | یک سال نوری |
| 1×10^{-5} | اندازه یاخته‌های بیشتر موجودات زنده | $1/5 \times 10^{11}$ | شعاع مدار میانگین زمین به دور خورشید |
| $5/2 - 2 \times 10^{-6}$ | اندازه بیشتر میکروب‌ها | $3/84 \times 10^8$ | فاصله میانگین ماه از زمین |
| $1/56 \times 10^{-10}$ | قطر اتم هیدروژن | $6/4 \times 10^6$ | فاصله میانگین زمین |
| $1/75 \times 10^{-15}$ | قطر هسته اتم هیدروژن (قطر پروتون) | $3/6 \times 10^7$ | فاصله ماهواره‌های مخابراتی از زمین |

مقادیر تقریبی برخی جرم‌های اندازه‌گیری شده

| جرم (kg) | جسم | جرم (kg) | جسم |
|------------------------|-------------|-----------------------|------------------|
| 7×10^1 | انسان | 1×10^{52} | عالم قابل مشاهده |
| 1×10^{-1} | قورباغه | 7×10^{21} | کهنکشان راه شیری |
| 1×10^{-3} | پشه | 2×10^{30} | خورشید |
| 1×10^{-15} | باکتری | 6×10^{24} | زمین |
| $1/6 \times 10^{-27}$ | اتم هیدروژن | $7/34 \times 10^{22}$ | ماه |
| $9/11 \times 10^{-31}$ | الکترون | 1×10^2 | کوسه |

مقادیر تقریبی برخی از بازه‌های اندازه‌گیری شده

| ثانیه | بازه زمانی |
|-----------------------|----------------------------|
| 5×10^{17} | سن عالم |
| $1/43 \times 10^{17}$ | سن زمین |
| 2×10^9 | میانگین عمر یک انسان |
| $3/15 \times 10^7$ | یک سال |
| $8/6 \times 10^4$ | یک روز |
| 8×10^{-1} | زمان بین دو ضربان عادی قلب |

واحدهای اندازه‌گیری انگلیسی

1 واحدهای اندازه‌گیری طول

1 اینچ (in) = 2/54 سانتی‌متر (cm) = 25/4 میلی‌متر (mm)

1 فوت (ft) = 12 اینچ (in)

1 سانتی‌متر متر $\cong 90$ اینچ (in) = 36 فوت (ft) = 3 یارد (yd)

1 متر (m) = 1609/344 اینچ (in) = 63360 فوت (ft) = 5280 مایل خشکی (mil)

1 متر (m) $\cong 1853$ فوت $\cong 6080$ مایل دریایی

1 مایل خشکی $\cong 1/15$ مایل دریایی

| ضریب تبدیل (با تقریب کمتر از ۰/۰۱) | به | برای تبدیل از |
|------------------------------------|-----------|---------------|
| ۱/۶۱ | کیلومتر | مایل |
| ۲/۵۴ | سانتی‌متر | اینچ |
| ۰/۳۱ | متر | فوت |
| ۰/۹۱ | متر | یارد |
| ۰/۶۲ | مایل | کیلومتر |
| ۰/۳۹ | اینچ | سانتی‌متر |
| ۳/۲۸ | فوت | متر |
| ۱/۰۹ | یارد | متر |

۲ واحدهای اندازه‌گیری جرم

$$\begin{aligned}
 1 \text{ گرم (g)} &= 0.035 \text{ اونس (oz)} & 1 \text{ اونس (oz)} &\cong 28 \text{ گرم (g)} \\
 1 \text{ کیلوگرم (kg)} &\cong 2.2 \text{ اونس (oz)} & 1 \text{ پوند (lb)} &= 16 \text{ اونس (oz)} \cong 450 \text{ (g)} \\
 1 \text{ پوند (lb)} &\cong 0.45 \text{ کیلوگرم (kg)} & 1 \text{ تن (T)} &\cong 2200 \text{ پوند (lb)}
 \end{aligned}$$

۲ واحدهای اندازه‌گیری حجم

$$\begin{aligned}
 1 \text{ میلی‌لیتر (ml)} &= 5 \text{ فاشق چایخوری (tsp)} \\
 1 \text{ میلی‌لیتر (ml)} &= 15 \text{ فاشق سوپ‌خوری (tbsp)} \\
 1 \text{ فنجان (C)} &= 240 \text{ میلی‌لیتر (ml)}
 \end{aligned}$$

تبدیل واحدها

سطح

| | | |
|--|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 10^{-4} = یک‌سنتی‌مترمربع (cm ²) | $m^2 = 10^{-1} \cdot k$ | $m^2 = 10^{-4} \cdot h$ |
| $= 0.155 \cdot \text{inch}^2$ | $= 1/0.76 \times 10^{-2} \text{ft}^2$ | $= 2/471 \times 10^{-4} \text{acre}$ |
| یک متر مربع (m ²) | $= 10^{-4} \text{ha}$ | $= 1550 \text{ inches}^2$ |
| $= 10/76 \text{ft}^2$ | $= 2/471 \times 10^{-4} \text{acre}$ | |
| یک هکتار (ha) | $= 10^4 \text{m}^2$ | $= 1550 \times 10^4 \text{inches}^2$ |
| $= 1/0.76 \times 10^4 \text{ft}^2$ | $= 2/471 \text{ acres}$ | |
| یک اینچ مربع (inch ²) | $= 6/452 \times 10^{-2} \text{m}^2$ | $= 6/452 \times 10^{-4} \text{ha}$ |
| $= 6/944 \times 10^{-2} \text{ft}^2$ | $= 1/594 \times 10^{-4} \text{acre}$ | |
| یک فوت مربع (ft ²) | $= 0.09290 \text{m}^2$ | $= 9/290 \times 10^{-6} \text{ha}$ |
| $= 144 \text{ inches}^2$ | $= 2/296 \times 10^{-5} \text{acre}$ | |
| یک اینچ مربع (inch ²) | $= 4/047 \times 10^7 \text{cm}^2$ | $= 4/047 \text{ha}$ |
| $= 6/273 \times 10^6 \text{inches}^2$ | $= 4/356 \times 10^4 \text{ft}^2$ | |

