

مرورنامه آزمون آزمایشی خلی سبز

سال تحصیلی ۱۴۰۴-۰۵

رشته ریاضی

مرحله سوم

پایه دوازدهم

نام درس	مباحث	مؤلف	ویراستار	از صفحه	تا صفحه
حسابان و ریاضیات پایه	پایه دوازدهم (حسابان ۲): فصل ۱ (درس ۱) صفحه ۱ تا ۱۲ پایه دهم (ریاضی ۱): مرتبط: فصل ۵ صفحه ۹۴ تا ۱۱۷ پایه یازدهم (حسابان ۱): مرتبط: فصل ۲ صفحه ۳۷ تا ۷۰ مستقل: فصل ۳ صفحه ۷۱ تا ۹۰	علی شهبازی	محمدامین لطفی محسن فراهانی ابوالفضل ناصری مهدی خوشنویس امیررضا رحیمی	۲	۱۲
هندسه	پایه دهم: فصل ۲ (درس ۲ تا ۴) صفحه ۳۴ تا ۵۱ پایه یازدهم: فصل ۱ (درس ۳) و فصل ۲ (درس ۱ تا ابتدای تجانس) صفحه ۲۴ تا ۴۳ پایه دوازدهم: فصل ۱ (درس ۱) صفحه ۹ تا ۲۱	علیرضا نصراللهی	محمدامین لطفی محسن فراهانی بردیا نصیری امیررضا رحیمی	۱۲	۱۶
ریاضیات گسسته و آمار و احتمال	پایه دهم (ریاضی ۱): فصل ۷ (درس ۱) صفحه ۱۴۱ تا ۱۵۱ پایه یازدهم (آمار و احتمال): فصل ۲ (درس ۱ تا ۳) صفحه ۳۵ تا ۶۲ پایه دوازدهم (ریاضیات گسسته): فصل ۱ (درس ۱) صفحه ۸ تا ۸۱	سروش موئینی علی شهبازی	محمدامین لطفی مهدی خوشنویس محسن فراهانی ابوالفضل ناصری امیررضا رحیمی	۱۷	۲۲
فیزیک	پایه دهم: فصل ۲ (از ابتدای شاره در حرکت و اصل برنولی) و فصل ۳ صفحه ۴۳ تا ۸۲ پایه یازدهم: فصل ۱ (از ابتدای خازن: و فصل ۲ (تا ابتدای ترکیب مقاومتها) صفحه ۳۲ تا ۷۰ پایه دوازدهم: فصل ۱ (تا ابتدای حرکت با شتاب ثابت) صفحه ۱ تا ۱۵	نوید شاهی داوود پاشا امین امینی	ماهان فنی فر امین امینی سینا نیک‌نژاد	۲۲	۴۶
شیمی	پایه دهم: فصل ۱ (ابتدای آرایش الکترونی اتم) و فصل ۲ (تا ابتدای چه بر سر هواکره می‌آوریم؟) صفحه ۳۰ تا ۶۵ پایه یازدهم: فصل ۱ (از ابتدای نفت، هیدیه شگفت‌انگیز) و فصل ۲ (تا ابتدای آنتالپی، همان محتوای انرژی است) صفحه ۲۹ تا ۶۵ پایه دوازدهم: فصل ۱ (تا ابتدای اسیدها و بازها) صفحه ۱ تا ۱۳	عباس سرمایه معصومه سعیدی سروش عبادی	بنیامین یعقوبی مهدی سلطانی مهدی محمدی	۴۶	۷۶

ویژه کنکورهای ۱۴۰۵



حسابان و ریاضیات پایه

پایه دوازدهم

تبدیل نمودار توابع -

۱ انتقال، قرینه‌یابی، انبساط و انقباض:

نمودار چه می‌شود؟	نماد ریاضی	اتفاقی که برای ضابطه می‌افتد.
a واحد راست	$f(x - a)$	جای x ها، $x - a$ می‌گذاریم.
a واحد چپ	$f(x + a)$	جای x ها، $x + a$ می‌گذاریم.
b واحد بالا	$f(x) + b$	b تا به ضابطه اضافه می‌کنیم.
b واحد پایین	$f(x) - b$	b تا از ضابطه کم می‌کنیم.
نسبت به محور x ها	$-f(x)$	کل ضابطه را قرینه می‌کنیم.
نسبت به محور y ها	$f(-x)$	جای x ها، $-x$ می‌گذاریم.
نسبت به مبدأ	$-f(-x)$	هر دو کار بالا با هم!
نسبت به خط $x = k$	$f(2k - x)$	جای x ها، $2k - x$ می‌گذاریم.
نسبت به خط $y = k$	$2k - f(x)$	
انبساط با ضریب ۲	$f\left(\frac{x}{2}\right)$	جای x ها، $\frac{x}{2}$ می‌گذاریم.
انقباض با ضریب $\frac{1}{2}$	$f(2x)$	جای x ها، $2x$ می‌گذاریم.
انبساط با ضریب ۲	$2f(x)$	کل ضابطه ضربدر ۲ می‌شود.
انقباض با ضریب $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}f(x)$	کل ضابطه ضربدر $\frac{1}{2}$ می‌شود.

۲ برای تبدیل $y = f(x)$ به $y = af(bx + c) + d$ ، ترتیب مراحل این گونه است:

$$c \rightarrow b \rightarrow a \rightarrow d$$

۳ محاسبه دامنه و برد تابع $y = af(bx + c) + d$ از روی دامنه و برد تابع $y = f(x)$:

بی‌اثرها	مراحل محاسبه دامنه یا برد جدید
a, d	(۱) دو سر بازه دامنه را c واحد به چپ (یا راست) می‌بریم. (۲) دو سر بازه را در $\frac{1}{b}$ ضرب می‌کنیم.
b, c	(۱) دو سر بازه برد را در a ضرب می‌کنیم. (۲) پس دو سر بازه را به علاوه d می‌کنیم.



تابع

– مقدمات (تعریف تابع، دامنه و برد) –

۱ تابع دستگاهی است که به ازای هر ورودی، دقیقاً یک خروجی می‌دهد.

۲ روش‌های نمایش تابع:

روش نمایش	شرط تابع بودن	مثال										
۱ پیکانی (نمودار وُن)	از هر عضو مجموعه مبدأ، باید دقیقاً یک پیکان خارج شده باشد.	A B تابع نیست. A B تابع است.										
۲ زوج مرتبی	● مؤلفه‌های اول زوج مرتب‌ها نباید برابر باشد. ● اگر مؤلفه‌های اول دو زوج مرتب برابر بود، باید مؤلفه‌های دومشان نیز برابر باشد.	تابع است. $\rightarrow \{(1,2), (2,3), (-1,3)\}$ تابع نیست. $\rightarrow \{(1,2), (3,5), (1,6)\}$										
۳ جدولی	● مؤلفه‌های سطر مربوط به Xها نباید یکسان باشد. ● اگر مؤلفه‌های X یکسان داشتیم، مؤلفه‌های Yشان هم باید یکسان باشد.	<table><tr><td>x</td><td>۲</td><td>۳</td><td>۵</td><td>۳</td></tr><tr><td>y</td><td>-۱</td><td>۷</td><td>۴</td><td>۲</td></tr></table> تابع نیست.	x	۲	۳	۵	۳	y	-۱	۷	۴	۲
x	۲	۳	۵	۳								
y	-۱	۷	۴	۲								
۴ نموداری	اگر خطی موازی محور yها پیدا شود که نمودار را در بیش از یک نقطه قطع کند، آن نمودار مربوط به یک تابع نیست و اگر چنین خطی پیدا نشود، تابع است.	تابع نیست.										
۵ توصیفی	با توجه به جمله توصیفی، اگر به ازای هر ورودی، دقیقاً یک خروجی داشته باشیم، آن رابطه تابع است.	ورودی: انسان‌ها رابطه‌ای که به هر فرد، کد ملی‌اش را نسبت می‌دهد. خروجی: کد ملی چون هر شخص نمی‌تواند بیش از یک کد ملی داشته باشد، پس تابع است.										
۶ ضابطه‌ای	● اگر به ازای هر x، فقط یک خروجی داشته باشیم، تابع است. ● روابطی که در آن‌ها y تنها می‌شود، حتماً تابع هستند: مثل $y = \log_2 x + \cos \frac{1}{x}$ تنها	در رابطه $y^2 = x + 1$، اگر $x = 1$ را بدهیم، ۲ تا خروجی می‌دهد: تابع نیست. $y^2 = 2 \Rightarrow y = \pm\sqrt{2} \rightarrow$										

۳ سؤالات تابع‌نویسی: از ما می‌خواهد عبارتی (مثل محیط، مساحت و ...) را برحسب یک متغیر (مثل ضلع، شعاع و ...) بنویسیم.

مثال تابع مساحت مربع برحسب محیط آن؟

پاسخ

می‌دانیم $P = 4a$ و $S = a^2$ است. از $P = 4a$ نتیجه می‌گیریم $a = \frac{P}{4}$. حالا این تساوی را در رابطه مساحت قرار می‌دهیم:

$$S = a^2 \xrightarrow{a = \frac{P}{4}} S = \left(\frac{P}{4}\right)^2 \Rightarrow S = \frac{P^2}{16} \xrightarrow{\text{به شکل تابع}} S(P) = \frac{P^2}{16}$$



۴ مقدار تابع در یک نقطه:

روش نمایش تابع	پیکانی	زوج مرتبی	جدولی	نموداری	توصیفی	ضابطه‌ای
مثال		$f = \{(1, 2), (2, 6)\}$	$\begin{array}{c ccc} x & 1 & 2 & 3 \\ \hline y & -3 & 6 & 2 \end{array}$		f تابعی است که به هر عددی، مکعبش را نسبت می‌دهد.	$f(x) = \frac{x^3 + 1}{\sqrt{2x + 5}}$
مقدار تابع در $x = 2$	$f(2) = 9$	$f(2) = 6$	$f(2) = 6$	$f(2) = 1$	$f(2) = 2^3 = 8$	$f(2) = \frac{8}{3}$

۵ نقاط برخورد مهم:

نقطه برخورد تابع f با ...	راه حل	مختصات نقطه (نقاط)
محور x ها	« y را صفر می‌دهیم» یا «جواب‌های معادله $f(x) = 0$ »	جواب‌های $f(x) = 0$ $(\quad, 0)$
محور y ها	« x را صفر می‌دهیم» یا «مقدار $f(0)$ »	$(0, f(0))$
تابع g	حل معادله $f(x) = g(x)$ ————— جواب‌ها $\leftarrow \dots, x_1$	$(x_1, f(x_1)), \dots$
نیمساز ربع اول و سوم	حل معادله $f(x) = x$ ————— جواب‌ها $\leftarrow \dots, x_1$	$(x_1, x_1), \dots$

۶ محاسبه دامنه در نمایش مختلف یک تابع (به جز نمایش ضابطه‌ای):

روش محاسبه دامنه	پیکانی	زوج مرتبی	جدولی	نموداری	توصیفی								
همه اعدادی که از آن‌ها فلش خارج شده	همه مؤلفه‌های اول زوج مرتب‌ها	همه اعداد سطر مربوط به x	تصویر نمودار روی محور x ها	ورودی‌ها!									
مثال		$f = \{(\Delta, 2), (1, 3)\}$	<table><tr><td>x</td><td>1</td><td>-4</td><td>6</td></tr><tr><td>y</td><td>6</td><td>5</td><td>9</td></tr></table>	x	1	-4	6	y	6	5	9		تابعی که به هر عدد مربع کامل دورقمی، جذرش را نسبت می‌دهد.
x	1	-4	6										
y	6	5	9										
دامنه	$D = \{4, 2, -6\}$	$D_f = \{\Delta, 1\}$	$D = \{1, -4, 6\}$	$D = (-3, 6]$	$\{16, 25, \dots, 81\}$								

۷ مجموعه همه مؤلفه‌های اول زوج‌های مرتب تشکیل‌دهنده هر تابع را «دامنه» و مجموعه همه مؤلفه‌های دوم را برد آن تابع می‌نامند.

۸ هر تابعی که بتوان آن را به شکل $y = ax + b$ نمایش داد، یک تابع خطی نامیده می‌شود. مثلاً $y = 4x + 3$ یک تابع خطی است.



انواع تابع -

چند تابع خاص

تابع	ضابطه	نکته	نمودار	دامنه	برد
ثابت	$f(x) = c$ عدد	- در نمایش زوج مرتبی، مؤلفه‌های دوم همه زوج مرتب‌ها با هم برابر است. - در نمایش ضابطه‌ای، ضرایب جملات شامل x باید صفر باشد.	یک خط افقی	$\mathbb{R}$	c
همانی	$f(x) = x$	- در نمایش زوج مرتبی، مؤلفه‌های اول و دوم هر زوج مرتب با هم برابرند. - در نمایش ضابطه‌ای، ضریب x یک و ضریب سایر جملات صفر است.	نیمساز ربع اول و سوم	$\mathbb{R}$	$\mathbb{R}$
خطی	$f(x) = mx + h$	محل برخورد با محور y ها $h \rightarrow$ عرض از مبدأ $m = \frac{\Delta y}{\Delta x}$ شیب	عرض از مبدأ طول از مبدأ	$\mathbb{R}$	$\mathbb{R}$

انتقال نمودار توابع -

۱ انتقال، قرینه‌یابی، انبساط و انقباض:

نمودار چه می‌شود؟	نماد ریاضی	اتفاقی که برای ضابطه می‌افتد.
a واحد راست	$f(x - a)$	جای x ها، $x - a$ می‌گذاریم.
a واحد چپ	$f(x + a)$	جای x ها، $x + a$ می‌گذاریم.
b واحد بالا	$f(x) + b$	b تا به ضابطه اضافه می‌کنیم.
b واحد پایین	$f(x) - b$	b تا از ضابطه کم می‌کنیم.

تابع قدرمطلق به صورت $f(x) = \begin{cases} x & x \geq 0 \\ -x & x < 0 \end{cases}$ نمایش داده می‌شود.

به توابعی که به ازای محدوده‌های مختلفی از دامنه، معادله‌های متفاوتی داشته باشند (مثل تابع قدرمطلق)، تابع چندضابطه‌ای (قطعه‌ای) می‌گوییم.

۲ چند تابع معروف با نمودارشان:

ضابطه	$y = x^2$	$y = x $
نمودار		
دامنه	$\mathbb{R}$	$\mathbb{R}$
برد	$[0, +\infty)$	$[0, +\infty)$



توابع گویا

۱) مطالب اولیه تابع گویا:

ضابطه	دامنه	نمودار $y = \frac{1}{x}$
$f(x) = \frac{\text{چند جمله‌ای}}{\text{چند جمله‌ای}}$	$\mathbb{R} - \{\text{ریشه‌های مخرج}\}$	

۲) اگر دامنه تابع $f(x) = \frac{\text{چند جمله‌ای}}{ax^2 + bx + c}$ به صورت $\mathbb{R} - \{k\}$ باشد، باید « $\Delta = 0$ » و « $k = \frac{-b}{2a}$ » باشد.

۳) نکات مهم تابع هموگرافیک با ضابطه $f(x) = \frac{ax + b}{cx + d}$:

شرط هموگرافیک بودن	$ad - bc \neq 0, c \neq 0$
دامنه	$\mathbb{R} - \{-\frac{d}{c}\}$
برد	$\mathbb{R} - \{\frac{a}{c}\}$
معادله خط چین عمودی	$x = -\frac{d}{c}$
معادله خط چین افقی	$y = \frac{a}{c}$
ضابطه وارون	$\frac{-dx + b}{cx - a}$
شرط برابری f و f^{-1}	$a + d = 0$
مرکز تقارن	$w = (-\frac{d}{c}, \frac{a}{c})$
محورهای تقارن	دو خط با شیب‌های ± 1 و گذرنده از w
شکل تابع	$ad - bc > 0$ $ad - bc < 0$

توابع رادیکالی

۱) مطالب اولیه تابع رادیکالی:

دامنه	نمودار $y = \sqrt{x}$
≥ 0 زیر رادیکال	



نمودار تابع با ضابطه $f(x) = a\sqrt{bx+c}+d$ به یکی از چهار شکل زیر است:

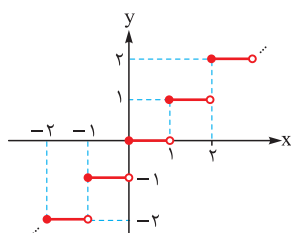
علامت a	علامت b	شکل نمودار	مختصات نقطه شروع (S)
۱	+		ریشه داخلی رادیکال
۲	-		عدد بیرونی
۳	+		
۴	-		

♦♦ جزء صحیح ♦♦

۱ تابع پله‌ای:

تعریف	تابع چندضابطه‌ای که هر کدام از ضابطه‌هایش یک تابع ثابت است.
نمودار	از تعدادی پاره‌خط افقی تشکیل شده است.
مثال	$f(x) = \begin{cases} 1 & -1 \leq x < 1 \\ -2 & 1 \leq x < 4 \end{cases}$

۲ تابع براکت:

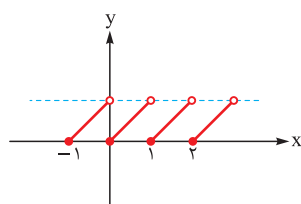


بزرگ‌ترین عدد صحیح کوچک‌تر از عدد x : $[x]$

$$[x] \leq x < [x] + 1$$

مثال: $[x] = 2 \Rightarrow 2 \leq x < 3$

$$x - [x]$$



همان‌طور که دیده می‌شود: $0 \leq x - [x] < 1$

نکته

برای بررسی تابع نبودن، سعی می‌کنیم آن را رسم کنیم؛ در غیر این صورت به ازای یک y یکسان، x های متفاوت پیدا می‌کنیم.

♦♦ وارون تابع ♦♦

زوج مرتبی: $\{(y, \alpha) | (x, y) \in f\}$ اگر f^{-1} تابع باشد، f را وارون پذیر می‌نامیم.

نکته

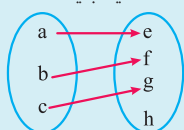
$$\frac{1}{f} \neq f^{-1}$$

نمودار: اگر f یک تابع باشد و به هر عنصر برد دقیقاً یک عنصر از دامنه نظیر شود، تابع وارون پذیر است و آن را یک‌به‌یک می‌نامیم.



نکته

یک به یک



$$y = |x| - 2$$

$$x \leq 4$$

• یک تابع یک به یک است $\Leftrightarrow$ هر خط موازی محور x ها، نمودار آن را در حداکثر یک نقطه قطع کند.

• می توان با محدود کردن دامنه، یک تابع غیر یک به یک را تبدیل به تابعی یک به یک کرد. مثال:

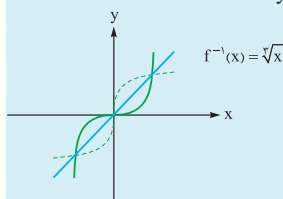
• اگر $(y, x) \in f^{-1}$, $(x, y) \in f$

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

برای به دست آوردن وارون یک تابع یک به یک مانند f ، در معادله $y = f(x)$ در صورت امکان x را بر حسب y محاسبه می کنیم، سپس با تبدیل y به x ، $f^{-1}(x)$ را به دست می آوریم.