| | | |
|--|---|---|
| (cm^3) یک سانتی متر مکعب = 10^{-6} | $\text{m}^3 = 10^{-3}$ | $\text{liter} = 0.06102 \text{ inch}^3$ |
| $= 3/531 \times 10^{-3} \text{ ft}^3$ | $= 2/642 \times 10^{-3} \text{ gal}$ | |
| (inch^3) یک اینچ مکعب = $16/39 \text{ cm}^3$ | $= 1/639 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ | $= 0.01639 \text{ liter}$ |
| $= 5/787 \times 10^{-3} \text{ ft}^3$ | $= 4/329 \times 10^{-3} \text{ gal}$ | $=$ |
| (ft^3) یک فوت مکعب = $2/832 \times 10^3 \text{ cm}^3$ | $= 0.02832 \text{ m}^3$ | $= 28/32 \text{ liters}$ |
| $= 1728 \text{ inches}^3$ | $= 7/481 \text{ gal}$ | $= 3785 \text{ cm}^3$ |
| $= 3/785 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ | $=$ | |
| $= 35/31 \text{ ft}^3$ | $= 264/2 \text{ gal}$ | |
| $= 9/729 \times 10^{-3} \text{ acre - inch}$ | | |
| یک لیتر = 10^3 cm^3 | $= 10^{-3} \text{ m}^3$ | $= 61/03 \text{ inches}^3$ |
| $= 0.03532 \text{ ft}^3$ | $= 0.2642 \text{ gal}$ | |
| $= 0.02270 \text{ U.S.dry gallon}$ | $= 0.02838 \text{ bu}$ | |
| (gal) یک گالن آمریکایی = $3/785 \text{ liters}$ | $= 231 \text{ inches}^3$ | $= 0.1337 \text{ ft}^3$ |
| $= 3682 \times 10^{-3} \text{ acre - inch}$ | $=$ | |
| (bu) یک بوشل آمریکا = $35/24 \text{ liters}$ | $= 0.3524 \text{ hectoliter} = 9/309 \text{ gal}$ | |
| (ac - inch) یک اینچ اکری = $102/8 \text{ m}^3$ | $= 2/715 \times 10^3 \text{ gal}$ | $= 3630 \text{ ft}^3$ |
| یک هکتار سانتی متر = 10^6 m^3 | $= 10^3 \text{ liters}$ | |
| $(\text{ha - cm}) = 6/102 \times 10^{-3} \text{ inches}^3$ | $= 3531 \text{ ft}^3$ | $= 2/642 \times 10^3 \text{ gal}$ |

وزن مخصوص

| | | |
|---|--|---|
| (g/cm^3) یک گرم در سانتی متر مکعب = 10^3 kg/m^3 | $= 0.03612 \text{ lb/inch}^3$ | $= 62/43 \text{ lb/ft}^3$ |
| (kg/m^3) یک کیلوگرم در متر مکعب = 10^{-3} g/cm^3 | $= 3/613 \times 10^{-3} \text{ lb/inch}^3$ | $= 0.06243 \text{ lb/ft}^3$ |
| (lb/inch^3) یک پوند در اینچ مکعب = $27/68 \text{ g/cm}^3$ | $= 2/768 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ | $= 1728 \text{ lb/ft}^3$ |
| (lb/ft^3) یک پوند در فوت مکعب = 0.01602 g/cm^3 | $= 16/02 \text{ kg/m}^3$ | $= 5787 \times 10^{-3} \text{ lb/inch}^3$ |

| | | | |
|------------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|
| یک سانتی‌متر در ثانیه (cm/s) | $= 10^{-2} \text{ m/s}$ | $= 0.036 \text{ km/h}$ | $= 0.03281 \text{ ft/s}$ |
| | $= 0.02237 \text{ mi/h}$ | | |
| یک متر در ثانیه (m/s) | $= 10^2 \text{ cm/s}$ | $= 3.6 \text{ km/h}$ | $= 3.281 \text{ ft/s}$ |
| | $= 2.237 \text{ mi/h}$ | | |
| یک فوت در ثانیه (ft/s) | $= 30.48 \text{ cm/s}$ | $= 0.3048 \text{ m/s}$ | $= 1.097 \text{ km/h}$ |

انرژی یا کار

| | | | |
|--------------------------------------|--|---------------------------------------|--|
| یک ارگ | $= 10^{-7} \text{ joule}$ | $= 2.778 \times 10^{-14} \text{ kWh}$ | $= 7.376 \times 10^{-8} \text{ ft lb}$ |
| | $= 3.725 \times 10^{-14} \text{ hp h}$ | $= 2.389 \times 10^{-8} \text{ cal}$ | $= 9.485 \times 10^{-11} \text{ Btu}$ |
| یک ژول | $= 10^7 \text{ ergs}$ | $= 2.778 \times 10^{-7} \text{ kWh}$ | $= 0.7376 \text{ ft lb}$ |
| | $= 3.725 \times 10^{-7} \text{ hp h}$ | $= 0.2389 \text{ cal}$ | $= 9.485 \times 10^{-4} \text{ Btu}$ |
| یک کیلووات ساعت (Kwh) | $= 3.6 \times 10^{12} \text{ ergs}$ | $= 3.6 \times 10^6 \text{ joules}$ | $= 2.655 \times 10^6 \text{ ft lb}$ |
| | $= 1.341 \text{ hp h}$ | $= 8.601 \times 10^5 \text{ cal}$ | $= 3415 \text{ Btu}$ |
| یک کالری در 15°C (cal) | $= 4.186 \times 10^7 \text{ ergs}$ | $= 4.186 \text{ joules}$ | $= 1.163 \times 10^{-6} \text{ kWh}$ |
| | $= 3.087 \text{ ft lb}$ | $= 1.559 \times 10^{-6} \text{ hp h}$ | $= 3.970 \times 10^{-3} \text{ Btu}$ |
| یک واحد گرمایی انگلیس (BTU) | $= 1.054 \times 10^{10} \text{ ergs}$ | $= 1.054 \text{ joules}$ | $= 2.929 \times 10^{-7} \text{ kWh}$ |
| | $= 777.6 \text{ ft lb}$ | $= 3.928 \times 10^{-6} \text{ hp h}$ | $= 251.9 \text{ cal}$ |

توان

| | | | |
|---------------------------------------|---|-------------------------------------|---|
| یک وات (یک ژول در ثانیه) | $= 10^{-7} \text{ kw}$ | $= 0.7376 \text{ ft lb/s}$ | $= 44/25 \text{ ft lb/min}$ |
| | $= 1.341 \times 10^{-7} \text{ hp}$ | $= 0.2389 \text{ cal/s}$ | $= 3/414 \text{ Btu/h}$ |
| یک کیلووات (Kw) | $= 10^7 \text{ watts}$ | $= 737.6 \text{ ft lb/s}$ | $= 4.425 \times 10^6 \text{ ft lb/min}$ |
| | $= 1.341 \text{ hp}$ | $= 238.9 \text{ cal/s}$ | $= 3414 \text{ Btu/h}$ |
| اسب بخار (hp) | $= 745.7 \text{ watts}$ | $= 0.7457 \text{ kw}$ | $= 550 \text{ ft lb/s}$ |
| | $= 3.300 \times 10^6 \text{ ft lb/min}$ | $= 178.1 \text{ cal/s}$ | $= 2546 \text{ Btu/h}$ |
| یک کالری در ثانیه (cal/s) | $= 4.186 \text{ watts}$ | $= 4.186 \times 10^{-7} \text{ kw}$ | $= 3/087 \text{ ft lb/s}$ |
| | $= 1.85/2 \text{ ft/min}$ | $= 5/613 \times 10^{-7} \text{ hp}$ | $= 14/29 \text{ Btu/h}$ |
| یک واحد گرمایی انگلیس در ساعت (Btu/h) | $= 0.2929 \text{ watt}$ | $= 2.929 \times 10^{-6} \text{ kw}$ | $= 0.2160 \text{ ft lb/s}$ |
| | $= 12/96 \text{ ft lb/min}$ | $= 3.928 \times 10^{-6} \text{ hp}$ | $= 0.06997 \text{ cal/s}$ |

محصول یا عملکرد محصول

| | | |
|--|---|--|
| 10^{-7} q/ha = یک کیلوگرم در هکتار (kg/ha) | $10^{-7} \text{ metric ton/ha}$ | $0/8922 \text{ lb/acre}$ |
| $8/922 \times 10^{-7} \text{ cwt/acre}$ | $4/461 \times 10^{-7} \text{ short ton/acre}$ | |
| 10^2 kg/ha = یک کوینتال در هکتار (q/ha) | $10^{-1} \text{ metric ton/ha}$ | $89/22 \text{ lb/acre}$ |
| $0/8922 \text{ cwt/acre}$ | $0/04461 \text{ short ton/acre}$ | |
| 10^3 kg/ha = یک تن متریک در هکتار (metric ton/ha) | 10^0 q/ha | $892/2 \text{ lb/acre}$ |
| $8/922 \text{ cwt/acre}$ | $0/4461 \text{ short ton/acre}$ | |
| $1/121 \text{ kg/ha}$ = یک پوند در ایکر (lb/acre) | $0/01121 \text{ q/ha}$ | $1/121 \times 10^{-7} \text{ metric ton/ha}$ |
| 2240 kg/ha = یک تن کوتاه در ایکر (short ton/acre) | $22/42 \text{ q/ha}$ | $2/242 \text{ metric ton/ha}$ |
| 2000 lb/acre | | |
| 10^{-2} hl/ha = یک لیتر در هکتار (liter/ha) | $0/01148 \text{ bu/acre}$ | |
| $87/08 \text{ liters/ha}$ = یک موشل آمریکایی در ایکر (bu/acre) | $0/8708 \text{ hl/ha}$ | |

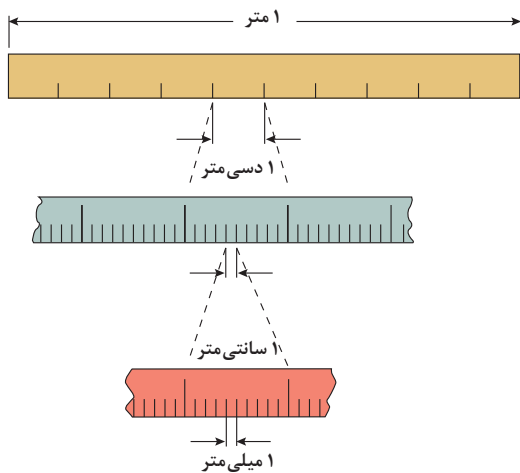
جریان

| | | |
|---|--------------------------------------|--|
| 10^{-7} liter/s = یک سانتی متر مکعب در ثانیه (cm ³ /s) | $0/06 \text{ liter/min}$ | $3/531 \times 10^{-5} \text{ ft}^3/\text{s}$ |
| $2/119 \times 10^{-7} \text{ ft}^3/\text{min}$ | $2/642 \times 10^{-7} \text{ gals}$ | $0/01585 \text{ gal/min}$ |
| $10^3 \text{ cm}^3/\text{s}$ = یک لیتر در ثانیه (liter/s) | 60 liters/min | $0/03532 \text{ ft}^3/\text{s}$ |
| $2/119 \text{ ft}^3/\text{min}$ | $0/2662 \text{ gal/s}$ | $15/85 \text{ gal/min}$ |
| $16/67 \text{ cm}^3/\text{s}$ = یک لیتر در دقیقه (liter/min) | $0/01667 \text{ liter/s}$ | $5/886 \times 10^{-7} \text{ ft}^3/\text{s}$ |
| $0/03532 \text{ ft}^3/\text{min}$ | $4/403 \times 10^{-7} \text{ gal/s}$ | $0/2662 \text{ gal/min}$ |
| $2/832 \times 10^4 \text{ cm}^3/\text{s}$ = یک فوت مکعب در ثانیه (ft ³ /s) | $28/32 \text{ liters/s}$ | 1699 liters/min |
| $60 \text{ ft}^3/\text{min}$ | $7/481 \text{ gal/s}$ | $448/8 \text{ gal/min}$ |
| $0/9917 \text{ acre-inch/h}$ | | |
| $471/9 \text{ cm}^3/\text{s}$ = یک فوت مکعب در دقیقه (ft ³ /min) | $0/4719 \text{ liter/s}$ | $28/32 \text{ liters/min}$ |
| $0/01667 \text{ ft}^3/\text{s}$ | $0/1247 \text{ gal/s}$ | $7/481 \text{ gal/min}$ |
| $0/01652 \text{ acre-inch/h}$ | | |
| $3785 \text{ cm}^3/\text{s}$ = یک گالن آمریکادر ثانیه (gals) | $3/785 \text{ liter/s}$ | $227/1 \text{ liters/min}$ |
| $0/1337 \text{ ft}^3/\text{s}$ | $8/021 \text{ ft}^3/\text{min}$ | 60 gal/min |
| $63/09 \text{ cm}^3/\text{s}$ = یک گالن در دقیقه (gal/min) | $0/06309 \text{ liter/s}$ | $3/785 \text{ liters/min}$ |
| $2/228 \times 10^{-7} \text{ ft}^3/\text{s}$ | $0/1337 \text{ ft}^3/\text{min}$ | $0/01667 \text{ gal/s}$ |

$$\begin{aligned}
 \text{درجه سلسیوس } (^{\circ}\text{C}) = \text{K} - 273 &= \frac{5}{9} (^{\circ}\text{F} - 32) \\
 \text{کلوین (k) } = ^{\circ}\text{C} + 273 &= \frac{5}{9} (^{\circ}\text{F} - 32) + 273 \\
 \text{درجه فارنهایت } (^{\circ}\text{F}) = \frac{9}{5} ^{\circ}\text{C} + 32 &= \frac{9}{5} (\text{K} - 273) + 32
 \end{aligned}$$

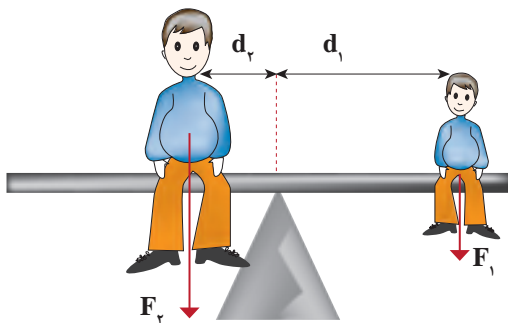
پیشوندهای مورد استفاده در دستگاه SI

| نماد | پیشوند | ضریب | نماد | پیشوند | ضریب |
|-------|--------|------------|------|-------------|-----------|
| y | یوکتو | 10^{-24} | Y | یوتا | 10^{24} |
| z | زپتو | 10^{-21} | Z | زتا | 10^{21} |
| a | آتو | 10^{-18} | E | اگزّا | 10^{18} |
| f | فمتو | 10^{-15} | P | پتا | 10^{15} |
| p | پیکو | 10^{-12} | T | ترا | 10^{12} |
| n | نانو | 10^{-9} | G | گیگا (جیگا) | 10^9 |
| μ | میکرو | 10^{-6} | M | مگا | 10^6 |
| m | میلی | 10^{-3} | k | کیلو | 10^3 |
| c | سانتی | 10^{-2} | h | هکتو | 10^2 |
| d | دسی | 10^{-1} | da | دکا | 10^1 |