نکته

اگر f تابعی یک به یک باشد، برای به دست آوردن نمودار f^{-1} قرینه نمودار f را نسبت به خط $y = x$ به دست می آوریم. مثلاً: $y = x^3$



- اعمال روی توابع -

f و g تابع هستند، توابع $f+g$ ، $f-g$ ، $f \cdot g$ و $\frac{f}{g}$ به صورت زیر تعریف می شوند:

$$(f+g)(x) = f(x) + g(x) \quad D_{f+g} = D_f \cap D_g$$

$$(f-g)(x) = f(x) - g(x) \quad D_{f-g} = D_f \cap D_g$$

$$(f \cdot g)(x) = f(x) \cdot g(x) \quad D_{f \cdot g} = D_f \cap D_g$$

$$\left(\frac{f}{g}\right)(x) = \frac{f(x)}{g(x)} \quad D_{\frac{f}{g}} = D_f \cap D_g - \{x \mid g(x) = 0\}$$

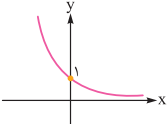
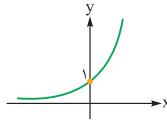
ترکیب توابع، اگر f و g دو تابع باشند، $f \circ g$ را ترکیب f با g می نامیم و به صورت زیر تعریف می کنیم:

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

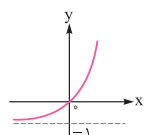
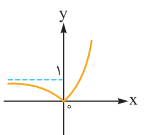
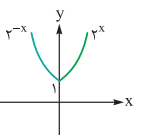
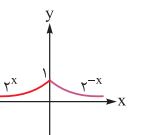
نمایی و لگاریتم

تابع نمایی -

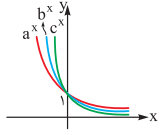
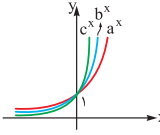
۱ تابع با ضابطه $f(x) = a^x$ با شرط $a > 0$ و $a \neq 1$ تابع نمایی است و براساس مقدار a ، دو حالت دارد:

$0 < a < 1$	$a > 1$	
		نمودار
نزولی اکید	صعودی اکید	یکنوایی
$\mathbb{R}$		دامنه
$\mathbb{R}^+$		برد
$y = \log_a x$		ضابطه وارون
$y = 0$		مجاانب
$a^{+\infty} \rightarrow 0^+$ $a^{-\infty} \rightarrow +\infty$	$a^{+\infty} \rightarrow +\infty$ $a^{-\infty} \rightarrow 0^+$	حد در بی نهایت

۲ نمودار چند تابع نمایی:

$y = 2^x - 1$	$y = 2^x - 1 $	$y = 2^{ x }$	$y = 2^{- x }$
			

۳ مقایسه توابع نمایی $y = a^x$ با تغییر a :

	
$1 > a > b > c > 0$	$c > b > a > 1$

۴ دو نکته در مورد نمودار تابع نمایی:

اگر نمودار توابع $y = a^x$ و $y = b^x$ نسبت به محور y ها قرینه باشند، آن گاه: $ab = 1$	۱
در تابع نمایی $y = a(b^{cx+d}) + e$ ، خط $y = e$ مجانب افقی تابع است.	۲

۵ اگر معادله نمایی، ساده حل نشد، باید «با تغییر متغیر» یا «با روش هندسی» آن را حل کنید.



۶ نامعادله نمایی:

$a > 1$	$0 < a < 1$
با حذف پایه‌ها، جهت عوض نمی‌شود.	با حذف پایه‌ها، جهت عوض می‌شود.
$a^B > a^C \Rightarrow B > C$	$a^B > a^C \Rightarrow B < C$

۷ کاربرد توابع نمایی:

مسائل نیمه عمر	$(\frac{1}{2})^n \times \text{جرم اولیه} = \text{جرم باقی مانده}$ $n = \frac{\text{کل زمان}}{\text{طول یک نیمه عمر}}$: تعداد نیمه عمر
مسائل درصد افزایش	اگر به ماده‌ای به طور متوالی در هر مرحله، k درصد اضافه کنیم، آن‌گاه: $A_n = A_0 (1 + \frac{k}{100})^n$
یا کاهش متوالی	اگر از ماده‌ای به طور متوالی در هر مرحله، k درصد کم کنیم آن‌گاه: $A_n = A_0 (1 - \frac{k}{100})^n$

یادآوری:

$$a^0 = 1, \quad a^{-1} = \frac{1}{a}$$

$$a^x \cdot a^y = a^{x+y}, \quad (a^x)^y = a^{xy}$$

$$(a \cdot b)^x = a^x \cdot b^x, \quad (\frac{a}{b})^x = \frac{a^x}{b^x}$$

$$\frac{a^x}{a^y} = a^{x-y}$$

لگاریتم

۱ تبدیل نمایی به لگاریتم و بالعکس:

۲ نمودار تابع $y = \log_a x$ با توجه به مقدار a ، دو حالت دارد:

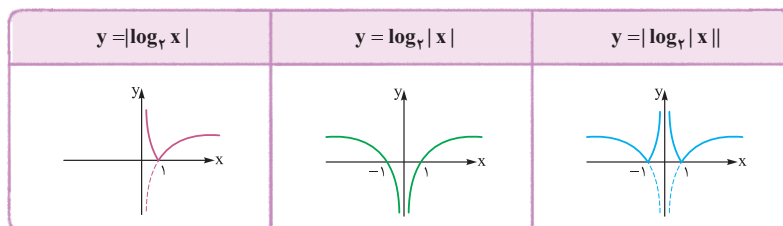
$a > 1$	$0 < a < 1$	
		نمودار
صعودی اکید	نزولی اکید	یکنوایی
$\mathbb{R}^+$		دامنه
$\mathbb{R}$		برد
$y = a^x$		ضابطه وارون
$x = 0$		مجاوب

۳ دامنه عبارت لگاریتمی، سه شرط دارد:

$$\log_B A$$

$A > 0$
 $B > 0, B \neq 1$

۴ نمودار چند تابع لگاریتمی:



۵ ویژگی‌های لگاریتم:

$\log_a a = 1$	۱
$\log_a 1 = 0$	۲
$\log_{b^m} a^n = \frac{n}{m} \log_b a$	۳
$\log_c a + \log_c b = \log_c (ab)$	۴
$\log_c a - \log_c b = \log_c \left(\frac{a}{b}\right)$	۵
$\log_b a = \frac{\log_c a}{\log_c b}$	۶
$\log_b a = \frac{1}{\log_a b}$	۷

۶ پنج تا نکته:

$\log 2 + \log 5 = 1$	رابطه $\log 2$ و $\log 5$	۱
$\log_b a = \frac{1}{\log_a b}$	دو عدد وارون هم	۲
$\log x^2 = 2 \log x $	بیرون کشیدن توان زوج	۳
$\log x^3 = 3 \log x$	بیرون کشیدن توان فرد	۴
$\log 2 \approx 0.3, \log 5 \approx 0.7$	تقریبها	۵

۷ در توابع $y = \log_d(ax+b)+c$ ، ریشه عبارت جلوی لگاریتم (یعنی $x = -\frac{b}{a}$)، مجانب قائم (همان خطچین عمودی) تابع است.

۸ نامعادله لگاریتمی:

$0 < a < 1$	$a > 1$
با حذف پایه‌ها، جهت عوض می‌شود.	با حذف پایه‌ها، جهت عوض نمی‌شود.
$\log_a B > \log_a C \Rightarrow B < C$	$\log_a B > \log_a C \Rightarrow B > C$



۹ کاربردهای لگاریتم:

$\log E = 11/8 + \frac{3}{2} M$ انرژی آزاد شده (برحسب ارگ) قدرت زلزله (برحسب ریشتر)	مسئله زلزله
$\text{تعداد ارقام عدد } A = [\log A] + 1$	تعداد ارقام

هندسه

پایه دهم

تشابه مثلث‌ها

$\begin{cases} \hat{A} = \hat{M} \\ \hat{B} = \hat{N} \end{cases} \Rightarrow \triangle ABC \sim \triangle MNP$	هرگاه دو زاویه از مثلثی با دو زاویه از مثلث دیگر برابر باشد، دو مثلث متشابه‌اند. (حالت ز ز)
$\begin{cases} \frac{AB}{MN} = \frac{AC}{MP} \\ \hat{A} = \hat{M} \end{cases} \Rightarrow \triangle ABC \sim \triangle MNP$	هرگاه دو ضلع دو مثلث متناسب و زاویه بین آن‌ها برابر باشد، دو مثلث متشابه‌اند. (حالت ض ض ض)
$\frac{AB}{MN} = \frac{AC}{MP} = \frac{BC}{NP} \Rightarrow \triangle ABC \sim \triangle MNP$	هرگاه اندازه‌های سه ضلع یک مثلث با سه ضلع مثلثی دیگر متناسب باشند، دو مثلث متشابه‌اند. (حالت ض ض ض)

تشابه و مثلث قائم الزاویه

شکل	روابط
	$\begin{aligned} 1) & AH \times BC = AB \times AC \\ 2) & BH \times BC = AB^2 \\ 3) & CH \times BC = AC^2 \\ 4) & BH \times CH = AH^2 \end{aligned}$

هرگاه دو مثلث یا به طور کلی دو چندضلعی متشابه باشند، آن‌گاه:

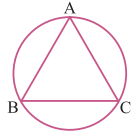
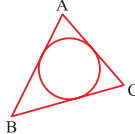
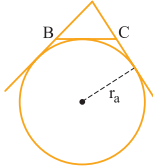
نسبت مساحت آن‌ها برابر با مربع نسبت تشابه است.

$$\frac{S}{S'} = k^2$$

نسبت ارتفاع‌ها، میانه‌ها، نیمسازها، محیط و ... برابر با نسبت تشابه است.

$$\frac{h}{h'} = \frac{m_a}{m_{a'}} = \frac{d_a}{d_{a'}} = \frac{r_p}{r_{p'}} = k$$

۱) دایره محیطی و محاطی مثلث: (P نصف محیط است).

دایره محیطی	دایره محاطی داخلی	دایره محاطی خارجی
		
$R = \frac{abc}{4S}$	$r = \frac{S}{P}$	$r_a = \frac{S}{P-a}$

شکل

شعاع

نکته

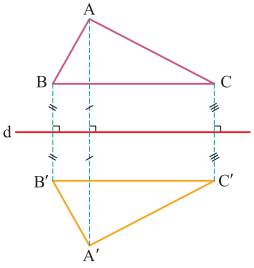
اگر h ارتفاع مثلث و r شعاع دایره محاطی داخلی و r_a, r_b, r_c شعاع دایره محاطی خارجی باشند، داریم:

$$۱) \frac{1}{h_a} + \frac{1}{h_b} + \frac{1}{h_c} = \frac{1}{r}$$

$$۲) \frac{1}{r_a} + \frac{1}{r_b} + \frac{1}{r_c} = \frac{1}{r}$$

بازتاب

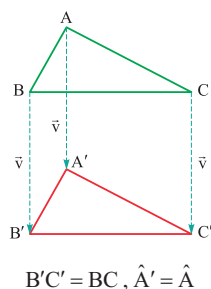
ویژگی‌های بازتاب نسبت به خط d

 $B'C' = BC, \hat{A} = \hat{A}'$	۱	ایزومتري است و طول پاره‌خط ثابت می‌ماند.
	۲	لزوماً شیب خط را حفظ نمی‌کند (مگر بر d عمود یا موازی d باشد).
	۳	اندازه زاویه‌ها ثابت می‌ماند.
	۴	شکل و تصویر آن هم‌نهشت هستند.
	۵	جهت شکل را حفظ نمی‌کند.
	۶	بی‌نهایت نقطه ثابت تبدیل دارد.
	۷	محور بازتاب دو خط متقابل، نیمساز زوایای بین آن‌هاست.
	۸	محور بازتاب دو خط موازی، خطی است موازی با آن‌ها و مابین دو خط.



انتقال

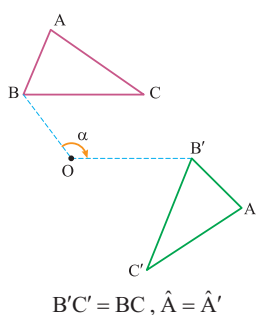
ویژگی‌های انتقال توسط بردار $\vec{V}$



- | | |
|---|---|
| ۱ | ایزومتري است و طول پاره‌خط ثابت می‌ماند. |
| ۲ | شیب خط را حفظ می‌کند. |
| ۳ | اندازه زاویه‌ها ثابت می‌ماند. |
| ۴ | شکل و تصویر آن همنهشت هستند. |
| ۵ | جهت شکل را حفظ می‌کند. |
| ۶ | نقطه ثابت ندارد. |
| ۷ | بردار انتقالی وجود ندارد که دو خط متقاطع را به یکدیگر تبدیل کند. |
| ۸ | بی‌شمار بردار انتقال وجود دارد که دو خط موازی را به یکدیگر تبدیل کند. |

دوران

ویژگی‌های دوران نسبت به نقطه ثابت O و زاویه α



- | | |
|---|--|
| ۱ | ایزومتري است و طول پاره‌خط ثابت می‌ماند. |
| ۲ | دوران الزاماً شیب خط را حفظ نمی‌کند، مگر $\alpha = k\pi$ ($k \in \mathbb{Z}$). |
| ۳ | اندازه زاویه‌ها ثابت می‌ماند. |
| ۴ | شکل و تصویر آن همنهشت هستند. |
| ۵ | جهت شکل را حفظ نمی‌کند. |
| ۶ | نقطه ثابت تبدیل دارد. (نقطه O) |

نکته

هر دو پاره‌خط با اندازه‌های برابر می‌توانند با دوران به یکدیگر تبدیل شوند:

مقاطع و برابر	موازی و برابر
مرکز دوران محل برخورد عمودمنصف‌های AA' و BB' است و زاویه دوران α یا $180^\circ - \alpha$ است.	مرکز دوران محل برخورد AA' و BB' و زاویه دوران $(2k+1)\pi$ است.

پایه دوازدهم

ماتریس و اعمال روی ماتریس‌ها

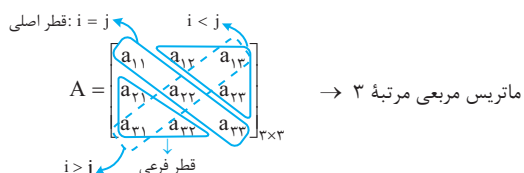
تعریف ماتریس

به چیدمان $m \times n$ درایه، یک ماتریس از مرتبه $m \times n$ می‌گوییم؛ مثلاً:

ماتریس دارای ۲ سطر و ۳ ستون	ماتریس دارای ۲ سطر و ۳ ستون	ماتریس 3×2 برحسب ij
$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \end{bmatrix}_{2 \times 3}$ ستون سوم سطر دوم	$B = \begin{bmatrix} -1 & 2 & 0 \\ 3 & 4 & 1 \end{bmatrix}_{2 \times 3}$ ستون سوم درایه سطر دوم و ستون دوم b_{22}	$c_{ij} = \begin{cases} i+j & i \geq j \\ i-j & i < j \end{cases}$ $C = \begin{bmatrix} 2 & -1 \\ 3 & 4 \\ 4 & 5 \end{bmatrix}_{3 \times 2}$

ماتریس مربعی

اگر در ماتریسی تعداد سطرها و تعداد ستون‌ها برابر باشد، آن را ماتریس مربعی می‌نامیم.



ماتریس‌های مربعی خاص

ماتریس صفر	ماتریس قطری	ماتریس اسکالر	ماتریس همانی (واحد)	ماتریس بالا مثلثی	ماتریس پایین مثلثی
$O = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$	$B = \begin{bmatrix} 4 & 0 \\ 0 & 10 \end{bmatrix}$	$C = \begin{bmatrix} 6 & 0 \\ 0 & 6 \end{bmatrix}$	$I_2 = I = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$	$D = \begin{bmatrix} 4 & 7 & -1 \\ 0 & 2 & 3 \\ 0 & 0 & 6 \end{bmatrix}$	$E = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 5 & 1 & 0 \\ -4 & 2 & 6 \end{bmatrix}$
همه درایه‌ها برابر صفر می‌باشد. البته ماتریس صفر می‌تواند مربعی نباشد.	همه درایه‌های غیرواقع بر قطر اصلی صفر است.	درایه‌های غیرواقع بر قطر اصلی صفر و تمام درایه‌های قطر اصلی با هم برابرند.	درایه‌های قطر اصلی همگی عدد ۱ و بقیه درایه‌ها صفر می‌باشد.	درایه‌های زیر قطر اصلی همگی صفر است.	درایه‌های بالای قطر اصلی همگی صفر است.

تساوی دو ماتریس

دو ماتریس هم‌مرتبه را مساوی می‌گوییم، هرگاه درایه‌های آن‌ها نظیربه‌نظیر با هم برابر باشد

$$A = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} x & y \\ z & t \end{bmatrix} \quad A = B \Rightarrow \begin{cases} a = x, & b = y \\ c = z, & d = t \end{cases}$$

جمع و تفریق و ضرب ماتریس‌ها

جمع و تفریق دو ماتریس	ضرب دو ماتریس
$\begin{bmatrix} 7 & -1 \\ 3 & 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ -1 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 8 & 1 \\ 2 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 4 \\ 2 & 0 \\ -1 & 2 \end{bmatrix}_{3 \times 2} \times \begin{bmatrix} 1 & -1 & 2 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}_{2 \times 3} = \begin{bmatrix} 1 \times 1 + 4 \times 0 & 2 & 11 \\ 2 & -4 & 6 \\ -1 & 4 & 1 \end{bmatrix}_{3 \times 3}$
برای جمع و تفریق دو ماتریس هم‌مرتبه، درایه‌های نظیربه‌نظیر با هم جمع یا تفریق می‌شوند.	ماتریس اول را به صورت سطری و ماتریس دوم را به صورت ستونی دسته‌بندی می‌کنیم و هر یک از سطرهای ماتریس اول را در ستون‌های ماتریس دوم ضرب می‌کنیم.



• شرط لازم برای این که دو ماتریس بتوانند در هم ضرب شوند، برابری تعداد ستون‌های ماتریس اول با سطرهای ماتریس دوم است:

$$A_{m \times n} \times B_{n \times p} = C_{m \times p}$$

خواص اعمال جبری روی ماتریس -

ماتریس صفر عضو بی‌اثر در جمع ماتریس‌ها	جمع ماتریس‌ها شرکت‌پذیر است.	عضو قرینه در جمع ماتریس‌ها	جمع ماتریس‌ها خاصیت جابه‌جایی دارد.
$A + \bar{O} = \bar{O} + A = A$	$A + (B + C) = (A + B) + C$	$A + (-A) = (-A) + A = \bar{O}$	$A + B = B + A$
قابلیت حذف عدد غیر صفر	توزیع‌پذیری عدد روی جمع ماتریس	ماتریس I عضو بی‌اثر در ضرب ماتریس‌ها	توزیع‌پذیری در ضرب ماتریس‌ها
$rA = rB \xrightarrow{r \neq 0} A = B$	$r(A \pm B) = rA \pm rB$	$AI = IA = A$	$A \times (B \pm C) = (A \times B) \pm (A \times C)$
ضرب ماتریس خاصیت جابه‌جایی ندارد.	عدم نتیجه‌گیری در مورد صفر بودن ماتریس	ضرب ماتریس‌ها خاصیت شرکت‌پذیری دارد.	فاکتورگیری
$AB \neq BA$	$AB = \bar{O} \Leftrightarrow A \neq \bar{O}, B \neq \bar{O}$	$A \times (B \times C) = (A \times B) \times C$	$AB + AC = A(B + C)$ $BC + AC = (B + A)C$

توان در ماتریس -

$$A^r = A^r \times A = A \times A^r \text{ و } A^n = A \times A^{n-1} = A^{n-1} \times A$$

اگر A یک ماتریس مربعی باشد، داریم:

چهار ماتریس خاص

ماتریس متناوب	ماتریس پوچ‌توان	ماتریس خودتوان	ماتریس خودضریب
$A^r = I \Rightarrow \begin{cases} A^{rn} = I \\ A^{rn+1} = A \end{cases}$	$A^r = \bar{O} \Rightarrow A^n = \bar{O}$	$A^r = A \Rightarrow A^n = A$	$A^r = kA \Rightarrow A^n = k^{n-1}A$

تعریف، وقتی می‌گوییم دو ماتریس A و B تعویض‌پذیرند یعنی:

- ماتریس همانی با هر ماتریس مربعی هم‌مرتبه‌اش تعویض‌پذیر است.
- ضرب دو ماتریس قطری تعویض‌پذیر است.