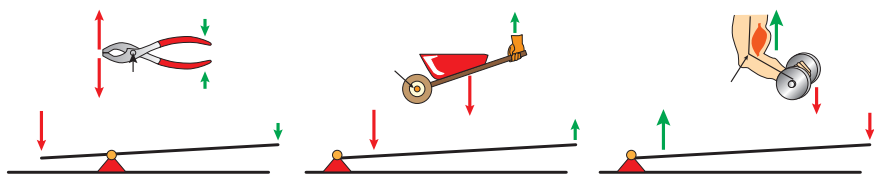
پیشوندهای کوچک کننده یکای متر

اهرم‌ها



گشتاور نیروی ساعتگرد = گشتاور نیروی پاد ساعتگرد

$$d_p \times f_p = d_f \times f_f$$



مزیت مکانیکی

$$\text{مزیت مکانیکی} = \frac{\text{بازوی محرک}}{\text{بازوی مقاوم}} = \frac{\text{اندازه نیروی مقاوم}}{\text{اندازه نیروی محرک}}$$

| کاربرد | فرمول (معادله، رابطه) |
|--|--|
| جریان مقاومت‌های موازی | $I_1 + I_2 + I_3 = I_{eq}$ |
| ولتاژ مقاومت‌های موازی | $V_1 = V_2 = V_3 = V_{eq}$ |
| مقاومت معادل مقاومت‌های موازی | $\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{R_{eq}}$ |
| فشار و ارتباط آن با نیروی عمودی و سطح تماس | $P = \frac{F}{A}$ |
| اختلاف فشار دو نقطه شاره ساکن | $P_2 - P_1 = +\rho g \Delta h$ |
| فشار یک نقطه شاره ساکن | $p = \rho g \Delta h + P_{atm}$ |
| اصل پاسکال | $P_2 = P_1 \Rightarrow \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$ |
| چگالی | $\rho = \frac{m}{v}$ |
| چگالی نسبی | $d = \frac{\rho_2}{\rho_1}$ |
| رابطه دما در مقیاس سلسیوس و مقیاس فارنهایت | $F = \frac{9}{5}\theta + 32$ |
| رابطه دما در مقیاس سلسیوس و مقیاس کلونین | $T = \theta + 273$ |
| رابطه دما در مقیاس فارنهایت و مقیاس کلونین | $T = (F + 459) \div 1.8$ |
| مقدار گرمای داده شده به یک جسم | $Q = mC(\theta_2 - \theta_1) = mC\Delta\theta$ |
| تعادل گرمایی | $Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots = 0$ |
| گرمای منتقل شده از طریق رسانش | $Q = \frac{KA t (T_2 - T_1)}{L} = \frac{KA \Delta T}{L}$ |
| انبساط خطی | $L_2 - L_1 = \alpha L_1 \Delta\theta$ $L_2 = L_1 (1 + \alpha \Delta\theta)$ |
| انبساط سطحی | $A_2 - A_1 = 2\alpha A_1 \Delta\theta$ $A_2 = A_1 (1 + 2\alpha \Delta\theta)$ |
| انبساط حجمی | $V_2 - V_1 = 3\alpha V_1 \Delta\theta$ $V_2 = V_1 (1 + 3\alpha \Delta\theta)$ |

| کاربرد | فرمول (معادله، رابطه) | کاربرد | فرمول (معادله، رابطه) |
|--------------------------------------|---|--|---|
| نیروی وزن | $g = \frac{W}{m} \rightarrow W = mg$ | بازه زمانی | $\Delta t = t_f - t_i$ |
| بیشینه نیروی اصطکاک ایستایی | $f_{s(max)} = \mu_s N$ | جابجایی | $\Delta x = x_f - x_i$ |
| نیروی اصطکاک جنبشی | $f_k = \mu_k N$ | سرعت متوسط | $\bar{v} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ |
| شدت جریان الکتریکی متوسط | $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ | رابطه مکان زمان حرکت یکنواخت | $x = vt + x_0$ |
| قانون اهم | $R = \frac{V}{I}$ | شتاب متوسط | $\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ |
| مقاومت رساناهای فلزی در دمای ثابت | $R = \frac{\rho L}{A}$ | شتاب لحظه‌ای حرکت با شتاب ثابت | $a = \bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ |
| انرژی الکتریکی مصرفی | $U = I^2 R t$ | رابطه سرعت زمان حرکت با شتاب ثابت | $v = v_0 + at$ |
| توان مصرفی | $P = I^2 R$ و $P = \frac{U}{t}$ $P = VI$ و $P = \frac{V^2}{R}$ | سرعت متوسط در حرکت با شتاب ثابت | $\bar{v} = \frac{v_f + v_i}{2}$ |
| جریان مقاومت‌های متوالی (سری) | $I_1 = I_2 = I_3 = I_{eq}$ | رابطه مستقل از زمان در حرکت با شتاب ثابت | $v_f^2 - v_i^2 = 2a(x - x_0)$ |
| ولتاژ مقاومت‌های متوالی (سری) | $V_1 + V_2 + V_3 = V_{eq}$ | رابطه جابه‌جایی در حرکت با شتاب ثابت | $\Delta x = x_f - x_i = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t$ |
| مقاومت معادل مقاومت‌های متوالی (سری) | $R_1 + R_2 + R_3 = R_{eq}$ | قانون دوم نیوتن | $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$ |

خطاها در اندازه گیری

خطای سیستماتیک

خطای کاتوره ای

تأثیرمی گذارد بر

ناشی از

هستند

هستند

ناشی از

تأثیرمی گذارد بر

صحت اندازه گیری

- ۱- کالیبره نبودن وسایل اندازه گیری
- ۲- خطای صفر وسیله اندازه گیری
- ۳- وسیله اندازه گیری نامناسب
- ۴- روش اندازه گیری ناصحیح

قابل پیش بینی

غیر قابل پیش بینی

- ۱- پایین بودن قدرت تفکیک وسیله
- ۲- کم بودن تعداد نمونه ها/اندازه گیری ها
- ۳- نوسانات آماری در اندازه گیری های یک شخص

دقت اندازه گیری



در نتیجه می توان آنها را کاهش داد توسط

در نتیجه می توان آنها را کاهش داد توسط

بهبود روش اندازه گیری

کالیبره کردن وسیله اندازه گیری

بهبود روش انجام آزمایش

استفاده از ابزار با قدرت تفکیک بالاتر

تکرار زیاد اندازه گیری و میانگین گیری کردن

۱۹/۸۲ml
۱۹/۷۰ ml
۱۹/۶۲ml



خطای منفی
خطای صفر مثبت
خطای صفر بدون خطای صفر



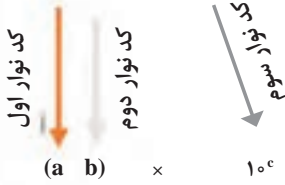
کدهای رنگی مقاومت



انواع مقاومت ثابت



مقدار مقاومت درصد خطا



نحوه خواندن مقاومت رنگی

| رنگ | کد رنگ | درصد خطا |
|---------|--------|----------|
| سیاه | ۰ | - |
| قهوه‌ای | ۱ | ۱ درصد |
| قرمز | ۲ | ۲ درصد |
| نارنجی | ۳ | ۳ درصد |
| زرد | ۴ | ۴ درصد |
| سبز | ۵ | - |
| آبی | ۶ | - |
| بنفش | ۷ | - |
| خاکستری | ۸ | - |
| سفید | ۹ | - |
| طلایی | - | ۵ درصد |
| نقره‌ای | - | ۱۰ درصد |

ضریب انبساط طولی برخی اجسام

| ماده | ضریب انبساط طولی $\frac{1}{k}$ | ماده | ضریب انبساط طولی $\frac{1}{k}$ |
|-------------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| الماس | $1/2 \times 10^{-6}$ | مس | 17×10^{-6} |
| شیشه پیرکس | $3/2 \times 10^{-6}$ | برنج | 19×10^{-6} |
| شیشه معمولی | $9-12 \times 10^{-6}$ | آلومینیوم | 23×10^{-6} |
| فولاد | $11-13 \times 10^{-6}$ | سرب | 29×10^{-6} |
| بتون | $10-14 \times 10^{-6}$ | یخ (0°C) | 51×10^{-6} |

ضریب انبساط حجمی چند مایع در دمای حدود 20°C

گرمای ویژه برخی از مواد *

| گرمای ویژه J/kg. K | ماده | عناصر جامد |
|-----------------------------|-------------------------------------|--------------|
| ۱۲۸ | سرب | |
| ۱۳۴ | تنگستن | |
| ۲۲۶ | نقره | |
| ۳۸۶ | مس | |
| ۹۰۰ | آلومینیوم | |
| ۳۸۰ | برنج | |
| ۴۵۰ | نوعی فولاد (آلیاژ آهن با ۰.۲٪ کربن) | جامدهای دیگر |
| ۴۹۰ | فولاد زنگ‌زن | |
| ۷۹۰ | گرانیت | |
| ۸۰۰ | بتون | |
| ۸۴۰ | شیشه | |
| ۳۲۲۰ | یخ | مایعات |
| ۱۴۰ | جیوه | |
| ۲۴۳۰ | اتانول | |
| ۳۹۰۰ | آب دریا | |
| ۴۱۸۷ | آب | |

| ماده | ضریب انبساط طولی $\frac{1}{k}$ |
|------------|--------------------------------|
| جیوه | $0/18 \times 10^{-3}$ |
| آب | $0/27 \times 10^{-3}$ |
| گلیسرین | $0/49 \times 10^{-3}$ |
| روغن زیتون | $0/70 \times 10^{-3}$ |
| پارافین | $0/76 \times 10^{-3}$ |
| بنزین | $1/00 \times 10^{-3}$ |
| اتانول | $1/09 \times 10^{-3}$ |
| استیک اسید | $11/0 \times 10^{-3}$ |
| بنزن | $12/5 \times 10^{-3}$ |
| کلروفرم | $12/7 \times 10^{-3}$ |
| استون | $14/3 \times 10^{-3}$ |
| اتر | $16/0 \times 10^{-3}$ |
| آمونیاک | $24/5 \times 10^{-3}$ |

* تمام نقاط غیر از یخ در دمای 20°C

چگالی برخی مواد متداول

| ماده | $\rho(\text{kg/m}^3)$ | ماده | $\rho(\text{kg/m}^3)$ |
|-----------|-----------------------|-----------|-----------------------|
| یخ | $0/917 \times 10^3$ | آب | $1/00 \times 10^3$ |
| آلومینیوم | $2/70 \times 10^3$ | گلیسرین | $1/26 \times 10^3$ |
| آهن | $7/86 \times 10^3$ | اتیل الکل | $0/806 \times 10^3$ |
| مس | $8/92 \times 10^3$ | بنزن | $0/879 \times 10^3$ |
| نقره | $10/5 \times 10^3$ | جیوه | $13/6 \times 10^3$ |
| سرب | $11/3 \times 10^3$ | هوا | ۱/۲۹ |
| اورانیوم | $19/1 \times 10^3$ | هلیوم | $1/79 \times 10^{-1}$ |
| طلا | $19/3 \times 10^3$ | اکسیژن | ۱/۴۳ |
| پلاتین | $21/4 \times 10^3$ | هیدروژن | $8/99 \times 10^{-2}$ |

داده‌های این جدول در دمای صفر درجه (0°C) سلسیوس و فشار یک اتمسفر اندازه‌گیری و گزارش شده‌اند.

جدول تناوبی عنصرها

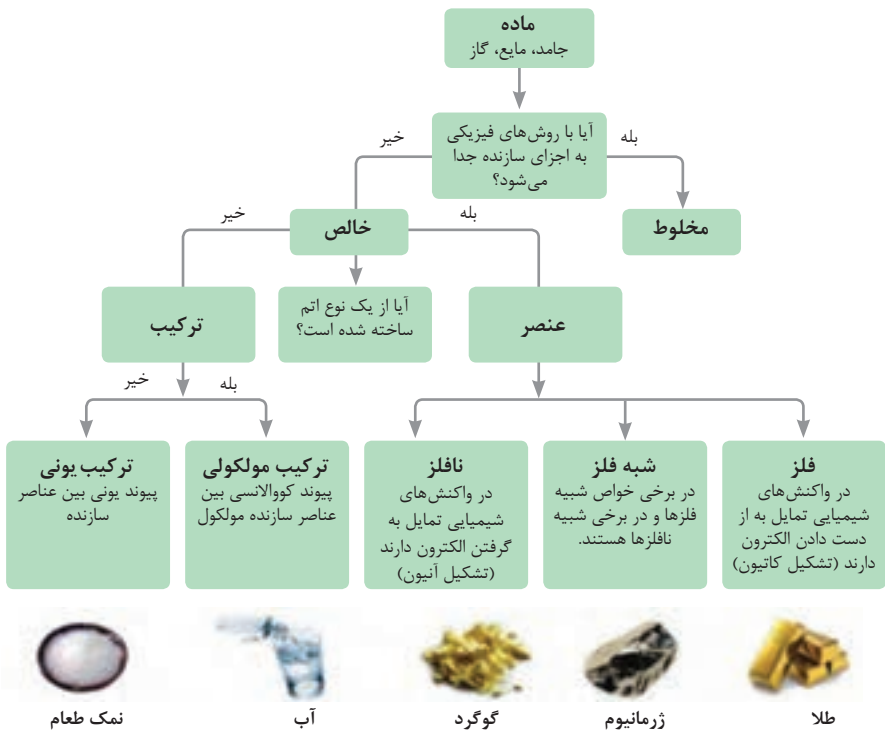
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|

ثابت تفکیک اسیدها (Ka) و بازها (Kb)