اتحادهای جبری در ماتریس -

اگر دو ماتریس تعویض‌پذیر باشند، تمام اتحادهای جبری برای آن‌ها برقرار است:

$(A + B)^r = A^r + B^r + rAB$	اتحاد مربع دوجمله‌ای
$(A - B)(A + B) = A^r - B^r$	اتحاد مزدوج
$(A + B)^r = A^r + rA^rB + rAB^r + B^r$	اتحاد مکعب دوجمله‌ای
$(A - B)(A^r + AB + B^r) = A^r - B^r$	اتحاد چاق و لاغر

قضیه کیلی - همیلتون -

$$A = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \Rightarrow A^r = (a + d)A - (ad - bc)I$$

اگر ماتریس A یک ماتریس 2×2 باشد، داریم:



ریاضیات گسسته و آمار و احتمال

آمار و احتمال

۱ چند تعریف:

اصطلاح	تعریف
پدیده تصادفی	پدیده یا آزمایشی که نتیجه آن را نتوان قبل از انجام به طور قطعی پیش بینی کرد.
فضای نمونه ای	مجموعه تمام نتایج ممکن یک پدیده تصادفی
پیشامد تصادفی	هر زیرمجموعه از S، یک پیشامد است. $2^{n(S)}$ = تعداد کل پیشامدها

۲ تعداد اعضای فضای نمونه در آزمایش های مهم:

آزمایش	تعداد اعضای S
پرتاب n سکه	2^n
پرتاب n تاس	6^n
پرتاب n سکه و m تاس	$2^n \times 6^m$
خانواده n فرزندی	2^n
جایگشت n شیء متمایز	$n!$
انتخاب r شیء از n شیء	$P(n, r) = \frac{n!}{(n-r)!}$
ترکیب r شیء از n شیء	$C(n, r) = \frac{n!}{(n-r)!r!}$

۳ مجموع اعداد ۲ تاس می تواند عددی از ۲ (هر ۲ تاس ۱ باشند) تا ۱۲ (هر ۲ تاس ۶ باشند) باشد.

جدول زیر تعداد اعضای پیشامد مجموع اعداد ۲ تاس را نشان می دهد:

مجموع اعداد دو تاس	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
تعداد اعضای پیشامد	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۵	۴	۳	۲	۱
قاعده برای حفظ کردن	قاعده $n-1$: یعنی اعداد سطر بالا را باید منهای ۱ کنیم تا اعداد سطر پایین به دست آید.					از هر ۲ قاعده $n-1$ و $13-n$ جواب می دهد.		قاعده $13-n$: یعنی ۱۳ را منهای اعداد بالا می کنیم تا اعداد پایینی به دست آید.			

۴ اعمال روی پیشامدها:

نمودار ون	توضیح	نماد ریاضی
	A رخ ندهد.	A'
	A یا B رخ دهد. (حداقل یکی)	$A \cup B$



نمودار ون	توضیح	نماد ریاضی
	A و B رخ دهند. (هر دو)	$A \cap B$
	A رخ دهد ولی B رخ ندهد. (فقط A رخ دهد.)	$A - B$
	دقیقاً یکی از دو پیشامد A یا B رخ دهد.	$(A - B) \cup (B - A)$ $(A \cup B) - (A \cap B)$

۵ چند قانون در مجموعه‌ها:

رابطه ریاضی	قانون
$A - B = A \cap B'$	تبدیل تفاضل به اشتراک
$A - B = A - (A \cap B)$	بی‌اسم!
$(A \cup B)' = A' \cap B'$	دمورگان
$(A \cap B)' = A' \cup B'$	
$A \cup (A \cap B) = A$	جذب
$A \cap (A \cup B) = A$	

۶ دو پیشامد ناسازگار:

نمودار ون	رابطه ریاضی	تعریف
	$A \cap B = \emptyset$ یا $P(A \cap B) = 0$	دو پیشامد که عضو مشترکی ندارند.

۷ رابطه محاسبه احتمال وقوع یک پیشامد:

$$P(A) = \frac{n(A)}{n(S)} = \frac{\text{تعداد حالات مطلوب}}{\text{تعداد کل حالات ممکن}}$$



چند تیپ سؤال مهم در احتمال با مثال:

تیپ سؤال	مثال	جواب
۱ باید اعضای پیشامد را بنویسیم.	با ارقام ۱ تا ۵ یک عدد دورقمی بدون تکرار ارقام می‌نویسیم. با چه احتمالی مضرب ۳ است؟	$n(S) = \frac{5}{5} \times \frac{4}{5} = 20$ $A = \{12, 15, 21, 24, 42, 45, 51, 54\} \Rightarrow n(A) = 8$ $P(A) = \frac{8}{20} = \frac{2}{5}$
۲ مسائل مربوط به سکه و تاس	در پرتاب یک سکه و یک تاس، با چه احتمالی سکه رو و تاس مضرب ۳ می‌آید؟	$n(S) = \frac{2}{\text{تاس}} \times \frac{6}{\text{سکه}} = 12$ $n(A) = \frac{1}{\text{سکه}} \times \frac{2}{\text{تاس}} = 2$ $P(A) = \frac{2}{12} = \frac{1}{6}$
۳ فرزندان خانواده	در یک خانواده ۵ فرزند، با چه احتمالی دقیقاً ۳ فرزند دختر داریم؟	$n(S) = 2^5 = 32$ $n(A) = \binom{5}{3} = 10$ $P(A) = \frac{10}{32} = \frac{5}{16}$
۴ مسائل مرتبط با اصل ضرب و جایگشت	با حروف کلمه alish یک کلمه ۵ حرفی می‌نویسیم. (بدون تکرار حروف) با چه احتمالی حرف اول آن a است و حرف آخرش h نیست؟	$n(S) = 5! = 120$ $n(A) = \frac{1}{\text{اول}} \times \frac{3}{\text{ا}} \times \frac{2}{\text{ا}} \times \frac{1}{\text{آخر}} = 18$ $P(A) = \frac{18}{120} = \frac{3}{20}$
۵ مسائل مرتبط با انتخاب	در کیسه‌ای ۴ مهره آبی و ۵ مهره قرمز داریم. ۲ مهره از کیسه خارج می‌کنیم. با چه احتمالی هم‌رنگ‌اند؟	$n(s) = \binom{9}{2} = \frac{9 \times 8}{2} = 36$ $n(A) = \binom{4}{2} + \binom{5}{2} = 6 + 10 = 16$ $P(A) = \frac{16}{36} = \frac{4}{9}$
۶ مسائل مربوط به روزهای هفته	در یک گروه ۳ نفری با چه احتمالی هر سه نفر در روزهای متفاوتی از هفته به دنیا آمده‌اند؟	$n(S) = \frac{7}{\text{اول}} \times \frac{6}{\text{دوم}} \times \frac{5}{\text{سوم}}$ $n(S) = \frac{7}{\text{اول}} \times \frac{6}{\text{دوم}} \times \frac{5}{\text{سوم}}$ $P(A) = \frac{7 \times 6 \times 5}{7 \times 6 \times 7} = \frac{30}{49}$
۷ مسائل صفحه‌عقربه‌دار با تقسیم‌بندی یکسان	عقربه صفحه‌مقابل را می‌چرخانیم. با چه احتمالی روی عددی اول می‌ایستد؟	$5, 7, 11, 13, 17, 19$ $\text{احتمال} = \frac{\text{تعداد خانه‌های مطلوب}}{\text{تعداد کل تقسیم‌بندی‌ها}} = \frac{6}{8} = \frac{3}{4}$
۸ مسائل صفحه‌عقربه‌دار با تقسیم‌بندی غیر یکسان	عقربه صفحه‌مقابل را می‌چرخانیم. با چه احتمالی روی قسمت آبی یا سبز می‌ایستد؟	$\frac{70^\circ + 50^\circ}{360^\circ} = \frac{120^\circ}{360^\circ} = \frac{1}{3}$ $\text{احتمال} = \frac{\text{مجموع زوایای سبز و آبی}}{360^\circ}$



۹ احتمال پیشامد متمم:

کی ارزش استفاده می‌کنیم؟	وقتی شمردن اعضای پیشامد A سخت است ولی شمردن اعضای پیشامد متمم یعنی A' ساده است.
فرمول احتمال متمم	$P(A) = 1 - P(A')$
کلمات کلیدی سؤال‌ها	اگر در سؤالی از کلمات «حداقل»، «حداکثر» یا «فعل منفی» استفاده شده بود، حتماً یک بار در ذهنتان متمم پیشامد را بررسی کنید. اگر شمردن اعضای متمم راحت‌تر بود، از احتمال متمم سؤال را حل کنید.

۱۰ چند فرمول در احتمال:

توضیح پیشامد	نماد پیشامد	فرمول احتمال
۱ احتمال رخدادن A	A'	$P(A') = 1 - P(A)$
۲ احتمال رخدادن فقط A	A - B	$P(A - B) = P(A) - P(A \cap B)$
۳ احتمال رخدادن حداقل یکی از دو پیشامد A و B	$A \cup B$	$P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$
۴ احتمال رخدادن حداقل یکی از دو پیشامد A و B (وقتی A و B ناسازگارند.)	$A \cup B$	$P(A \cup B) = P(A) + P(B) - \underbrace{P(A \cap B)}_0$

– فضای غیرهم‌شانس –

مجموع احتمال عضوهای S برابر یک است. معمولاً همه مقادیر را برحسب یکی از احتمال‌ها پارامتری می‌کنیم.

♦♦ احتمال شرطی ♦♦

$$P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)} = \frac{n(A \cap B)}{n(B)} \quad \text{رابطه:}$$

– حالت‌های خاص احتمال شرطی –

حالت	مستقل	ناسازگار ($A \cap B = \emptyset$)	$A \subseteq B$	$B \subseteq A$
فرمول شرطی	$P(A B) = P(A)$	$P(A B) = 0$	$P(A B) = \frac{P(A)}{P(B)}$	$P(A B) = 1$

– قاعده ضرب احتمال –

$$P(A \cap B) = P(A)P(B|A)$$

– فرمول احتمال کل –

A_i ها ($A_1, A_2, \dots, A_n$) افراز S هستند.

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

– قانون بیز –

$$P(A_j|B) = \frac{P(A_j)P(B|A_j)}{P(B)}$$

$$P(A_i|B) = \frac{P(A_i)P(B|A_i)}{\sum_i P(A_i)P(B|A_i)} = \frac{\text{سهم یک شاخه}}{\text{مجموع کل شاخه‌ها}}$$



تکرارهای یک آزمایش

$$(1-P)^{n-1}p$$

۱ اگر احتمال پیروزی P باشد، احتمال اولین پیروزی در بار n برابر است با:

$$\binom{n}{k} P^k (1-P)^{n-k}$$

۲ اگر احتمال پیروزی P باشد، احتمال k تا پیروزی در n بار تکرار برابر است با:

۳ اگر احتمال پیروزی اول $\frac{m}{n}$ و انتخابها بدون جای گذاری باشند، احتمال پیروزی بعدی $\frac{m-1}{n-1}$ است.

ریاضیات گسسته

فصل اول: استدلال ریاضی

مثال نقض

روش استفاده: با یک مثال نشان دهیم حکم کلی نادرست است.

مثال نقض	حکم نادرست
$n = 5$ (عدد $2^{32} + 1$ به ۶۴۱ می خورد.)	$2^{2^n} + 1$ اول است.
اعداد 2^k (مثل ۴، ۸، ...) (مثل ۴، ۸، ...)	هر عدد طبیعی $n > 2$ جمع اعداد متوالی است.
$\mathbb{Z} \cup \mathbb{W} = \mathbb{Z} \cup \mathbb{N} \not\Rightarrow \mathbb{W} = \mathbb{N}$	$A \cup B = A \cup C \Rightarrow B = C$
$x = \frac{1}{2}$	$\forall x \in \mathbb{R}; x^2 \geq x$
مثلث با یک زاویه باز	ارتفاع مثلث درون آن است.
$\sqrt{2} + (1 - \sqrt{2}) = 1$	جمع دو عدد گنگ، گنگ است.
$0 \times \sqrt{3} = 0$	ضرب عدد گویا در گنگ، گنگ است.
$n = 3 \Rightarrow 4^2 + 1 = 65$	عدد $4^n + 1$ اول است.
$12 \mid 6^2 \not\Rightarrow 12 \mid 6$	اگر مربع عددی به ۱۲ بخش پذیر باشد، خود عدد هم به ۱۲ بخش پذیر است.
$10 \mid 4 \times 5 \not\Rightarrow 10 \mid 4$	اگر $a \mid bc$ ، آن گاه $a \mid b$ یا $a \mid c$

اثبات مستقیم

روش کار: با مدل سازی ریاضی، از فرض شروع می کنیم و با طی مراحل ریاضی به حکم می رسیم.

بیان صورت حکم	عدد طبیعی	عدد زوج	عدد فرد	دو عدد متوالی	دو عدد فرد متوالی	دو عدد زوج متوالی
بیان ریاضی	n	$2k$	$2k+1$	$n, n+1$	$2k+1$ و $2k+3$	$2k$ و $2k+2$

حکم های مهم که با استنتاج (اثبات مستقیم) ثابت می شوند:

۱ مربع هر عدد فرد از مضرب ۸ یک واحد بیشتر است.

۲ جمع سه عدد متوالی مضرب ۳ است.

۳ جمع دو عدد فرد متوالی مضرب ۴ است.

۴ اگر k ضرب دو عدد طبیعی متوالی باشد $4k+1$ مربع کامل است.

بررسی تمام حالات

روش کار: در مسائلی که حالت های محدودی داریم، مثلاً زوج یا فرد یا مثلاً باقی مانده بر ۳ که می تواند ۰ یا ۱ یا ۲ باشد، تمامی حالت ها را بررسی می کنیم.



حکم‌های مهمی که با این روش اثبات می‌شوند:

- ۱ اگر $\frac{n^2(n+1)^2}{4}$ زوج باشد، آن گاه باقی‌مانده تقسیم بر ۴، یا صفر یا ۳ است.
- ۲ مربع هر عدد یا مضرب ۹ است یا به صورت $3q+1$ (هیچ مربع کاملی $3q+2$ نیست).
- ۳ هر عدد اول $p > 5$ به صورت $6k \pm 1$ است.
- ۴ اگر ab فرد باشد، $a+b$ زوج است.

– برهان خلف –

شیوه اثبات، استفاده از هم‌ارزی ($p \Rightarrow q \equiv \sim q \Rightarrow \sim p$)

مراحل استدلال: فرض می‌کنیم حکم درست نیست و نشان می‌دهیم که با این فرض به تناقض می‌رسیم، پس خود حکم باید درست باشد. این روش اثبات غیرمستقیم است. احکامی که با برهان خلف ثابت می‌شوند:

- ۱ $\sqrt{2}$ گنگ است.
- ۲ اگر β و α گنگ و $\alpha + 2\beta$ گویا باشد، $\alpha - \beta$ گنگ است.
- ۳ اگر x گنگ باشد، $\frac{1}{x}$ هم گنگ است.
- ۴ اگر n^2 مضرب ۳ باشد n هم مضرب ۳ است.
- ۵ اگر اعداد x_1, x_2, x_3 و y_1, y_2, y_3 همان اعداد، ولی به ترتیب دیگری باشند، آن گاه $(x_1 - y_1)(x_2 - y_2)(x_3 - y_3)$ حتماً زوج است.
- ۶ جمع یک عدد گویا و یک عدد گنگ، گنگ است.
- ۷ اگر عدد مثبت x گنگ باشد، $\sqrt{x}$ هم گنگ است.

– اثبات بازگشتی –

روش اثبات، از خود حکم شروع می‌کنیم و با طی مراحل ریاضی برگشت‌پذیر، به رابطه‌ای می‌رسیم. اگر این رابطه همواره درست باشد، خود حکم هم درست است. اگر این رابطه درست نباشد، خود حکم هم درست نیست. احکامی که بازگشتی اثبات می‌شوند:

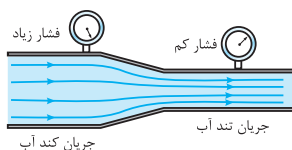
- ۱ $a, b > 0 \Rightarrow \frac{a+b}{2} \geq \sqrt{ab}$
- ۲ $ab > 0 \Rightarrow \frac{a}{b} + \frac{b}{a} \geq 2$
- ۳ $x^2 + y^2 + z^2 \geq xy + yz + xz$
- ۴ $\frac{x}{1+x^2} \leq \frac{1}{2}$
- ۵ رابطه $\sqrt{x+y} = \sqrt{x} + \sqrt{y}$ برای دو عدد مثبت x و y همواره درست نیست.

فیزیک

پایه دهم

– شار در حرکت و اصل برنولی –

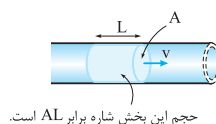
● اصل برنولی: اگر تندی شار در افزایش یابد، فشار آن کاهش می‌یابد و بالعکس.



● آهنگ شارش شار:

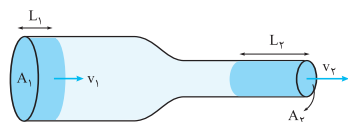
حجم شار عبوری

آهنگ شارش شار: $\frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{AL}{\Delta t} = Av$ (یکا: m^3/s)



حجم این بخش شار برابر AL است.

● معادله پیوستگی، در لوله‌ای با سطح مقطع متفاوت، باید مقدار جرم عبوری شاره در بازه زمانی یکسان، از دو سر لوله برابر باشد.



$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

– انرژی جنبشی –

انرژی جنبشی جسمی با جرم m که با سرعت v حرکت می‌کند، از رابطه روبه‌رو به دست می‌آید:

$$K = \frac{1}{2} m v^2$$

(kg) (m/s)
(J)

نکته

$$\Delta K = K_2 - K_1 = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2)$$

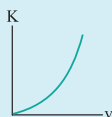
رابطه تغییرات انرژی جنبشی:

نکته

$$\frac{K_2}{K_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2$$

نسبت انرژی جنبشی‌ها:

نکته



نمودار انرژی جنبشی بر حسب سرعت:

– کار انجام‌شده توسط نیروی ثابت –

مقدار کار از رابطه روبه‌رو به دست می‌آید:

$$W = F d \cos \theta$$

زاویه بین d, F نیرو (N)
جابه‌جایی (m) کار (J)

نکته

$90^\circ < \theta \leq 180^\circ$	$\theta = 90^\circ$	$0^\circ \leq \theta < 90^\circ$	علامت کار
$W < 0$	$W = 0$	$W > 0$	
			شکل نمونه

نکته

مسائل ترکیبی قانون دوم نیوتون و کار: در بعضی مسائل نیرو مستقیم بیان نمی‌شود.

$$F = ma \xrightarrow[\text{مرحله ۱}]{\text{جای‌گذاری F در رابطه کار}} W = F d \cos \theta$$

$\downarrow$
 ma

نکته

نیرو و جابه‌جایی بر حسب بردارهای یک‌ه:

$$\left. \begin{aligned} \vec{F} &= F_x \vec{i} + F_y \vec{j} \\ d &= d_x \vec{i} + d_y \vec{j} \end{aligned} \right\} W = \vec{F} \cdot \vec{d} = (F_x \cdot d_x) + (F_y \cdot d_y)$$



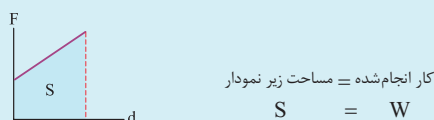
نکته

کار نیروی وزن:

$$W = Fd \cos \theta \Rightarrow W_{mg} = mg \times h \times \cos(0^\circ \text{ یا } 180^\circ)$$

نکته

نمودار نیرو بر حسب جابه‌جایی:



نکته

روش‌های محاسبه کار کل انجام‌شده (W_t)

برایندگیری بین نیروها	محاسبه کار تک‌تک نیروها	قضیه کار و انرژی جنبشی	
$W_t = F_t d \cos \theta$	$W_t = W_1 + W_2 + \dots$	$W_t = \Delta K = \frac{1}{2} m(v_f^2 - v_i^2)$	روابط
ابتدا بین تمامی نیروهای واردشده برایندگیری می‌کنیم و برایند نیرو را جای‌گذاری می‌کنیم.	اگر چند نیرو به جسم وارد شوند، کار هر نیرو را جداگانه حساب می‌کنیم و در آخر با هم جمع می‌کنیم.	هر آن‌چه نیاز است، در رابطه عیان است.	توضیحات

– کار و انرژی پتانسیل –

(J) (kg) (m)

$$U = m g h$$

شتاب گرانشی زمین (N/kg)

$$U_E = |q| E d \cos \theta$$

انرژی پتانسیل گرانشی:

انرژی پتانسیل الکتریکی:

انرژی پتانسیل فنر

انرژی پتانسیل یا انرژی ذخیره‌ای نمونه‌های متنوعی دارد

نکته

انرژی پتانسیل برخلاف انرژی جنبشی ویژگی یک سامانه است.

نکته

رابطه انرژی پتانسیل گرانشی و کار نیروی وزن:

$$\Delta U = -W_{\text{وزن}}$$

نکته

علامت انرژی پتانسیل گرانشی: جابه‌جایی به سمت زمین $\Delta U < 0$

جابه‌جایی به سمت آسمان $\Delta U > 0$

– پایستگی انرژی مکانیکی –

به مجموع انرژی‌های پتانسیل و جنبشی یک جسم، انرژی مکانیکی می‌گویند.

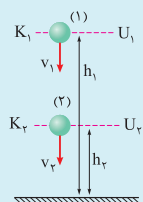
انرژی جنبشی (J)

$$E = K + U$$

انرژی پتانسیل (J) انرژی مکانیکی (J)

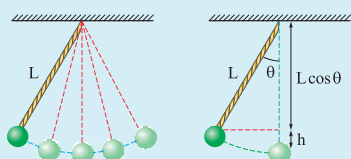


نکته



پایستگی انرژی مکانیکی: اگر نیروهای اتلافی نباشند، انرژی مکانیکی در تمامی نقاط یکسان و پایسته است.
 $E_1 = E_2 \Rightarrow U_1 + K_1 = U_2 + K_2 \Rightarrow \Delta U + \Delta K = 0$

نکته



$$h = L - L \cos \theta \Rightarrow h = L(1 - \cos \theta)$$

بررسی اختلاف ارتفاع در حرکت آونگ:

کار و انرژی درونی

انرژی درونی: مجموع انرژی‌های ذرات تشکیل‌دهنده یک جسم

نکته

$$E_2 - E_1 = W_f \quad \text{یا} \quad \Delta K + \Delta U = W_f$$

(انرژی تلف‌شده (J))

محاسبه انرژی تلف‌شده:

قانون پایستگی انرژی: در یک سامانه منزوی، مجموع کل انرژی‌ها پایسته می‌ماند، انرژی به وجود نمی‌آید و از بین هم نمی‌رود، فقط از حالتی به حالت دیگر تبدیل می‌شود.

توان و بازده

توان (P): کمیتی نرده‌ای که آهنگ انجام کار را نشان می‌دهد.

$$\bar{P} \text{ یا } P_{av} = \frac{W}{\Delta t}$$

توان متوسط (W) مدت‌زمان انجام کار (s)

نکته

یکای توان: $\frac{J}{s}$ که وات (W) نام‌گذاری کرده‌اند.

نکته

$$1 \text{ hp} = 746 \text{ W}$$

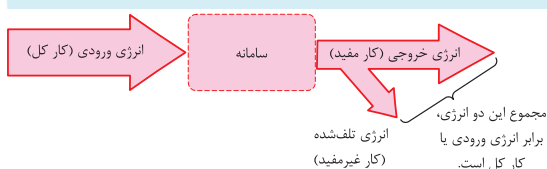
اسب‌بخار

نکته

رابطه توان و تندی:

$$P_{av} = \frac{W}{t} = \frac{F d}{t} \xrightarrow{\frac{d}{t} = v_{av}} P_{av} = F v_{av}$$

تندی ثابت = تندی متوسط حرکت جسم



تذکر در رابطه بالا، تندی جسم باید ثابت باشد.
 بازده (Ra): نسبت انرژی خروجی به انرژی ورودی

$$Ra = \frac{\text{انرژی خروجی (کار مفید)}}{\text{انرژی ورودی (کار کل)}} \times 100 = \frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{ورودی}}} \times 100$$

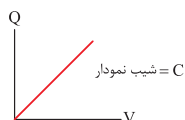
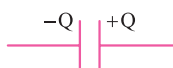
(درصد بازده)



خازن

ظرفیت خازن -

بارخازن برحسب کولن (C) $C = \frac{Q}{V} \rightarrow$ ظرفیت خازن برحسب کولن بر ولت ($\frac{C}{V}$) یا فاراد (F) اختلاف پتانسیل بین صفحات برحسب ولت (V) $C = \frac{Q}{V} \rightarrow$



● بار ذخیره شده در خازن: $Q \rightarrow$ یعنی بار یک صفحه $+Q$ و بار صفحه دیگر $-Q$ است.

● ظرفیت خازن به V و Q وابسته نیست و با تغییر V و Q ثابت می ماند.

نمودار بار خازن برحسب اختلاف پتانسیل بین صفحات آن:

ظرفیت خازن برحسب کمیت های ساختمانی آن:

مساحت هر صفحه خازن برحسب متر مربع (m^2) $C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d} \rightarrow$ ظرفیت خازن برحسب فاراد (F) فاصله بین صفحات برحسب متر (m) $C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d} \rightarrow$ ثابت دی الکتریک

$$(\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/M})$$

ضریب گذردهی الکتریکی خلأ

تغییر ظرفیت خازن و اثر آن روی بار و اختلاف پتانسیل -

تغییر κ	$\Delta C = (\kappa_2 - \kappa_1) \epsilon_0 \frac{A}{d}$	خازن متصل به باتری	ثابت: V	$\Delta Q = V \Delta C$ $\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{C_2}{C_1}$
	$\frac{C_2}{C_1} = \frac{\kappa_2}{\kappa_1}$	خازن جدا از باتری	ثابت: Q	$\Delta V = Q(\frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_1})$ $\frac{V_2}{V_1} = \frac{C_1}{C_2}$
تغییر A	$\Delta C = \kappa \epsilon_0 \frac{\Delta A}{d}$	خازن متصل به باتری	ثابت: V	$\Delta Q = V \Delta C$ $\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{C_2}{C_1}$
	$\frac{C_2}{C_1} = \frac{A_2}{A_1}$	خازن جدا از باتری	ثابت: Q	$\Delta V = Q(\frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_1})$ $\frac{V_2}{V_1} = \frac{C_1}{C_2}$
تغییر d	$\Delta C = \kappa \epsilon_0 A (\frac{1}{d_1} - \frac{1}{d_2})$	خازن متصل به باتری	ثابت: V	$\Delta Q = V \Delta C$ $\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{C_2}{C_1}$
	$\frac{C_2}{C_1} = \frac{d_1}{d_2}$	خازن جدا از باتری	ثابت: Q	$\Delta V = Q(\frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_1})$ $\frac{V_2}{V_1} = \frac{C_1}{C_2}$



فروریزش الکتریکی:

بیشینه اختلاف پتانسیل قابل تحمل خازن > اختلاف پتانسیل دو سر خازن ← جدا شدن الکترون‌های ماده دی‌الکتریک ← تخلیه خازن

تذکر فروریزش الکتریکی معمولاً با یک جرقه همراه است و باعث سوختن خازن می‌شود.

قراردادن دی‌الکتریک قطبی یا غیرقطبی بین صفحه‌های خازن ← ظرفیت خازن افزایش می‌یابد. ← حداکثر ولتاژ قابل تحمل خازن افزایش می‌یابد.

میدان الکتریکی بین صفحات خازن:

اختلاف پتانسیل دو صفحه (V) ← $E = \frac{V}{d} = \frac{Q}{K\epsilon_0 A}$ ← اندازه میدان الکتریکی
مساحت صفحه‌های خازن (m²) ← $E = \frac{V}{d} = \frac{Q}{K\epsilon_0 A}$ ← فاصله دو صفحه (m)

● رابطه:

● جهت: از صفحه + به صفحه -

- انرژی خازن -

بار خازن برحسب کولن (C) ← $U = \frac{1}{2} QV$ ← انرژی پتانسیل ذخیره شده در خازن برحسب ژول (J)
ظرفیت خازن برحسب فاراد (F) ← $U = \frac{1}{2} CV^2$ ← انرژی پتانسیل ذخیره شده در خازن برحسب ژول (J)
بار خازن برحسب کولن (C) ← $U = \frac{Q^2}{2C}$ ← انرژی پتانسیل ذخیره شده در خازن برحسب ژول (J)

تغییر انرژی خازن بدون تغییر ظرفیت خازن:

C: ثابت ← Q و V به یک نسبت تغییر می‌کنند ← با توجه به داده‌ها و خواسته‌های تست از روابط هر کدام از سطرهای جدول روبه‌رو می‌توان استفاده کرد.

$\Delta U = \frac{1}{2C} (Q_f^2 - Q_i^2)$ $\frac{U_f}{U_i} = \left(\frac{Q_f}{Q_i}\right)^2$	تغییر Q
$\Delta U = \frac{1}{2} C (V_f^2 - V_i^2)$ $\frac{U_f}{U_i} = \left(\frac{V_f}{V_i}\right)^2$	تغییر V

تغییر انرژی خازن در اثر تغییر ظرفیت خازن:

$\frac{U_f}{U_i} = \frac{C_f}{C_i}$	$\Delta U = \frac{1}{2} \Delta Q \times V$ $\Delta U = \frac{1}{2} \Delta C \times V^2$	$\Delta Q = \Delta C \times V$ $\frac{Q_f}{Q_i} = \frac{C_f}{C_i}$	ثابت V	خازن متصل به باتری
$\frac{U_f}{U_i} = \frac{C_i}{C_f}$	$\Delta U = \frac{1}{2} Q \times \Delta V$ $\Delta U = \frac{1}{2} Q^2 \left(\frac{1}{C_f} - \frac{1}{C_i}\right)$	$\Delta V = Q \left(\frac{1}{C_f} - \frac{1}{C_i}\right)$ $\frac{V_f}{V_i} = \frac{C_i}{C_f}$	ثابت Q	خازن جدا از باتری

انرژی ذخیره شده برحسب ژول (J) ← $\bar{P} = \frac{U}{t}$ ← توان متوسط برحسب وات (W)
زمان برحسب ثانیه (S) ←

توان متوسط تخلیه انرژی خازن:

یک تمرین مهم کتاب درسی:

اگر در یک خازن بار q' از $\left\{ \begin{array}{l} \text{صفحه} + \text{ به صفحه} - \\ \text{صفحه} - \text{ به صفحه} + \end{array} \right\}$ منتقل شود ← $\left\{ \begin{array}{l} Q_f = Q_i - q' \\ Q_f = Q_i + q' \end{array} \right\}$

Q_i : بار اولیه خازن

Q_f : بار ثانویه خازن

تذکر علامت q' در نظر گرفته می‌شود.



بخش ۱: جریان الکتریکی و مقاومت الکتریکی

جریان الکتریکی -

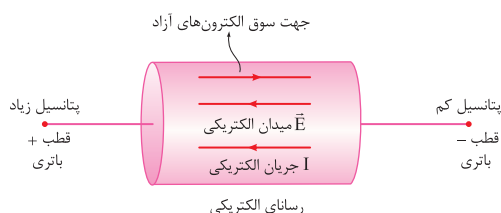
آهنگ شارش بار الکتریکی خالص در یک رسانا

دو سر رسانا اختلاف پتانسیل الکتریکی برقرار شده است. الکترون‌ها ضمن حفظ حرکت کاتوره‌ای خود به سمت پتانسیل بیشتر سوق پیدا می‌کنند.	دو سر رسانا اختلاف پتانسیل الکتریکی برقرار نشده است. حرکت الکترون‌ها فقط کاتوره‌ای است؛ در همه جهت‌ها، با تندی زیاد (10^6 m/s).
بار خالص عبوری از هر مقطع رسانا صفر نیست.	بار خالص عبوری از هر مقطع رسانا صفر است.
جریان الکتریکی ایجاد می‌شود.	جریان الکتریکی ایجاد نمی‌شود.

نکته

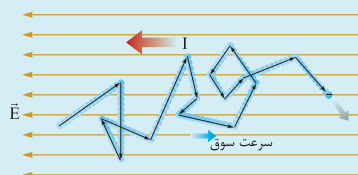
جریان الکتریکی ناشی از شارش بارهای متحرک است، اما همه بارهای متحرک جریان ایجاد نمی‌کنند (باید بار خالص عبوری از سطح مقطع رسانا غیرصفر باشد تا جریان ایجاد شود).

جهت جریان الکتریکی:



نکته

مسیر حرکت الکترون‌ها در حضور اختلاف پتانسیل الکتریکی (و میدان الکتریکی درون رسانا) به صورت شکل زیر زیگزاگی است.



نکته

هنگام برقراری اختلاف پتانسیل، الکترون‌ها هم‌چنان به این طرف و آن طرف می‌روند، اما برآیند حرکت آن‌ها در خلاف جهت میدان (به سمت پتانسیل بیشتر) است. در این حالت به سرعت پیشروی الکترون‌ها در خلاف جهت میدان، سرعت سوق می‌گوییم. سرعت سوق خیلی کوچک (10^{-4} m/s یا 10^{-5} m/s) است.

نکته

سرعت حرکت هر الکترون: زیاد (در حدود 10^6 m/s)

سرعت سوق الکترون‌ها: کم (در حدود 10^{-4} m/s یا 10^{-5} m/s)

مرونامه آزمون آزمایشی خیلی سبز



جریان الکتریکی متوسط: بار خالص عبوری از مقطع رسانا در واحد زمان

جریان الکتریکی متوسط (آمپر: A)

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \rightarrow \begin{matrix} \uparrow \\ \text{کولن: } C \end{matrix} \text{ بار خالص عبوری} \rightarrow \begin{matrix} \rightarrow \\ \text{ثانیه: } s \end{matrix} \text{ زمان}$$

جریان الکتریکی: نرده‌ای، اصلی (آمپر جزء یکاهای اصلی است).

نکته

کولن برابر آمپر ثانیه (A.s) است. ثانیه $\times$ آمپر = کولن, $C = A.s$ $\xrightarrow{\text{جای‌گذاری یکاها}} \Delta q = I \Delta t \Rightarrow I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$

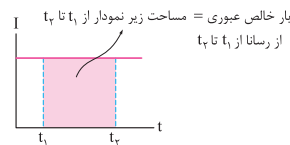
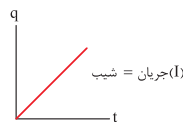
نکته

آمپرساعت (Ah) از یکاهای بار الکتریکی و برابر $3600 C$ است.

کولن (C)	$A \leftarrow I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \rightarrow C$ $\rightarrow s$	بار عبوری در مدت ۱ s، وقتی جریان ۱ A است.
آمپرساعت (Ah)	$A \leftarrow I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \rightarrow Ah$ $\rightarrow h$	بار عبوری در مدت ۱ h، وقتی جریان ۱ A است.

آمپرساعت باتری: حداکثر باری که باتری از مدار عبور می‌دهد تا به طور ایمن تخلیه شود.

جریان مستقیم: جریانی که اندازه و جهت آن در طی زمان ثابت است.



مقاومت الکتریکی

نشان‌دهندهٔ ممانعت اتم‌های رسانا در برابر عبور الکترون‌های آزاد است.

اختلاف پتانسیل یا ولتاژ دو سر رسانا (ولت: V)

$$R = \frac{V}{I} \leftarrow \text{مقاومت الکتریکی (اهم: } \Omega \text{)}$$

جریان عبوری از رسانا (آمپر: A)

نماد در مدار:

قانون اهم: مقاومت الکتریکی برخی رساناها در دمای معین، ثابت است و به اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر آن بستگی ندارد.

رسانای اهمی و غیراهمی:

رسانای اهمی (مقاومت اهمی)	رسانای غیراهمی (مقاومت غیراهمی)	از قانون اهم
پیروی می‌کند.	پیروی نمی‌کند.	مقاومت الکتریکی آن در دمای معین
ثابت است.	ثابت نیست.	مقاومت الکتریکی آن به اختلاف پتانسیل دو سرش
بستگی ندارد.	بستگی دارد.	نمونه
فلزات و بسیاری از رساناهای غیرفلزی	دیود نورگسیل (LED)	خط راست گذرا از مبدأ است.
هر شکلی جز خط راست گذرا از مبدأ می‌تواند باشد. مثل شکل زیر: نمودار دیود نورگسیل (LED)	خط راست گذرا از مبدأ است.	نمودار اختلاف پتانسیل دو سر آن بر حسب جریان عبوری از آن (I - V) و برعکس (V - I)



نکته

چند نکته دربارهٔ رساناهای اهمی:

۱) با تغییر ولتاژ (V) دو سر یا جریان (I) عبوری از آن‌ها، مقاومت الکتریکی‌شان تغییری نمی‌کند.