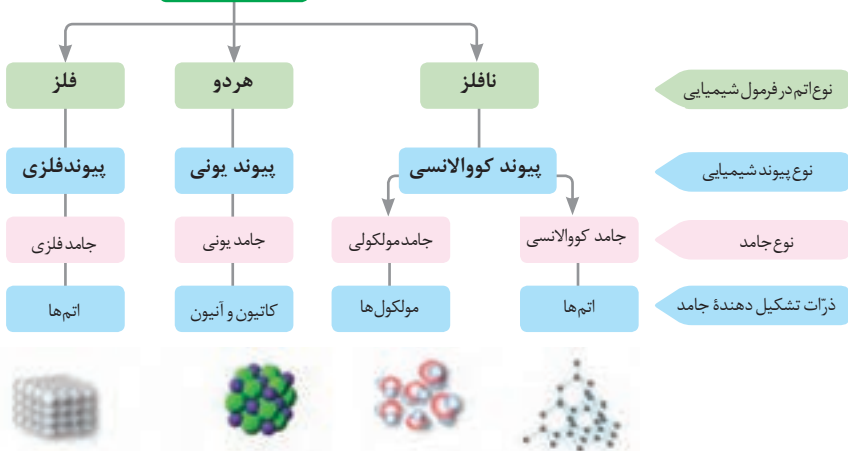
توجه: در شرایط یکسان (دما و غلظت) هر چه ثابت تفکیک اسید یا بازی بزرگ تر باشد، آن اسید یا باز قوی تر است.

| ثابت تفکیک (Ka) | فرمول شیمیایی | نام اسید |
|-----------------------|---------------|--------------------|
| 6.9×10^{-3} | H_2PO_4 | فسفریک اسید |
| 1.3×10^{-3} | CH_2ClCO_2H | کلرو استیک اسید |
| 7.4×10^{-4} | $C_6H_8O_4$ | سیتریک اسید |
| 6.3×10^{-4} | HF | هیدروفلوئوریک اسید |
| 5.6×10^{-4} | HNO_2 | نیترو اسید |
| 6.2×10^{-5} | $C_6H_5CO_2H$ | بنزواتیک اسید |
| 1.7×10^{-5} | CH_3CO_2H | استیک اسید |
| 4.5×10^{-7} | H_2CO_3 | کربنیک اسید |
| 8.9×10^{-8} | H_2S | هیدروسولفوریک اسید |
| 4×10^{-8} | $HClO$ | هیپوکلور اسید |
| 5.4×10^{-10} | H_2BO_3 | بوریک اسید |
| ثابت تفکیک (Ka) | فرمول شیمیایی | نام باز |
| 4×10^{-4} | $C_4H_9NH_2$ | بوتیل آمین |
| 6.3×10^{-5} | $(CH_3)_3N$ | تری متیل آمین |
| 1.8×10^{-5} | NH_3 | آمونیاک |
| 1.7×10^{-6} | C_5H_5N | پیریدین |
| 7.4×10^{-10} | $C_6H_5NH_2$ | آنیلین |

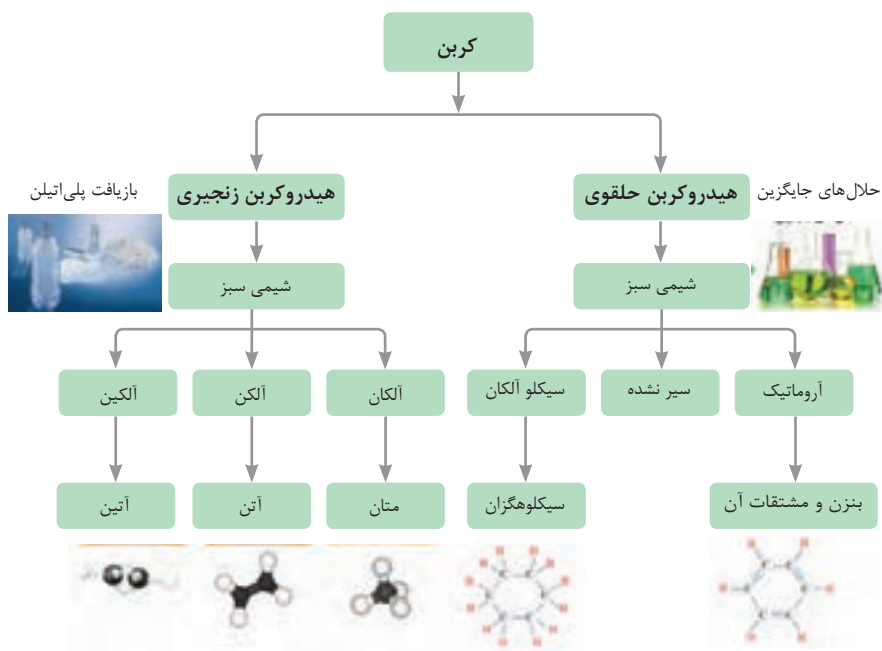
| ثابت تفکیک (Kb) | فرمول شیمیایی | نام اسید |
|----------------------|---------------|--------------------|
| اسید قوی | $HClO_4$ | پرکلریک اسید |
| اسید قوی | H_2SO_4 | سولفوریک اسید |
| اسید قوی | HI | هیدرویدیک اسید |
| اسید قوی | HCl | هیدروکلریک اسید |
| اسید قوی | HNO_3 | نیتریک اسید |
| 2.2×10^{-1} | CCl_3CO_2H | تری کلرواستیک اسید |
| 1.8×10^{-1} | H_2CrO_4 | کرومیک اسید |
| 1.7×10^{-1} | HIO_3 | یدیک اسید |
| 5.6×10^{-1} | $C_2H_2O_4$ | اکزالیک اسید |
| 5×10^{-2} | H_2PO_3 | فسفرو اسید |
| 4.5×10^{-2} | $CHCl_2CO_2H$ | دی کلرواستیک اسید |
| 1.4×10^{-2} | H_2SO_3 | سولفور اسید |
| ثابت تفکیک (Kb) | فرمول شیمیایی | نام باز |
| باز قوی | KOH | پتاسیم هیدروکسید |
| باز قوی | $NaOH$ | سدیم هیدروکسید |
| باز قوی | $Ba(OH)_2$ | باریم هیدروکسید |
| باز قوی | $Ca(OH)_2$ | کلسیم هیدروکسید |
| 5.4×10^{-4} | $(CH_3)_3NH$ | دی متیل آمین |
| 4.5×10^{-4} | $C_4H_9NH_2$ | اتیل آمین |

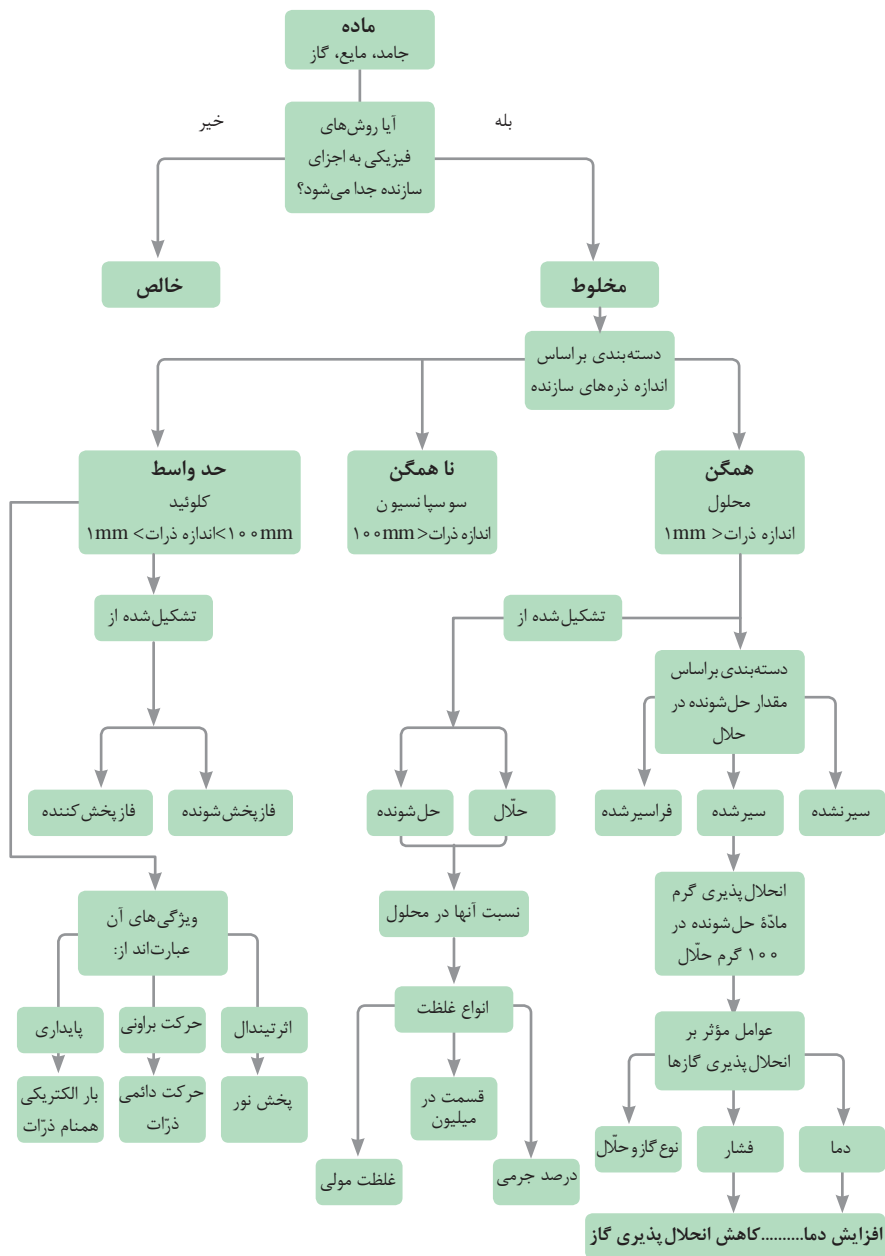


اتم‌ها

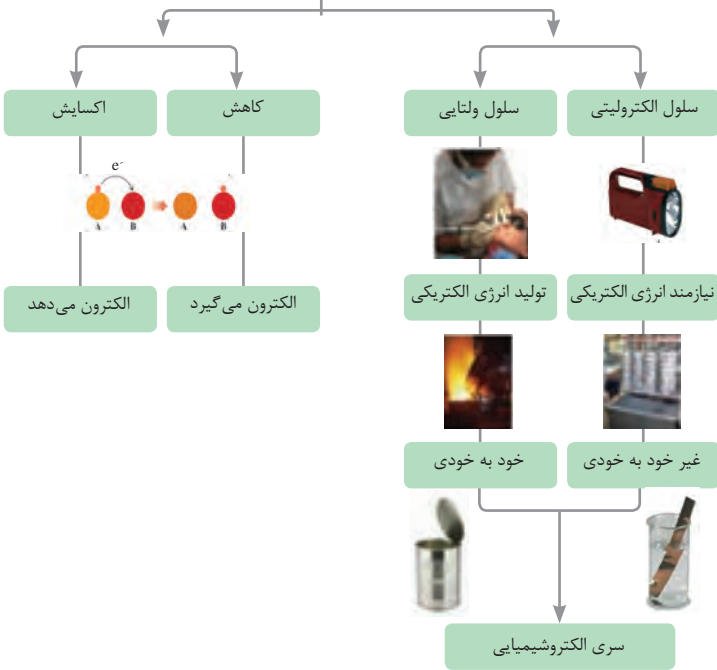


| نمونه‌ها | نام کلویید | حالت فیزیکی | نوع کلویید | فاز پخش کننده | فاز پخش شونده |
|---|--------------|-------------|--------------|---------------|---------------|
| - | - | - | - | گاز | گاز |
| کف صابون | کف | مایع | گاز در مایع | مایع | |
| سنگ پا، یونالیت | کف جامد | جامد | گاز در جامد | جامد | |
| مه، افشانه‌ها (اسپری‌ها) | آيروسول مایع | گاز | مایع در گاز | گاز | مایع |
| شیر، کره، مایونز | امولسیون | مایع | مایع در مایع | مایع | |
| ژله، ژل موی سر | ژل | جامد | مایع در جامد | جامد | |
| دود، غبار | آيروسول جامد | گاز | جامد در گاز | گاز | جامد |
| رنگ‌های روغنی، چسب مایع | سول | مایع | جامد در مایع | مایع | |
| سرامیک، شیشه رنگی، یاقوت، لعل، فیروزه | سول جامد | جامد | جامد در جامد | جامد | |