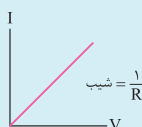
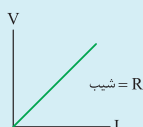
۲) جریان عبوری از آن‌ها با اختلاف پتانسیل دو سرشان متناسب است:

$$R: \text{ثابت} \rightarrow R = \frac{V}{I} \rightarrow I \propto V \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \frac{V_2}{V_1}$$

۳) اگر اختلاف پتانسیل به اندازه ΔV تغییر کند، جریان به اندازه ΔI تغییر می‌کند، که:

$$R = \frac{\Delta V}{\Delta I}$$

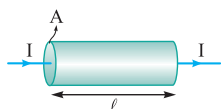
↓
مقاومت الکتریکی



۴) نمودار!

عوامل مؤثر بر مقاومت الکتریکی رسانای اهمی -

در دمای معین مقاومت الکتریکی رسانا به طول (ℓ)، سطح مقطع (A) و جنس (یعنی مقاومت ویژه: ρ) آن بستگی دارد:



مقاومت الکتریکی (اهم: Ω)

$$R = \rho \frac{\ell}{A}$$

(متر: m) طول رسانا $\rightarrow$ (متر مربع: m^2) سطح مقطع رسانا $\rightarrow$ (اهم متر: $\Omega.m$) مقاومت ویژه

طول بیشتر رسانا $\rightarrow$ تعداد بیشتر برخورد الکترون‌های آزاد به اتم‌های رسانا $\rightarrow R \uparrow$

مساحت مقطع بیشتر رسانا $\rightarrow$ فضای بیشتر برای عبور الکترون آزاد $\rightarrow R \downarrow$

نکته

وابسته به ساختار اتمی و دمای رسانا

مقاومت ویژه

برای هر ماده در دمای معین عدد ثابتی است.

هر چه کم‌تر باشد، جسم رساناتر است.

مثل ژرمانیم و سیلیسیم

$$\rho_{\text{نارسانا}} < \rho_{\text{نیم‌رسانا}} < \rho_{\text{رسانا}}$$

شعاع مقطع R $\rightarrow$ قطر مقطع D

پایآوری) مساحت مقطع دایره‌ای سیم‌ها: $A = \pi R^2 = \frac{\pi D^2}{4}$

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{\ell_2}{\ell_1} \times \frac{A_1}{A_2} \xrightarrow[\text{سیم با مقطع دایره‌ای}]{\text{قطر سیمها: } D} \frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{\ell_2}{\ell_1} \times \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2$$

رابطهٔ نسبتی:

نکته

اگر با ثابت‌ماندن حجم (یا جرم) سیم، ابعاد آن عوض شود:

$$R \propto \ell^2 \text{ یا } R \propto \frac{1}{A^2} \text{ یا } R \propto \frac{1}{D^4}$$

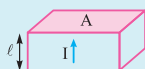
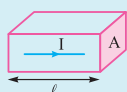
اگر با ثابت‌ماندن حجم سیم، آن را آن قدر بکشیم تا طولش ۲ برابر شود، مقاومت آن $4 = 2^2$ برابر می‌شود.

مثلاً

اگر سیمی را ذوب کرده و با همان ماده، سیمی با قطر ۲ برابر بسازیم مقاومت آن $\frac{1}{16} = \frac{1}{2^4}$ برابر می‌شود.



نکته



l : موازی جریان عبوری

A : عمود بر جریان عبوری

اگر جسم رسانا به صورت مکعب مستطیل باشد:

– اثر دما روی مقاومت الکتریکی –

رابطه تغییر مقاومت ویژه با تغییر دما

$$\Delta \rho = \rho_0 \alpha \Delta \theta$$

تغییر مقاومت ویژه (اهم‌متر: $\Omega.m$)

ضریب دمایی مقاومت ویژه (یا $\frac{1}{K}$ یا $\frac{1}{^\circ C}$)

تغییرات دما (K یا $^\circ C$)

مقاومت ویژه اولیه (اهم‌متر: $\Omega.m$)

رابطه تغییر مقاومت با تغییر دما

$$\Delta R = R_0 \alpha \Delta \theta$$

تغییر مقاومت (اهم: Ω)

مقاومت اولیه (اهم: Ω)

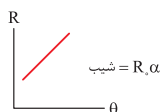
نکته

چند نکته درباره دو رابطه بالا:

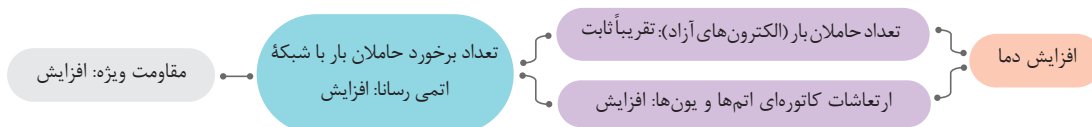
- تغییرات دما برحسب درجه سلسیوس و کلونین یکسان است.
- تغییر دما ($\Delta \theta$) برابر $\Delta \theta = \theta - \theta_0$ است که به θ_0 دمای مرجع می‌گوییم (معمولاً دمای مرجع، دمای اتاق است).
- برای پیدا کردن مقاومت ویژه یا مقاومت در حالت ثانویه داریم:

$$R = R_0 (1 + \alpha \Delta \theta), \quad \rho = \rho_0 (1 + \alpha \Delta \theta)$$

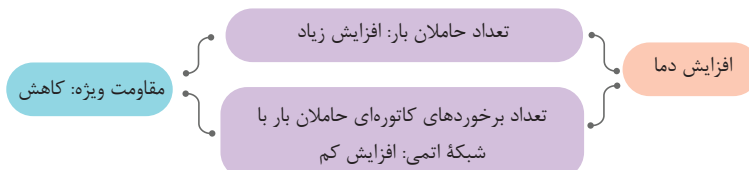
نمودار مقاومت و مقاومت ویژه برحسب دما



اثر دما روی مقاومت ویژه رساناها



اثر دما روی مقاومت ویژه نیم‌رساناها





نکته

در دماهای پایین تعداد حاملان بار نیم‌رساناها ناچیز است و نیم‌رسانا مانند یک نارسانا رفتار می‌کند.

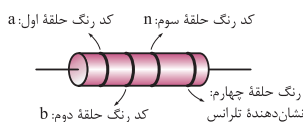
نکته

ضریب دمایی مقاومت ویژه (α) نیم‌رساناها منفی است ($\alpha < 0$ نیم‌رسانا).

مقاومت‌های ترکیبی (کرنی) -

- معمولاً از کرن، برخی نیم‌رساناها و لایه‌های نازک فلزی ساخته می‌شوند.
- در اندازه‌های خاص استاندارد تولید می‌شوند.

محاسبه مقاومت:



مقاومت الکتریکی (اهم: Ω)

$$R = ab \times 10^n$$

عدد دورقمی
با دهگان a و یکان b

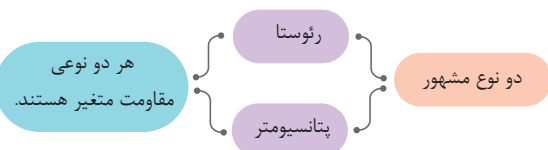
رنگ	عدد	ضریب	تولرانس
سیاه	0	1	
قهوه‌ای	1	10^1	
قرمز	2	10^2	
نارنجی	3	10^3	
زرد	4	10^4	
سبز	5	10^5	
آبی	6	10^6	
بنفش	7	10^7	
خاکستری	8	10^8	
سفید	9	10^9	
طلایی		10^{-1}	5%
نقره‌ای		10^{-2}	10%
بی‌رنگ			20%

نکته

- حلقه چهارم طلایی، نقره‌ای یا بی‌رنگ است که درصد انحراف مجاز از مقدار محاسبه‌شده را نشان می‌دهد.
- مقاومت را طوری باید گرفت که حلقه تولرانس (که در فاصله بیشتری از بقیه حلقه‌ها قرار دارد) سمت راست باشد.
- حلقه سوم هم می‌تواند به رنگ طلایی یا نقره‌ای باشد.

مقاومت‌های پیچیده -

- شامل پیچهای از سیم نازک از جنس آلیاژی مثل نیکروم و منگانهین
- کاربرد: به دست آوردن مقاومت‌های پایین بسیار دقیق و توان‌های بالا



مقاومت‌های خاص -

نام مقاومت	نماد یا نمادها در مدار	تصویر	نکات و کاربرد
رئوستا			(۱) رئوستا یک مقاومت متغیر پیچهای است. (۲) اگر ورودی جریان به رئوستا محل اتصال A و خروجی جریان از رئوستا اتصال B باشد، با حرکت لغزنده به سمت B، مقاومت رئوستا افزایش می‌یابد.
پتانسیومتر			(۱) در مدارهای الکترونیکی همانند رئوستا به عنوان یک مقاومت متغیر به کار می‌رود. (۲) اگر ورودی جریان به پتانسیومتر محل اتصال A و خروجی جریان از پتانسیومتر B باشد، با حرکت لغزنده در جهت ساعتگرد، مقاومت پتانسیومتر افزایش می‌یابد.
ترمستور			(۱) بستگی مقاومت الکتریکی ترمستور به دما با مقاومت‌های الکتریکی معمولی تفاوت دارد. (۲) اغلب به عنوان حسگر دما در مدارهای حساس به دما، مانند زنگ خطر آتش، دمایاها و دماسنج‌ها استفاده می‌شود. (۳) در ابعاد کوچک ساخته می‌شوند.
مقاومت‌های نوری (LDR)			(۱) مقاومت الکتریکی LDR به نور تابیده شده به آن بستگی دارد و با افزایش شدت نور، مقاومت آن کم می‌شود. (۲) از LDR در چشم‌های الکترونیکی، دزدگیرها، کنترل‌کننده‌های خودکار و چراغ‌های روشنایی خیابان‌ها استفاده می‌شود. (۳) نمودار مقاومت برحسب روشنایی یک LDR به صورت زیر است:
دیود			(۱) جریان را تنها از یک سو عبور می‌دهد و به همین دلیل اغلب یکسوکننده جریان نامیده می‌شود. (۲) پیکان در نماد دیود، جهتی را نشان می‌دهد که جریان می‌تواند از آن عبور کند. (۳) از دیود در مدارهای یکسوکننده برای تبدیل جریان‌های متناوب به جریان‌های مستقیم استفاده می‌شود.
دیود نورگسیل (LED)			(۱) در این دیودها از نیم‌رساناهایی استفاده می‌شود که انرژی الکتریکی را به نور تبدیل می‌کنند. (۲) LEDها در مقایسه با لامپ‌های روشنایی معمولی، توان الکتریکی کمی مصرف می‌کنند و در عوض، نور قابل ملاحظه‌ای تولید می‌کنند و عمر طولانی‌تری دارند. (۳) در چراغ‌های خودرو، روشنایی منازل و تابلوهای تبلیغاتی از LED استفاده می‌شود. (۴) برای روشن شدن LED، پایه بلند آن باید به قطب مثبت باتری و پایه کوتاه آن باید به قطب منفی باتری وصل شود.



بخش ۲: مدار تک حلقه

– نیروی محرکه الکتریکی (ϵ یا emf) –

کار انجام شده توسط منبع نیروی محرکه (همان باتری!) روی واحد بار الکتریکی مثبت برای انتقال آن از پایانه $\ominus$ (با پتانسیل کم تر) به پایانه $\oplus$ (با پتانسیل بیشتر):

$$\epsilon = \frac{\Delta W}{\Delta q}$$

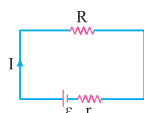
کار انجام شده توسط منبع
نیروی محرکه (ژول: J)
↑
نیروی محرکه (کولن: C)
↓
نیروی عبوری از منبع
نیروی محرکه (ولت: V)

● رابطه بالا نتیجه‌ای از رابطه $\Delta V = \frac{\Delta U}{q}$ است.

انواع منبع نیروی محرکه (باتری)

مقاومت درونی	نماد در مدار	اختلاف پتانسیل دو سر
آرمانی (ندارد. $r = 0$)		$V_{\text{باتری}} = \epsilon$
واقعی (دارد. $r \neq 0$)		$V_{\text{باتری}} = \epsilon - rI$

– محاسبه جریان در مدار تک حلقه (با یک باتری و یک مقاومت) –

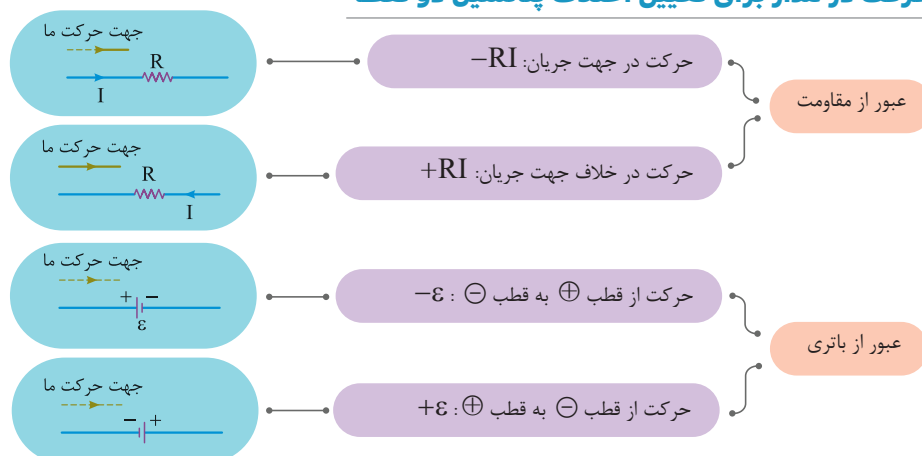


$$I = \frac{\epsilon}{r + R}$$

نیروی محرکه منبع
جریان عبوری از
(باتری) (ولت: V) مدار (آمپر: A)
↑
مقاومت خارجی
مقاومت درونی
(اهم: Ω) (اهم: Ω)

● جریان از پایانه $\oplus$ باتری خارج می‌شود.

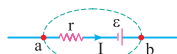
حرکت در مدار برای تعیین اختلاف پتانسیل دو نقطه



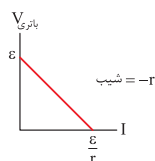
هنگام عبور از باتری جهت جریان اهمیت ندارد.

اختلاف پتانسیل دو سر باتری ($V_{\text{باتری}}$)

منظور از باتری V اختلاف پتانسیل دو نقطه a و b ($V_b - V_a$) در شکل زیر است:



مقاومت درونی: اختلاف پتانسیل دو سر باتری (اهم: Ω)
باتری (ولت: V)
 $V_{\text{باتری}} = \varepsilon - r I$
نیروی محرکه: جریانی عبوری از باتری (آمپر: A)
باتری (ولت: V)



نمودار $V_{\text{باتری}} - I$

آمپرسنج

وسایلهای برای نشان دادن جریان عبوری از یک شاخه از مدار

نماد:

- مقاومت الکتریکی: بسیار کم $\leftarrow$ مقاومت آمپرسنج آرمانی: صفر
- در مدار می توان آن را به سیم بدون مقاومت تبدیل کرد.



ولتسنج

وسایلهای برای نشان دادن اختلاف پتانسیل دو نقطه در مدار

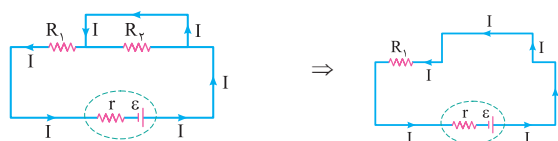
نماد:

- مقاومت الکتریکی: بسیار زیاد $\leftarrow$ مقاومت ولتسنج آرمانی: بی نهایت (ولتسنج آرمانی اجازه عبور جریان از شاخه خود را نمی دهد).
- در مدار می توان آن را حذف و اختلاف پتانسیل دو نقطه ای که به آن دو وصل شده است را محاسبه کرد.



اتصال کوتاه

اتصال دو سر یک قطعه از مدار با سیم بدون مقاومت $\leftarrow$ عدم عبور جریان از آن قطعه $\leftarrow$ حذف قطعه از مدار

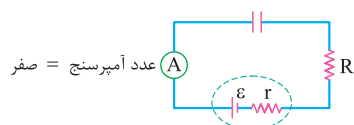


نکته

اگر دو سر قطعه ای در مدار با آمپرسنج آرمانی به هم وصل باشد، قطعه دچار اتصال کوتاه می شود.

حضور خازن پر شده در مدار

خازن پر شده اجازه برقراری جریان در شاخه خود را نمی دهد.



حضور کلید k در مدار

با قطع و وصل کلید، مدار در دو حالت مختلف باید بررسی شود.

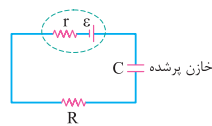
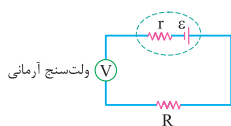
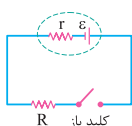
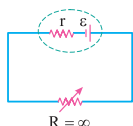


بررسی دو حالت خاص در مدار تک حلقه

الف) وقتی جریان عبوری از باتری صفر است:

$$I = 0$$

$$V_{\text{باتری}} = \varepsilon$$

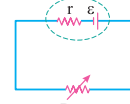
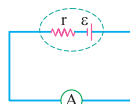
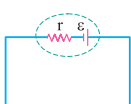


مثل مدارهای مقابل:

ب) وقتی مقاومت خارجی مدار صفر است:

$$I = \frac{\varepsilon}{r}$$

$$V_{\text{باتری}} = 0$$



مثل مدارهای زیر:

اتصال دو سر باتری به هم با سیم بدون مقاومت

آمپرسنج آرمانی

مقدار مقاومت متغیر: صفر

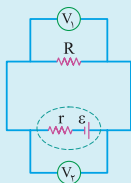
نکته

● افت پتانسیل در مقاومت = اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت در مدار $RI =$

● افت پتانسیل در باتری = افت پتانسیل در مقاومت درونی باتری $rI =$

نکته

در مدار شکل روبه‌رو اختلاف پتانسیل دو سر باتری با اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت خارجی برابر است.

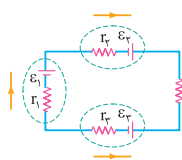


عدد ولت‌سنج‌های V_1 و V_2 برابر است: $V_{\text{باتری}} = V_R$

یعنی $\varepsilon - rI = RI$ است.

مدار تک حلقه با چند باتری

جریان در مدار تک حلقه با چند باتری:



الف) جهت جریان، نیروی محرکه باتری‌های هم‌جهت را با هم جمع می‌کنیم. جریان در مدار در جهتی است که باتری‌های قوی‌تر تعیین می‌کنند. در مدار روبه‌رو ε_1 و ε_2 هم‌جهت و در خلاف جهت ε_3 است. اگر $\varepsilon_1 + \varepsilon_2 > \varepsilon_3$ باشد، جریان ساعتگرد و اگر $\varepsilon_1 + \varepsilon_2 < \varepsilon_3$ باشد،

$$I = \frac{\text{جمع جبری نیروهای محرکه}}{\text{جمع مقاومت‌های درونی و خارجی}}$$

ب) اندازه جریان:

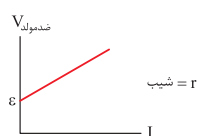
$$I = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 - \varepsilon_3}{r_1 + r_2 + r_3 + R} \Rightarrow \text{با فرض } \varepsilon_1 + \varepsilon_2 > \varepsilon_3 \text{ در مدار بالا}$$

مولد در حال شارژ (ضدمولد!)