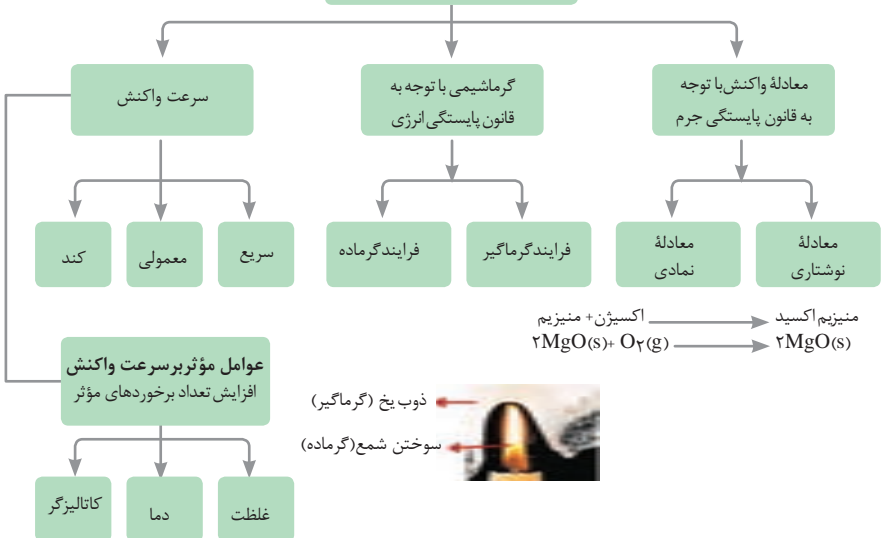
















واکنش‌های اکسایش - کاهش
















مطالعه فرایندهای شیمیایی

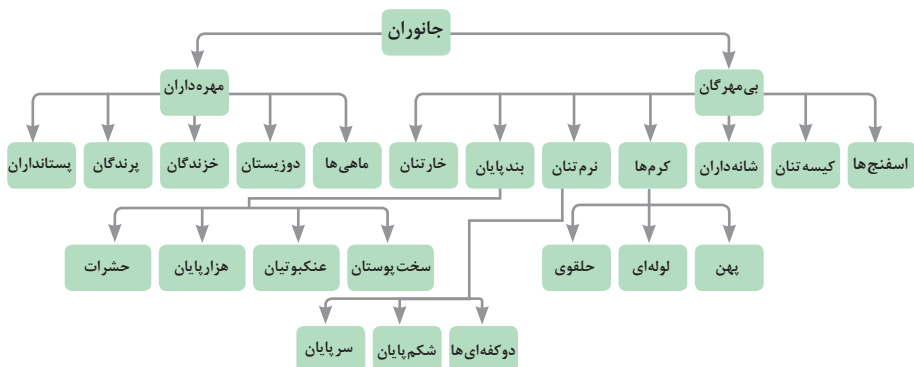


| ساختار سلولی | درشت مولکول | واحد سازنده | |
|--|--|--|--------------|
|  نشاسته در کلروپلاست |  نشاسته |  گلوکز | هیدرات کربن |
|  کروموزوم |  دی‌ان‌ای |  نوکلئوتید | اسید نوکلئیک |
|  پروتئین انقباضی |  پلی‌پپتید |  آمینواسید | پروتئین |
|  سلول‌های چربی |  چربی |  اسید چرب | لیپید |

تصویر انواع درشت مولکول‌های شرکت کننده در ساختار باخته‌ها

سازمان‌بندی یاخته‌ها

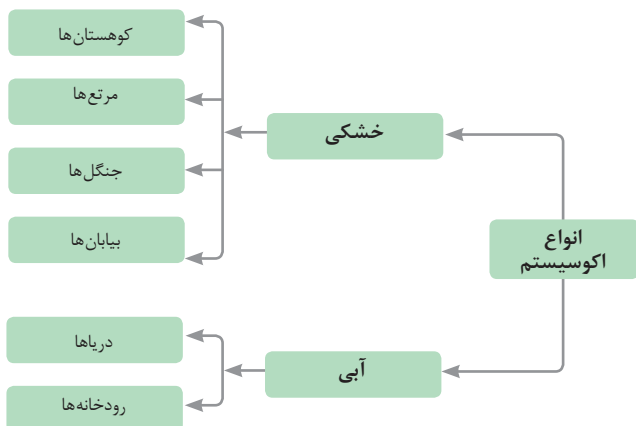
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|------------|
|  |  |  |  | یاخته | |
| خونی | | ماهیچه‌ای | عصبی | | |
|  |  |  |  |  | بافت |
| ماهیچه‌ای | عصبی | غضروف | خونی | استخوانی | |
|  |  |  |  |  | اندام |
| قلب | کلیه | استخوان | مغز | پوست | |
|  |  |  |  |  | دستگاه |
| اسکلتی | تنفس | عصبی | انتقال مواد | گوارش | |
|  |  |  |  |  | موجود زنده |

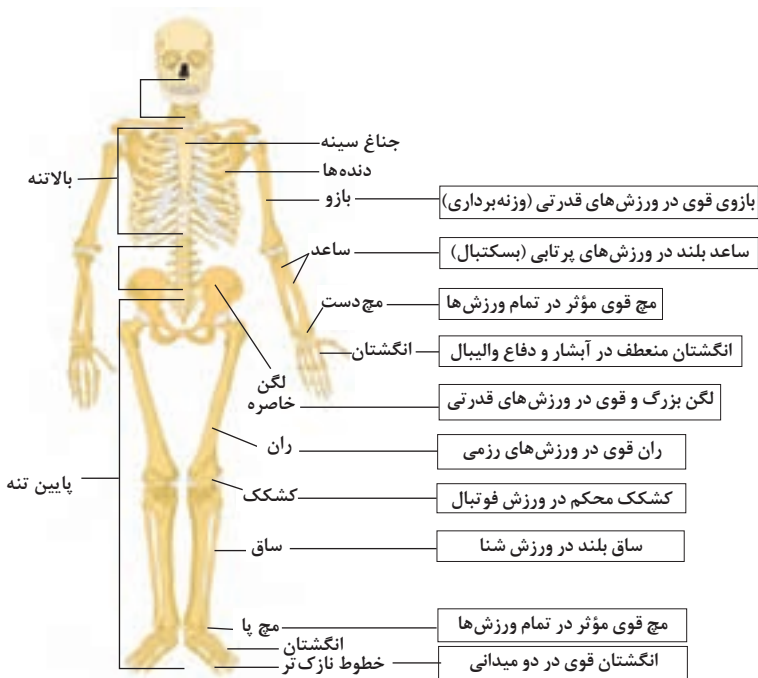


تصویر گروه‌های اصلی جانوران

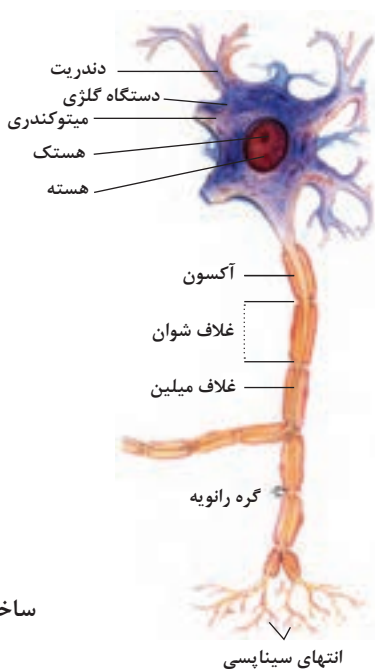
جدول فهرست منابع طبیعی

| نوع منبع | موضوعات |
|---------------|--|
| منابع گیاهی | جنگل‌ها و مراتع و کشاورزی |
| منابع جانوری | حیات وحش و دامپروری |
| منابع میکروبی | مجموعه قارچ‌ها و باکتری‌ها |
| منابع جوی | مدت زمان دریافت نور، شدت نور خورشید، دما، شدت باد، رطوبت، ابرناکی و انواع بارش |
| منابع آبی | انواع آب: سفره‌های آب زیرزمینی، چشمه‌ها، روان‌آب‌ها، آبگیرها، دریاچه‌ها، دریاها و اقیانوس‌ها |
| منابع خاکی | انواع خاک و بستر سنگی - کوه، تپه، دره و دشت |
| منابع کانی | فلزات و سنگ‌های قیمتی |
| منابع فسیلی | نفت، گاز و زغال سنگ |
| منابع انسانی | تمام افراد جامعه |





تنوع استخوان‌ها و کاربرد آنها در ورزش



ساختمان نرون