اگر جریان به شکل زیر از پایانه $\ominus$ مولد خارج شود، مولد در حال دریافت انرژی از مدار است (مثل باتری در حال شارژ).



$$V_{\text{ضدمولد}} = \varepsilon + rI$$

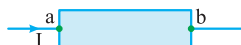


نمودار اختلاف پتانسیل دو سر مولد در حال شارژ برحسب جریان عبوری از آن:



بخش ۳: توان الکتریکی

– توان الکتریکی یک وسیلهٔ رسانا –



توان الکتریکی
(وات: W)

$$P = V I$$

جریان عبوری از اختلاف پتانسیل دو سر رسانا، رسانا (آمپر: A) یعنی $|V_a - V_b|$ (ولت: V)

این رابطه برای هر وسیلهٔ رسانایی قابل استفاده است.

- اگر جریان عبور از رسانا از پتانسیل بیشتری به کمتر باشد، انرژی الکتریکی وارد رسانا می‌شود. {کم‌تر به بیشتر}

انرژی الکتریکی

انرژی الکتریکی (ژول: J)

$$U = P t$$

زمان توان الکتریکی
(ثانیه: s) (وات: W)

نکته

کیلووات ساعت (kWh)

$$U = P t$$

↑
↓
کیلووات (kW) ساعت (h)

کیلووات ساعت (kWh) از یکاهای انرژی و معادل 3.6×10^6 J است. گاهی بهتر است از یکاهای زیر استفاده کنیم:

– توان الکتریکی مقاومت (توان مصرفی مقاومت) –

R: مقاومت الکتریکی بر حسب اهم (Ω)

V: اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت بر حسب ولت (V)

I: جریان عبوری از مقاومت بر حسب آمپر (A)

تذکر با توجه به داده‌های تست از یکی از رابطه‌های بالا استفاده می‌کنیم.

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

توان مصرفی مقاومت (وات: W)

نکته

مقاومت‌ها توان الکتریکی را دریافت و آن را به سایر انرژی‌ها (مثل گرما) تبدیل می‌کنند.

توان اسمی (P_s)، ولتاژ اسمی (V_s)

این دو عدد روی وسیله‌های برقی حک می‌شوند.

ولتاژ اسمی (V_s): ولتاژ مناسب برای وسیله (وسیله می‌تواند به ولتاژ دیگری وصل شود. ولتاژ واقعی وسیله را با V نشان می‌دهیم).

$V = V_s$ ← وسیله با توان بیشینه یعنی همان توان اسمی (P_s) کار می‌کند.

$V < V_s$ ← توان مصرفی وسیله از توان اسمی آن کمتر خواهد بود.

$V > V_s$ ← وسیله آسیب می‌بیند.

نکته

اگر وسیله به جای ولتاژ اسمی (V_s) به ولتاژ دیگری (V) وصل شود، توان آن (با فرض ثابت بودن مقاومت وسیله) از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\frac{P}{P_s} = \left(\frac{V}{V_s}\right)^2$$



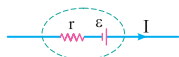
– توان منبع نیروی محرکه (باتری) –

برای باتری شکل روبه‌رو سه توان تعریف می‌شود:

$$\mathcal{E}I = P_{\text{تولیدی}} : \text{توان کل: توان تولیدی}$$

$$rI^2 = P_{\text{تلف}} : \text{توان مصرفی: توان غیرمفید: توان تلف‌شده}$$

$$\mathcal{E}I - rI^2 = P_{\text{خروجی}} : \text{توان مفید: توان خروجی}$$

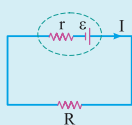


$\mathcal{E}$: نیروی محرکه باتری برحسب ولت (V)، r : مقاومت درونی باتری برحسب اهم (Ω)، I : جریان عبوری از باتری برحسب آمپر (A)

تذکر در واقع باتری توان $\mathcal{E}I$ را تولید می‌کند، توان rI^2 را خودش مصرف می‌کند و بقیه، یعنی توان $\mathcal{E}I - rI^2$ را به مدار می‌دهد.

نکته

در مدار زیر طبق قانون پایستگی انرژی:



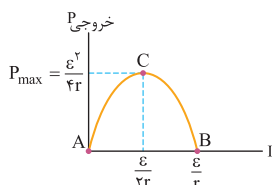
توان مصرفی مقاومت خارجی = توان خروجی باتری

$$P_{\text{خروجی}} = P_R$$

$$\mathcal{E}I - rI^2 = RI^2$$

نمودار توان خروجی باتری برحسب جریان

طبق رابطه $\mathcal{E}I - rI^2 = P_{\text{خروجی}}$ ، نمودار $I - P_{\text{خروجی}}$ به شکل سهمی مقابل است:

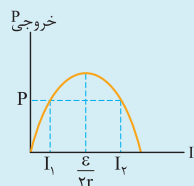


بررسی سه نقطه مهم در نمودار:

نقطه	جریان	توان خروجی	توضیح
A	صفر	صفر	باتری اصلاً انرژی تولید نمی‌کند!
B	$\frac{\mathcal{E}}{r}$	صفر	دو سر باتری با سیم بدون مقاومت به هم وصل است. مصرف‌کننده‌ای وجود ندارد. باتری هر چه تولید می‌کند، خودش مصرف می‌کند.
C	$\frac{\mathcal{E}}{2r}$	$P_{\text{max}} = \frac{\mathcal{E}^2}{4r}$	وقتی ایجاد می‌شود که مقاومت خارجی و درونی برابر باشد ($r = R$).

نکته

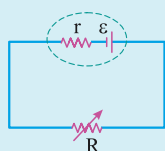
با توجه به تقارن سهمی، اگر به ازای جریان‌های متمایز I_1 و I_2 ، توان خروجی باتری یکسان باشد داریم:



$$\frac{\mathcal{E}}{2r} = \frac{I_1 + I_2}{2}$$

نکته

در مدار شکل زیر، هر چه مقدار مقاومت خارجی به مقدار مقاومت درونی باتری نزدیک‌تر باشد، توان خروجی باتری بیشتر است. مثلاً اگر $r = 5 \Omega$ باشد:

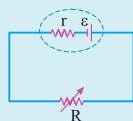


تغییرات مقاومت خارجی	چگونگی تغییر توان خروجی	دلیل
از 1Ω به 4Ω	افزایش	R به r نزدیک می‌شود.
از 6Ω به 8Ω	کاهش	R از r دور می‌شود.
از 2Ω به 6Ω	ابتدا افزایش و سپس کاهش	R ابتدا به r نزدیک و سپس از آن دور می‌شود.



نکته

در مدار شکل زیر اگر به ازای دو مقدار R_1 و R_2 برای مقاومت متغیر، توان خروجی باتری یکسان باشد، داریم:



$$r_1 R_1 = R_2^2$$

توان ورودی مولد در حال شارژ –

اگر باتری در مدار باشد و جریان از پایانه منفی آن خارج شود، نه تنها انرژی الکتریکی از آن خارج نمی‌شود، بلکه به آن وارد می‌شود (باتری در حال شارژ است، ضدمولدا).



در این حالت:

این جزء در باتری تلف می‌شود. باتری ذخیره می‌شود. این جزء از توان در باتری ذخیره می‌شود.

$$P_{\text{ورودی}} = \varepsilon I + rI^2$$

توان وارد شده به باتری در حال شارژ

ε : نیروی محرکه باتری برحسب ولت (V)، r : مقاومت درونی باتری برحسب اهم (Ω)، I : جریان عبوری از باتری برحسب آمپر (A)

پایه دوازدهم

بخش ۱: شناخت حرکت

مسافت و جابه‌جایی –

مسافت (ℓ)	جابه‌جایی ($\vec{d}$)
طول مسیر طی شده	پاره‌خط جهت‌داری که مکان آغازین را به مکان پایانی وصل می‌کند.
از جنس طول، یکا در SI: متر (m)	از جنس طول، یکا در SI: متر (m)
به مسیر حرکت بستگی دارد.	به مسیر حرکت بستگی ندارد.
نرده‌ای، جهت ندارد.	بردار، جهت دارد.
همواره $\ell \geq d$	

● شرط برابری مسافت با اندازه جابه‌جایی:

اولاً: حرکت روی خط راست باشد. ثانیاً: جهت حرکت عوض نشود.

تندی متوسط و سرعت متوسط –

تندی متوسط	سرعت متوسط
مسافت طی شده در واحد زمان	جابه‌جایی در واحد زمان
$s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t}$	$\vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t}$
یکا در SI: متر بر ثانیه (m/s)	یکا در SI: متر بر ثانیه (m/s)
نرده‌ای، جهت ندارد.	بردار، جهت دارد.
به مسیر حرکت بستگی دارد.	به مسیر حرکت بستگی ندارد.



نکته

چند نکته:

۱ همواره: $s_{av} \geq |\vec{v}_{av}|$

۲ شرط برابری تندی متوسط با اندازه سرعت متوسط (همان شرطهای برابری مسافت و اندازه جابه‌جایی):
اولاً: حرکت روی خط راست باشد. ثانیاً: جهت حرکت تغییر نکند.

۳ کیلومتر بر ساعت (km/h)، یکای متداول دیگر سرعت است.

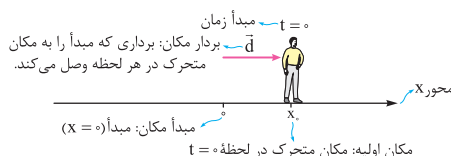
$$\begin{array}{c} \div 3/6 \\ \text{km/h} \quad \longleftrightarrow \quad \text{m/s} \\ \times 3/6 \end{array}$$

$$18 \text{ (km/h)} = 5 \text{ m/s} \quad \text{و} \quad 36 \text{ (km/h)} = 10 \text{ m/s} \quad \text{و} \quad 54 \text{ km/h} = 15 \text{ m/s} \quad \text{و} \quad 72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}$$

حرکت روی محور x

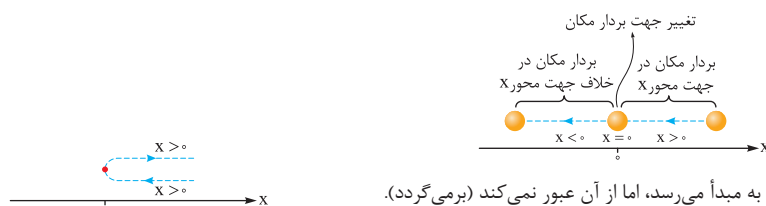
معادله مکان - زمان:

تابعی که ورودی آن زمان (t) و خروجی آن مکان (x) است: $x = f(t)$



موقعیت متحرک	علامت x	جهت بردار مکان
جسم در Xهای مثبت قرار دارد.	$x > 0$	به سمت راست در جهت محور X (در جهت مثبت محور X)
جسم در Xهای منفی قرار دارد.	$x < 0$	به سمت چپ در خلاف جهت محور X (در جهت منفی محور X)

تغییر جهت بردار مکان $\leftrightarrow$ عبور متحرک از مبدأ $\leftrightarrow$ x برابر صفر شده و علامت آن عوض شود.

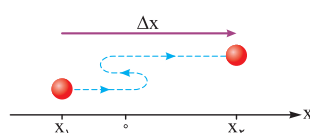


تذکر اگر x برابر صفر شده ولی علامت آن عوض نشود، جسم به مبدأ می‌رسد، اما از آن عبور نمی‌کند (برمی‌گردد).

چند اصطلاح زمانی مهم

اصطلاح	معنی (تمام مقادیر برحسب ثانیه هستند.)	مثال
$t = k$	یعنی لحظه‌ای که زمان سنج مقدار k را نشان می‌دهد.	لحظه $t = 2s$ یعنی لحظه‌ای که زمان سنج 2s را نشان می‌دهد.
ثانیه nام	یعنی بازه زمانی $t_1 = n-1$ تا $t_2 = n$	ثانیه چهارم یعنی بازه زمانی $t_1 = 3s$ تا $t_2 = 4s$
m ثانیه اول	یعنی بازه زمانی $t_1 = 0$ تا $t_2 = m$	8 ثانیه اول یعنی بازه زمانی $t_1 = 0$ تا $t_2 = 8s$
m ثانیه nام	یعنی بازه زمانی $t_1 = m(n-1)$ تا $t_2 = mn$	3 ثانیه چهارم یعنی بازه زمانی $t_1 = 9s$ تا $t_2 = 12s$
شروع ثانیه nام	یعنی لحظه $t = n-1$	شروع ثانیه ششم یعنی لحظه $t = 5s$
پایان ثانیه nام	یعنی لحظه $t = n$	پایان ثانیه ششم یعنی لحظه $t = 6s$

جابه‌جایی در حرکت روی محور x



$$\Delta x = x_2 - x_1$$



نکته	شکل	علامت Δx	جهت بردار جابه‌جایی
مسیر حرکت هر چیزی می‌تواند باشد.		$\Delta x > 0$	به سمت راست در جهت محور X در جهت مثبت محور X
		$\Delta x < 0$	به سمت چپ در خلاف جهت محور X در جهت منفی محور X

سرعت متوسط در حرکت روی محور x

جابه‌جایی: متر (m) $\rightarrow \Delta x$ ← سرعت متوسط: متر بر ثانیه (m/s) $\leftarrow v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$
 زمان: ثانیه (s) $\rightarrow \Delta t$

نکته

علامت (جهت) سرعت متوسط و جابه‌جایی همیشه یکسان است.

– سرعت لحظه‌ای، تندی لحظه‌ای –

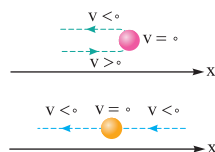
تندی لحظه‌ای (s) یا تندی	سرعت لحظه‌ای ($\vec{v}$) یا سرعت
نرده‌ای، جهت ندارد.	بردار، جهت دارد.
همواره: تندی لحظه‌ای = اندازه سرعت لحظه‌ای، $ \vec{v} = s$	

معادله سرعت - زمان، تابعی که ورودی آن زمان (t)، خروجی آن سرعت (v) است: $v = f(t)$
 در حرکت روی محور X:

علامت سرعت	جهت حرکت	شکل
مثبت	در جهت محور X به سمت راست	
منفی	در خلاف جهت محور X به سمت چپ	

شرط تغییر جهت حرکت

سرعت برابر صفر شده و علامت آن عوض شود.



تذکر اگر سرعت صفر شده، ولی علامت آن عوض نشود، یعنی متحرک متوقف شده، اما جهت حرکتش عوض نشده (یعنی در همان جهت ادامه داده است).

– شتاب ($\vec{a}$) –

سرعت ثابت $\leftarrow a = 0$

سرعت متغیر (می‌تواند اندازه سرعت یا جهت سرعت یا هر دو متغیر باشد). $\leftarrow a \neq 0$

شتاب یعنی آهنگ تغییر سرعت

تذکر هر حرکتی که روی مسیر مستقیم نباشد، حتماً شتابدار است (چون جهت حرکت آن پیوسته عوض می‌شود).

شتاب متوسط ($\vec{a}_{av}$)

سرعت در لحظه t_1 ← سرعت در لحظه t_2

$$\vec{a}_{av} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \xrightarrow{\text{در حرکت روی محور } x} a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

تذکر به علامت v_1 و v_2 دقت کن!



نکته

علامت (جهت) شتاب متوسط و تغییر سرعت همیشه یکسان است.

حرکت تندشونده و کندشونده -

نوع حرکت	مفهوم	علامت سرعت و شتاب
تندشونده	تندی (اندازه سرعت): در حال افزایش	هم علامت (هم جهت)
کندشونده	تندی (اندازه سرعت): در حال کاهش	با علامت مختلف (در جهت مخالف هم)

نمودار مکان - زمان -

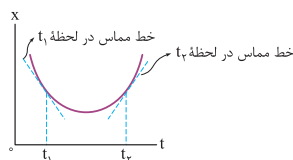
سرعت متوسط	سرعت لحظه‌ای
شیب خط واصل دو نقطه	شیب خط مماس در یک نقطه
شیب خط AB سرعت متوسط در بازه t_1 تا t_2 $V_{av(t_1, t_2)} = t_2 - t_1$	شیب خطچین مماس سرعت در لحظه T $V_T = T$

نکته

اگر نمودار مکان - زمان خطی باشد ← شیب: ثابت ← سرعت: ثابت ← سرعت متوسط در هر بازه با سرعت لحظه‌ای در هر لحظه برابر است.

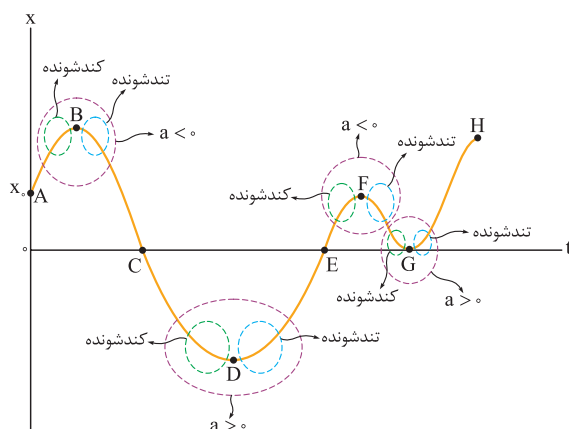
محاسبه شتاب متوسط در نمودار مکان - زمان

ابتدا به کمک شیب خط مماس، سرعت لحظه‌ای در لحظه‌های t_1 و t_2 را به دست می‌آوریم و بعد به سراغ رابطه زیر می‌رویم:

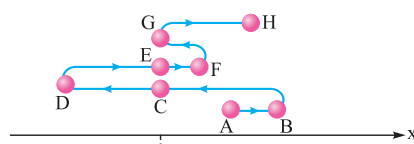


$$a_{av} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

شیب خط مماس در لحظه t_1 شیب خط مماس در لحظه t_2



سوژه	نشانه در نمودار مکان - زمان	نمونه در نمودار بالا
$x > 0$ ، بردار مکان در جهت محور x	بالای محور t	$H \text{ تا } G, G \text{ تا } E, C \text{ تا } A$
، بردار مکان در خلاف جهت محور x	پایین محور t	$E \text{ تا } C$
$x = 0$ ، متحرک روی مبدأ است.	منطبق بر محور t	G, E, C
عبور از مبدأ	x برابر صفر شده و علامت آن تغییر کند.	E و C (در نقطه G به مبدأ رسیده، ولی از آن عبور نکرده).
حرکت در جهت محور x ($v > 0$)	شیب نمودار مثبت باشد. نمودار صعودی باشد.	$H \text{ تا } G, F \text{ تا } D, B \text{ تا } A$
حرکت در خلاف جهت محور x ($v < 0$)	شیب نمودار منفی باشد. نمودار نزولی باشد.	$G \text{ تا } F, D \text{ تا } B$
تغییر جهت حرکت	قله‌ها و دره‌ها، نقاط اکسترمم	G, F, D, B
شتاب در جهت محور x ($a > 0$)	تقعر نمودار رو به بالا، این‌جوری:  و  و ...	روی نمودار مشخص شده!
شتاب در خلاف جهت محور x ($a < 0$)	تقعر نمودار رو به پایین، این‌جوری:  و  و ...	روی نمودار مشخص شده!
حرکت تندشونده	بلافاصله بعد از قله و دره	روی نمودار مشخص شده!
حرکت کندشونده	بلافاصله قبل از قله و دره	روی نمودار مشخص شده!

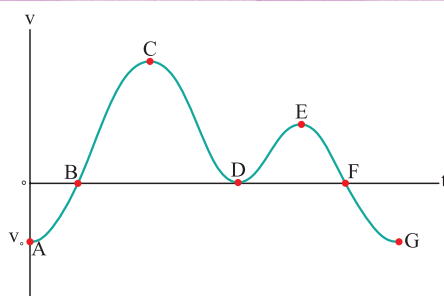


مسیر حرکت متحرک:

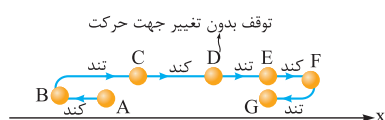


– نمودار سرعت - زمان –

شتاب لحظه‌ای	شتاب متوسط
شیب خط مماس بر یک نقطه	شیب خط واصل دو نقطه
شیب خط مماس بر نمودار در لحظه T $a_T = T$	شیب خط AB = شتاب متوسط در بازه t_1 تا t_2 $a_{av(t_1, t_2)} = t_2$ تا t_1



نمونه در نمودار بالا	نشانه در نمودار سرعت - زمان	سؤره
F تا D, D تا B	بالای محور t	حرکت در جهت محور x
G تا F, B تا A	پایین محور t	حرکت در خلاف جهت محور x ($v < 0$)
F, D, B	منطبق بر محور x	سکون! ($v = 0$)
F و B (در نقطه D متحرک متوقف شده، اما جهت حرکت آن عوض نشده)	قطع محور t	تغییر جهت حرکت
E تا D, C تا A	شیب نمودار مثبت باشد. نمودار صعودی باشد.	شتاب در جهت محور x ($a > 0$)
G تا E, D تا C	شیب نمودار منفی باشد. نمودار نزولی باشد.	شتاب در خلاف جهت محور x ($a < 0$)
E, D, C	قله‌ها و دره‌ها، نقاط اکسترمم	تغییر جهت شتاب متحرک
G تا F, E تا D, C تا B	دور شدن از محور t	حرکت تندشونده
F تا E, D تا C, B تا A	نزدیک شدن به محور t	حرکت کندشونده



مسیر حرکت متحرک:

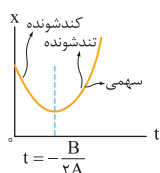
نمودار $v-t$ (به تنهایی) مکان متحرک را مشخص نمی‌کند!



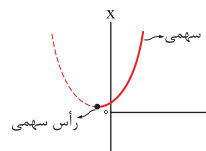
معادله مکان - زمان درجه دو ($x = At^2 + Bt + C$)

حالت اول	حالت دوم
A و B هم علامت	A و B با علامت متفاوت
جهت حرکت عوض نمی شود.	جهت حرکت در لحظه $t = -\frac{B}{2A}$ عوض می شود.
حرکت پیوسته تندشونده	حرکت قبل از لحظه $t = -\frac{B}{2A}$ کندشونده و پس از آن تندشونده
نمونه ای از نمودار مکان - زمان	نمونه ای از نمودار مکان - زمان

نمونه ای از نمودار مکان - زمان



نمونه ای از نمودار مکان - زمان



بخش ۲: حرکت با سرعت ثابت

ویژگی ها:

۱) تند: ثابت

۲) جهت حرکت: هرگز تغییر نمی کند ← اندازه جابه جایی = مسافت ← اندازه سرعت متوسط = تند متوسط

۳) سرعت متوسط در هر بازه با سرعت لحظه ای در هر لحظه برابر است ← $v_{av} : v$

۴) اندازه جابه جایی (و مسافت) با زمان متناسب است.

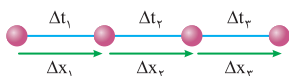
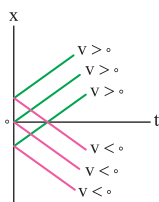
۵) شتاب = صفر

معادله مکان - زمان:

$$x = vt + x_0$$

مکان اولیه ← سرعت
مکان ← زمان

$$\Delta x = v \Delta t$$



$$v_{av} = \frac{\Delta x_{\text{کل}}}{\Delta t_{\text{کل}}} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3}{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3} = \frac{\Delta x_1}{v_1}$$

حرکت چند مرحله ای با سرعت ثابت

خطی به شیب v و عرض از مبدأ x_0

نمودار مکان - زمان

جابه جایی با سرعت ثابت:

تذکر اگر در مرحله ای جهت حرکت تغییر کرده باشد Δx را برای آن مرحله، منفی در نظر می گیریم.

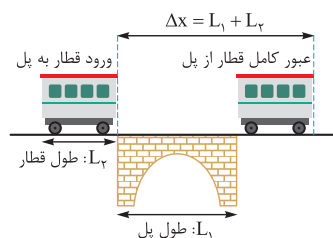
نکته

برای محاسبه تند متوسط باید مسافت کل را حساب کرد و بعد به سراغ $s_{av} = \frac{\ell_{\text{کل}}}{\Delta t_{\text{کل}}}$ رفت.

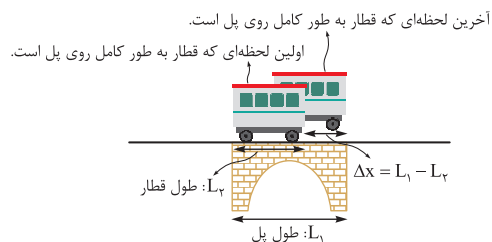


عبور قطار از پل (یا تونل)

الف) عبور کامل قطار از پل:



ب) قرار گرفتن کامل قطار روی پل:



شیمی

پایه دهم

فصل اول: کیهان زادگاه عناصر

– آرایش الکترونی اتم –

برای نوشتن آرایش الکترونی باید زیرلایه‌ها را به ترتیب و مطابق قاعده آفبا پر کنیم تا جایی که مجموع توان زیرلایه‌ها برابر با تعداد الکترون‌های اتم مورد نظر شود.

مثال ${}_{8}O: 1s^2 / 2s^2 2p^4$

توجه

هنگام نوشتن آرایش الکترونی، زیرلایه‌ای که ضریب کم‌تری دارد، زودتر نوشته می‌شود.

مثال ${}_{25}Mn: 1s^2 / 2s^2 2p^6 / 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$

(با این‌که طبق قاعده آفبا $4s$ زودتر از $3d$ الکترون می‌گیرد، ولی برای نوشتن آرایش الکترونی، $3d$ قبل از $4s$ نوشته می‌شود.)

به آرایش الکترونی که در آن فقط از نماد زیرلایه‌ها استفاده می‌شود، آرایش الکترونی گسترده می‌گویند. اگر در آرایش الکترونی اتم‌ها به جای بخشی از آرایش الکترونی که همانند آرایش الکترونی یک گاز نجیب است، از عبارت [نماد شیمیایی گاز نجیب] استفاده کنیم، آرایش الکترونی فشرده به دست می‌آید.

– گازهای نجیب و عدد اتمی آن‌ها –

${}_{2}He, {}_{10}Ne, {}_{18}Ar, {}_{36}Kr, {}_{54}Xe, {}_{86}Rn$

مثال ${}_{20}Ca$: آرایش الکترونی گسترده $1s^2 / 2s^2 2p^6 / 3s^2 3p^6 / 4s^2$

آرایش الکترونی فشرده ${}_{20}Ca$:

$[18Ar] 4s^2$

● قاعده آفبا آرایش الکترونی اغلب عنصرها 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 (${}_{24}Cr$) و مس (${}_{45}Cu$) 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.

${}_{24}Cr \Rightarrow \begin{cases} [18Ar] 3d^4 4s^2 \\ [18Ar] 3d^5 4s^1 \end{cases}$ (آرایش الکترونی مورد انتظار / آرایش الکترونی واقعی)

${}_{45}Cu \Rightarrow \begin{cases} [18Ar] 3d^9 4s^2 \\ [18Ar] 3d^{10} 4s^1 \end{cases}$ (آرایش الکترونی مورد انتظار / آرایش الکترونی واقعی)

یا مواردی مانند:

${}_{42}Mo: [36Kr] 4d^5 5s^1$

${}_{47}Ag: [36Kr] 4d^{10} 5s^1$

– الکترون‌های ظرفیت –

لایه ظرفیت یک اتم، لایه‌ای است که الکترون‌های آن، رفتار شیمیایی اتم را تعیین می‌کنند. به الکترون‌های این لایه الکترون‌های ظرفیت اتم می‌گویند. ۱ اگر آخرین الکترون به زیرلایه s یا p وارد شود، آخرین لایه الکترونی (زیرلایه‌ها با بزرگ‌ترین ضریب) لایه ظرفیت است.

${}_{12}Mg: [10Ne] 3s^2$ و ${}_{35}Br: [18Ar] 3d^{10} 4s^2 4p^5$
لایه ظرفیت دارای ۲ الکترون / لایه ظرفیت دارای ۷ الکترون

۲ اگر آخرین الکترون به زیرلایه d وارد شود، الکترون‌های ظرفیت شامل الکترون‌های زیرلایه‌های ns و $d(n-1)$ است.

${}_{28}Ni: [18Ar] 3d^8 4s^2$
۱۰ الکترون ظرفیت

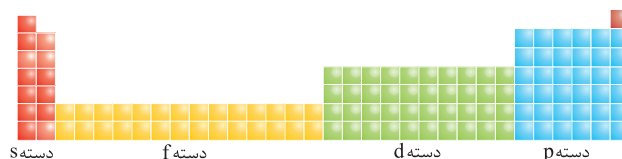


نکته

تعداد الکترون‌های ظرفیت عناصری که در یک گروه قرار دارند، با هم برابر است. در گروه ۱ و ۲ و گروه‌های ۱۳ تا ۱۸ (به جز هلیوم) تعداد الکترون‌های ظرفیت برابر با عدد یکان شماره گروه آن‌ها است.

– دسته‌بندی عناصر براساس آخرین زیرلایه در حال پرشدن –

- ۱) عنصرهای دسته s: عنصرهایی که زیرلایه s آن‌ها در حال پرشدن است.
- ۲) عنصرهای دسته p: عنصرهایی که زیرلایه p آن‌ها در حال پرشدن است.
- ۳) عنصرهای دسته d: عنصرهایی که زیرلایه d آن‌ها در حال پرشدن است.
- ۴) عنصرهای دسته f: عنصرهایی که زیرلایه f آن‌ها در حال پرشدن است.



– تعیین موقعیت عناصر (دوره و گروه) در جدول تناوبی –

برای تعیین شماره دوره و گروه یک عنصر در جدول تناوبی به کمک آرایش الکترونی آن به صورت زیر عمل می‌کنیم:

بزرگ‌ترین ضریب در آرایش الکترونی، شماره دوره هر عنصر (همه دسته‌ها)

تعداد الکترون‌های ظرفیت، شماره گروه عنصرهای دسته s (به جز هلیوم)

۱۲ + p = تعداد الکترون‌های ظرفیت: شماره گروه عنصرهای دسته p

تعداد الکترون‌های ظرفیت، شماره گروه عنصرهای دسته d

موقعیت در جدول تناوبی	شمار عناصر	دسته عناصر
گروه ۱ و ۲ و هلیوم از گروه ۱۸	۱۴	s
همه عناصر گروه ۱۳ تا ۱۸ به جز هلیوم	۳۶	p
گروه ۳ تا ۱۰	۴۰	d
دو ردیف پایین جدول (اعداد اتمی ۵۷ تا ۷۰ در ردیف اول و ۸۹ تا ۱۰۲ در ردیف دوم)	۲۸	f

مثال

دوره چهارم، گروه ۱، دسته s $\Rightarrow {}_{19}\text{A}:[\text{Ar}]4\text{s}^1$

دوره چهارم، گروه ۴، دسته d $\Rightarrow {}_{22}\text{B}:[\text{Ar}]3\text{d}^24\text{s}^2$

دوره چهارم، گروه ۱۵، دسته p $\Rightarrow {}_{33}\text{C}:[\text{Ar}]3\text{d}^14\text{s}^24\text{p}^2$
 $\downarrow$
 (۳+۱۲)
 توان p

– تعیین شماره دوره و گروه عنصرها بدون نوشتن آرایش الکترونی –

(آ) تعیین شماره دوره: گازهای نجیب با عددهای اتمی ۲، ۱۰، ۱۸، ۳۶، ۵۴، ۸۶ و ۱۱۸ به ترتیب در انتهای دوره‌های اول تا هفتم قرار دارند؛ بنابراین برای تعیین شماره دوره یک عنصر کافی است عدد اتمی عنصر مورد نظر را بین عدد اتمی دو گاز نجیب قبلی و بعدی آن قرار دهیم. شماره دوره عنصر با شماره دوره گاز نجیب بعدی یکسان است.

(ب) تعیین شماره گروه: برای تعیین شماره گروه، سه حالت پیش می‌آید:

۱) اگر عدد اتمی عنصر مورد نظر یک یا دو واحد بیشتر از عدد اتمی یکی از گازهای نجیب باشد، در این حالت شماره گروه برابر با تفاوت عدد اتمی عنصر با گاز نجیب دوره قبل است (شماره گروه برابر ۱ یا ۲ می‌باشد).

مثال

عنصری با عدد اتمی ۱۹ متعلق به گروه ۱ و عنصری با عدد اتمی ۵۶ متعلق به گروه ۲ است.
 ${}_{19}\text{X}: 19 - 18 = 1$ و ${}_{56}\text{X}: 56 - 54 = 2$
 آرگون زنون

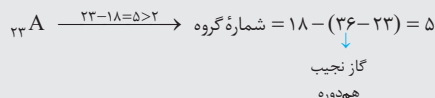
۲) عنصرهایی که در دو ردیف در پایین جدول قرار دارند (عناصری با عدد اتمی ۵۷ تا ۷۰ و ۸۹ تا ۱۰۲) همگی به گروه ۳ تعلق دارند.



۳) برای بقیه عناصر که عدد اتمی آن‌ها بیش از دو واحد از عدد اتمی گاز نجیب قبل از خود بیشتر است. باید اختلاف عدد اتمی عنصر و گاز نجیب هم‌دوره‌اش را از عدد ۱۸ کم کنیم تا شماره گروه به دست آید.

(عدد اتمی اتم مورد نظر - عدد اتمی گاز نجیب بعد از اتم مورد نظر) - ۱۸ = شماره گروه

مثال



- ساختار اتم و رفتار آن -

عنصرهای گروه ۱۸ جدول دوره‌ای (گازهای نجیب) در طبیعت به شکل تک‌اتمی یافت می‌شوند و این واقعیت بیانگر این است که این گازها واکنش‌ناپذیر بوده و یا واکنش‌پذیری بسیار کمی دارند. این پایداری گازهای نجیب را، به آرایش الکترونی لایه ظرفیت آن‌ها نسبت می‌دهند. در لایه ظرفیت این اتم‌ها، هشت الکترون وجود دارد (به‌جز هلیوم که در تنها لایه الکترونی خود، دو الکترون دارد)، پس می‌توان نتیجه گرفت که اگر لایه ظرفیت اتمی هشت‌تایی نباشد. آن اتم واکنش‌پذیر است.

● رفتار شیمیایی هر اتم به تعداد الکترون‌های ظرفیت آن بستگی دارد؛ به طوری که می‌توان دستیابی به آرایش گاز نجیب (آرایش هشت‌تایی) را مبنای رفتار اتم‌ها دانست.

روش‌های رسیدن به آرایش هشت‌تایی در اتم‌ها

(۱) مبادله یا انتقال الکترون

(۲) به اشتراک گذاشتن الکترون

- آرایش الکترون - نقطه‌ای -

در آرایش الکترون - نقطه‌ای که توسط «لوویس» ارائه شد، الکترون‌های ظرفیت هر اتم، پیرامون نماد شیمیایی آن با نقطه نشان داده می‌شود. در هر جایگاه (سمت راست، چپ، بالا و پایین نماد) حداکثر دو الکترون قرار می‌گیرد. (X نماد اتم‌ها به‌جز هلیوم، ابتدا در هر جایگاه یک الکترون قرار می‌گیرد و از الکترون پنجم و پس از آن هر نقطه به صورت جفت‌نقطه درمی‌آید).

توجه آرایش الکترون - نقطه‌ای هلیوم به صورت He: است نه He۰.

نکته

عنصری که در یک گروه قرار دارند، آرایش لایه ظرفیت یکسان و در نتیجه ساختار الکترون - نقطه‌ای مشابهی دارند. به طور مثال همه عناصر گروه ۱۷، دارای ۷ الکترون در لایه ظرفیت خود هستند و آرایش الکترون - نقطه‌ای آن‌ها به صورت $\cdot\ddot{X}:$ است.

توجه در عناصر گروه ۱، ۲ و ۱۳ تا ۱۸، تعداد الکترون‌های ظرفیت با عدد یکان شماره گروه برابر است.

- یون‌ها و آرایش الکترونی آن‌ها -

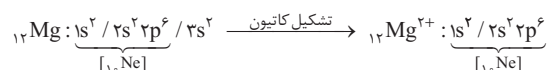
گفتیم که یکی از روش‌های رسیدن اتم‌ها به آرایش هشت‌تایی، مبادله یا انتقال الکترون است. اتم‌ها می‌توانند با از دست دادن یا گرفتن یک یا چند الکترون به ذره‌های بارداری به نام یون تبدیل شوند. یون با بار مثبت را کاتیون و یون با بار منفی را آنیون می‌نامند. فلزهای دسته s و p، عنصرهایی هستند که اتم آن‌ها با از دست دادن الکترون‌های ظرفیت خود اغلب به آرایش هشت‌تایی گاز نجیب قبل از خود (دوره قبل) می‌رسند، در حالی که نافلزها عنصرهایی هستند که با گرفتن الکترون به آرایش پایدار گاز نجیب بعد از خود (هم‌دوره خود) دست می‌یابند.

با استفاده از شماره گروه عنصرها در جدول تناوبی (عنصرهای گروه ۱، ۲ و ۱۳ تا ۱۷) می‌توان بار یون مربوط به آن‌ها را تعیین کرد:

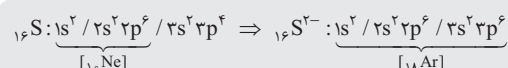
شماره گروه عنصر	۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
بار یون	+۱	+۲	+۳	یون تشکیل نمی‌دهند.	-۳	-۲	-۱

توجه فلزهای دسته d (به‌جز فلز Sc) با تشکیل کاتیون به آرایش الکترونی گازهای نجیب نمی‌رسند.

● برای نوشتن آرایش الکترونی یون مثبت (کاتیون)، ابتدا آرایش الکترونی اتم مورد نظر را نوشته و سپس به تعداد بار از آخرین زیرلایه، الکترون حذف می‌کنیم.



● برای نوشتن آرایش الکترونی یون منفی (آنیون)، پس از نوشتن آرایش الکترونی اتم مورد نظر، به تعداد بار یون به آخرین زیرلایه، الکترون اضافه می‌شود.



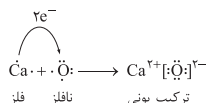
مثال

۱- اغلب عناصر فلزی دسته d و f با از دست دادن الکترون و تشکیل یون مثبت به آرایش هشت‌تایی گاز نجیب نمی‌رسند.

۲- به‌جز عناصر Sn و Pb در این گروه



ترکیب‌های یونی: ترکیب‌هایی که ذره‌های سازنده آن‌ها یون‌ها هستند، ترکیب‌های یونی نامیده می‌شوند. این ترکیب‌ها معمولاً در اثر دادوستد الکترون بین اتم‌های فلزی و نافلزی و در نتیجه تشکیل یون‌های مثبت و منفی ایجاد می‌شوند. در یک ترکیب یونی میان یون‌های با بار ناهم‌نام، نیروی جاذبه بسیار قوی برقرار می‌شود که از آن به پیوند یونی یاد می‌شود.



ترکیب‌های یونی دوتایی:

هر ترکیب یونی که تنها از دو عنصر ساخته شده، ترکیب یونی دوتایی نامیده می‌شود. این ترکیب‌ها می‌توانند از واکنش فلزها با نافلزها پدید آیند. مانند: MgCl_2 ، NaCl .

● هر ترکیب یونی از لحاظ بار الکتریکی خنثی است، زیرا مجموع بار الکتریکی کاتیون‌ها در آن‌ها با مجموع بار الکتریکی آنیون‌ها برابر است.

یون تک‌اتمی: یونی (کاتیون یا آنیونی) که تنها از یک اتم تشکیل شده است، مانند Na^+ ، P^{3-} و ...

توجه یون‌هایی مانند O_4^{2-} ، NO_3^- یون‌های چنداتمی هستند، زیرا از بیش از یک اتم تشکیل شده‌اند.

● نام کاتیون‌هایی که تنها یک نوع بار الکتریکی دارند، همان نام عنصر است:

● برای نام‌گذاری آنیون‌های تک‌اتمی، به انتهای نام نافلز یا ریشه آن، پسوند «ید» اضافه می‌کنیم:

توجه نام آنیون مربوط به نافلز گوگرد، سولفید (S^{2-}) است که از نام لاتین آن گرفته شده است.

نام و نماد شیمیایی برخی کاتیون‌های تک‌اتمی که باید بدانید –

کاتیون‌های گروه (۱) Li^+ ، یون لیتیم Na^+ ، یون سدیم K^+ ، یون پتاسیم Rb^+ ، یون روبیدیم Cs^+ ، یون سزیم

کاتیون‌های گروه (۲) Mg^{2+} ، یون منیزیم Ca^{2+} ، یون کلسیم Sr^{2+} ، یون استرانسیم Ba^{2+} ، یون باریم

کاتیون گروه (۳) Al^{3+} ، یون آلومینیم

نام و نماد شیمیایی برخی آنیون‌های تک‌اتمی –

آنیون‌های گروه (۱۷) F^- ، یون فلوئورید Cl^- ، یون کلرید Br^- ، یون برمید I^- ، یون یدید

آنیون‌های گروه (۱۶) O^{2-} ، یون اکسید S^{2-} ، یون سولفید

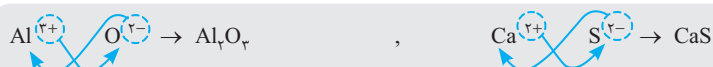
آنیون‌های گروه (۱۵) N^{3-} ، یون نیتريد P^{3-} ، یون فسفید

– مراحل فرمول نویسی ترکیبات یونی –

۱) نماد شیمیایی کاتیون را در سمت چپ و نماد شیمیایی آنیون را در سمت راست می‌نویسیم.

۲) بار کاتیون را به عنوان زیروند آنیون و بار آنیون را به عنوان زیروند کاتیون قرار می‌دهیم.

۳) در صورت ساده‌شدن زیروندها، آن‌ها را با هم ساده می‌کنیم و از نوشتن زیروند (۱) خودداری می‌کنیم.



مثال

نام‌گذاری ترکیب‌های یونی: برای نام‌گذاری ترکیب‌های یونی، ابتدا نام کاتیون و سپس نام آنیون نوشته می‌شود.

سدیم نیتريد Na_3N ، پتاسیم یدید KI

مثال

نکات مهم

۱) 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.

زیروند آنیون $\times$ اندازه بار آنیون $\times n \times N_A$ یا زیروند کاتیون $\times$ بار کاتیون $\times n \times N_A$

۲) برای به دست آوردن نسبت شمار کاتیون‌ها به آنیون‌ها، می‌توان نسبت قدرمطلق بار آنیون به بار کاتیون را به دست آورد و بالعکس!

۳) دقت کنید که ترکیب یونی دوتایی از دو نوع اتم یا دو نوع عنصر تشکیل شده، ولی تعداد یون‌های سازنده می‌تواند بیشتر از دو هم باشد! مانند Al_2S_3 و ...



مثال در ۱/۲۴ گرم سدیم اکسید، چند مول کاتیون وجود دارد و برای تشکیل این مقدار جامد یونی، چند الکترون بین اکسیژن و سدیم باید مبادله شود؟

(Na = ۲۳, O = ۱۶ : g.mol⁻¹)

$$۲/۴۰۸ \times ۱۰^{۲۲}, ۰/۰۲ (۴)$$

$$۱/۲۰۴ \times ۱۰^{۲۲}, ۰/۰۴ (۳)$$

$$۲/۴۰۸ \times ۱۰^{۲۲}, ۰/۰۴ (۲)$$

$$۱/۲۰۴ \times ۱۰^{۲۲}, ۰/۰۲ (۱)$$

پاسخ گزینه (۲)

فرمول شیمیایی سدیم اکسید Na_۲O است و در هر مول از آن، ۲ مول کاتیون وجود دارد:

$$۱/۲۴ \text{ g Na}_2\text{O} \times \frac{۱ \text{ mol Na}_2\text{O}}{۶۲ \text{ g Na}_2\text{O}} = ۰/۰۲ \text{ mol Na}_2\text{O}$$

$$۰/۰۲ \text{ mol Na}_2\text{O} \times \frac{۲ \text{ mol Na}^+}{۱ \text{ mol Na}_2\text{O}} = ۰/۰۴ \text{ mol Na}^+$$

در تشکیل هر مول Na_۲O، ۲ مول الکترون مبادله می‌شود:

قدرمطلق بار آنیون × تعداد آنیون = بار کاتیون × تعداد کاتیون = تعداد الکترون‌های مبادله‌شده



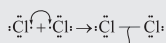
$$۰/۰۲ \text{ mol Na}_2\text{O} \times \frac{۲ \text{ mole}^-}{۱ \text{ mol Na}_2\text{O}} \times \frac{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۲} \text{ e}^-}{۱ \text{ mole}^-} = ۲/۴۰۸ \times ۱۰^{۲۲} \text{ e}^-$$

– تبدیل اتم‌ها به مولکول‌ها –

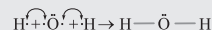
یکی دیگر از روش‌های رسیدن اتم‌ها به آرایش پایدار گاز نجیب (آرایش هشت‌تایی)، اشتراک الکترون بین اتم‌هاست. معمولاً وقتی که اتم‌های دو نافلز در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند، اشتراک الکترونی بین آن‌ها رخ می‌دهد. به پیوندی که از طریق به اشتراک گذاشتن الکترون بین دو اتم تشکیل می‌شود، پیوند کووالانسی (اشتراکی) می‌گویند.

با ایجاد پیوند اشتراکی بین اتم‌ها، واحدهایی دو یا چند اتمی به وجود می‌آید که مولکول نامیده می‌شود. مواد شیمیایی خالصی که در ساختار خود مولکول دارند، مواد مولکولی نامیده می‌شوند.

برای نشان دادن نحوه اتصال اتم‌ها به یکدیگر در یک مولکول از آرایش الکترون – نقطه‌ای (ساختار لوویس) استفاده می‌شود. در ساختار لوویس، هر جفت الکترون اشتراکی که جفت الکترون پیوندی هم نامیده می‌شود، به صورت دو نقطه یا یک خط تیره بین اتم‌ها نشان داده می‌شود.



یک پیوند اشتراکی

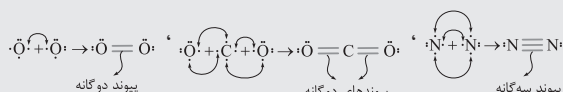


مثال گاز کلر که خاصیت رنگ‌بری و گندزدایی دارد از مولکول‌های دو اتمی (Cl_۲) تشکیل شده است.

اتم‌های غیریکسان نیز می‌توانند الکترون‌های لایه ظرفیت خود را با یکدیگر به اشتراک بگذارند.

توجه اتم هیدروژن دارای یک الکترون است و پس از تشکیل پیوند اشتراکی، دارای دو الکترون در لایه ظرفیت خود می‌شود و به آرایش دوتایی گاز نجیب هلیوم (He) می‌رسد. (اتم هیدروژن همیشه یک پیوند تشکیل می‌دهد).

● برخی اتم‌ها با تعداد پیوندهای کووالانسی بیشتری به یکدیگر متصل می‌شوند تا هشت‌تایی شوند.



● هفت عنصر موجود در جدول تناوبی در دما و فشار اتاق به شکل مولکول‌های دواتمی وجود دارند. H_۲, N_۲, O_۲, F_۲, Cl_۲, Br_۲, I_۲

– نمایش فرمول‌های شیمیایی –

به فرمول شیمیایی مواد مولکولی که افزون بر نوع عنصرهای سازنده، شمار دقیق اتم‌های هر عنصر را در آن نشان می‌دهد، فرمول مولکولی می‌گویند. برای نمایش مولکول‌ها می‌توان از مدل فضاپرکن نیز استفاده کرد. مدل فضاپرکن شکل سه‌بعدی مولکول و اندازه نسبی اتم‌ها را نشان می‌دهد، اما در این مدل، پیوندهای کووالانسی نشان داده نمی‌شوند.

مدل فضاپرکن			
فرمول مولکولی	CH _۴	NH _۳	HCl
نام ماده	متان	آمونیاک	هیدروژن کلرید



پایه دهم

فصل دوم: ردپای گازها در زندگی

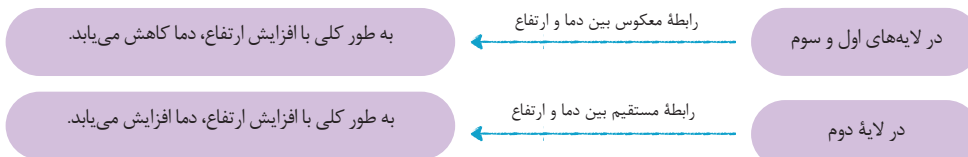
نوع، رفتار و واکنش‌های اجزای سازنده هواکره، در حیات موجودات زنده روی زمین تأثیرگذار است.

– هواکره –

- ۱) به لایه گازی و فیروزه‌ای‌رنگ پیرامون زمین، اتمسفر زمین (هواکره) می‌گویند که اغلب هوا نامیده می‌شود.
 - ۲) زمین تنها سیاره در سامانه خورشیدی است که اتمسفری دارد که امکان زندگی روی آن را فراهم می‌کند. این اتمسفر مخلوطی از گازهای گوناگون است که تا فاصله ۵۰۰ کیلومتری از سطح زمین امتداد یافته است.
 - ۳) اتمسفر را می‌توان به اقیانوسی از مولکول‌های گازی تشبیه کرد که ما در کف آن زندگی می‌کنیم. جاذبه زمین گازهای تشکیل‌دهنده هواکره را در اطراف خود نگه می‌دارد و جلوی خروج آن‌ها از اتمسفر را می‌گیرد و از سوی دیگر، انرژی گرمایی مولکول‌ها سبب می‌شود تا پیوسته آن‌ها در حال جنب‌وجوش باشند و در سرتاسر هواکره توزیع شوند.
 - ۴) اغلب (نه همه!) گازها نامرئی (بی‌رنگ) هستند. در میان گازهای هواکره، واکنش‌های شیمیایی گوناگونی رخ می‌دهد که اغلب (نه همه!) آن‌ها برای ساکنان زمین سودمند هستند؛ اما برخی از این واکنش‌ها مفید نبوده و فرآورده‌هایی که تولید می‌کنند برای ساکنان این سیاره خاکی مضر هستند.
- نکات تغییر دما و اجزاء سازنده هواکره برحسب ارتفاع از سطح زمین
- ۱) هواکره را براساس روند تغییر دمای آن می‌توان به چهار لایه تقسیم نمود:

لایه	محدوده ارتفاع (km)	محدوده دما (°C) (روند تغییر دما با افزایش ارتفاع)	گونه‌های شیمیایی موجود
تروپوسفر	۰ - ۱۱/۵	از ۱۴+ تا ۵۵- (کاهش)	$H_2O, N_2, O_2, CO_2, O_3$
استراتوسفر	۱۱/۵ - ۵۰	از ۵۵- تا ۷+ (افزایش)	N_2, O_2, CO_2, O_3
مژوسفر	۵۰ - ۸۰	از ۷+ تا ۸۷- (کاهش)	N_2, O_2, CO_2, O_3
ترموسفر	۸۰ - ۵۰۰	از ۸۷- تا ۱۳۰۰+ (افزایش)	$N_2, O_2, O_3^+, N^+, O, O^+, H^+, He^+$

۲) ارتباط دمای هواکره با ارتفاع آن:



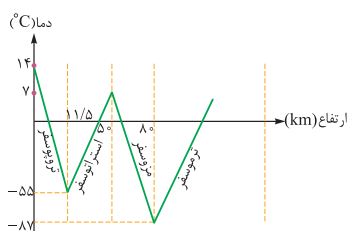
– لایه اول (تروپوسفر) –

- ۱) پایین‌ترین لایه هواکره است که تا ارتفاع ۱۲ - ۱۰ کیلومتری از سطح زمین را شامل می‌شود.
- ۲) حدوداً ۷۵٪ از جرم (نه حجم!) کل هواکره در تروپوسفر متمرکز شده است و تغییرات آب‌وهوایی در این لایه اتفاق می‌افتد.
- ۳) در این لایه با افزایش ارتفاع به ازای هر کیلومتر، دما در حدود ۶°C افت می‌کند و در انتهای این لایه (ارتفاع ۱۱/۵ کیلومتری)، دما به حدود ۵۵°C - (۲۱۸ K) می‌رسد؛ دمای سطح زمین به طور میانگین، ۱۴°C (۲۸۷ K) می‌باشد.

نکات مهم

- ۱) بخار آب تنها در لایه اول (تروپوسفر) وجود دارد و به همین دلیل تغییرات آب‌وهوایی و بسیاری از پدیده‌های جوی که با رطوبت سروکار دارند، مانند ابر، باران، برف و ... در این لایه اتفاق می‌افتد.
- ۲) در لایه چهارم علاوه بر N_2 و O_2 ، اتم اکسیژن (O) و کاتیون نیز موجود است؛ اما یون بار منفی یا آنیون وجود ندارد!
- ۳) علت وجود کاتیون‌ها و اتم‌های آزاد در لایه چهارم، برخورد پرتوهای پرانرژی کیهانی مانند نور فرابنفش خورشید به اتم‌ها و مولکول‌ها در این لایه است.
- ۴) هر چند لایه اوزون مربوط به لایه دوم (استراتوسفر) است، اما باید بدانید که گاز اوزون در لایه تروپوسفر نیز وجود دارد.

نمودار کلی تغییرات دما (برحسب °C) برحسب ارتفاع در بین لایه‌های هواکره را می‌توان به صورت زیر نشان داد:



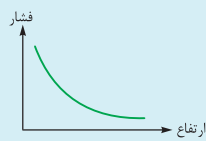


– فشار هوا در لایه‌های هواکره –

توجه هواکره به دلیل داشتن گازهای گوناگون، فشار دارد. این فشار در همه (نه اغلب) جهت‌ها بر بدن ما و به میزان یکسان (نه متفاوت) وارد می‌شود.

نکات مهم

- هر چه از سطح زمین بالاتر می‌رویم، هواکره رقیق‌تر می‌شود، یعنی تعداد کل ذرات در حجم مشخص از هواکره (چگالی هوا) کاهش یافته و در نتیجه فشار هواکره کاهش می‌یابد.
- نمودار مقابل تغییرات فشار هواکره بر حسب افزایش ارتفاع از سطح زمین را نشان می‌دهد. با توجه به نمودار، با افزایش ارتفاع، تغییرات فشار کاهش می‌یابد.
- میزان کاهش فشار، در ارتفاع‌های پایین‌تر، بیشتر است؛ اما رفته‌رفته با افزایش ارتفاع، این کاهش فشار کم‌تر می‌شود؛ یعنی اندازه شیب منحنی کاهش یافته است.



مسئله‌های مربوط به تغییرات دمایی هواکره با تغییر ارتفاع

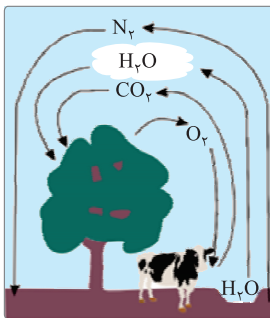
- رابطه مربوط به تبدیل واحد دما از درجه سلسیوس به کلوین و بالعکس:
- ارزش دمایی « $^{\circ}\text{C}$ » برابر با « K » است؛ از این‌رو در فرایندهایی که دما تغییر می‌کند، $(\Delta T = \Delta \theta)$ خواهد بود؛ یعنی تغییر دما در مقیاس سلسیوس و کلوین با هم برابر است.
- لایه تروپوسفر تا ارتفاع حدود $11/5$ کیلومتری سطح زمین ادامه دارد و با افزایش ارتفاع به ازای هر 1 km ، دما حدود 6°C کاهش می‌یابد.

$$\theta = -6h + \theta_0$$

↑ ارتفاع
↓ دمای سطح زمین
↓ دما در ارتفاع h کیلومتری

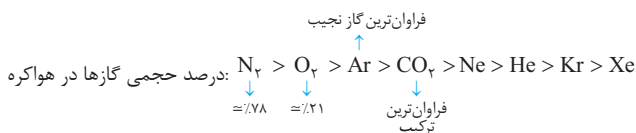
– هوا معجونی ارزشمند –

- هواکره و زیست‌کره مدام با یکدیگر در تعامل می‌باشند. در واقع برهم‌کنش این دو به نوعی تضمین‌کننده حیات موجودات زنده است؛ به بیان دیگر زندگی جانداران گوناگون در زیست‌کره با گازهای هوا، گره خورده است. موجودات زنده برای تنفس نیازمند اکسیژن هستند. جانداران ذره‌بینی، گاز نیتروژن هواکره را برای مصرف گیاهان در خاک تثبیت می‌کنند.



نکته

- CO_2 و N_2 و O_2 از جمله گازهای هواکره هستند که در زندگی روزانه نقش حیاتی دارند.
- درصد حجمی گازهای تشکیل‌دهنده هوای پاک و خشک در تروپوسفر به صورت زیر است:



- با توجه به این که سه گاز نیتروژن، اکسیژن و آرگون بیشترین درصد حجمی را در میان اجزای هواکره دارا می‌باشند، می‌توان گفت که هوا منبعی غنی برای این گازها می‌باشد.
- توجه کنید که رطوبت هوا متغیر بوده و میانگین بخار آب در هوا حدود 1% است، هرچند این مقدار از جایی به جایی دیگر، از روزی به روز دیگر و حتی از ساعتی به ساعتی دیگر تغییر می‌کند.
- مقدار گازهای نجیب موجود در هواکره بسیار کم است؛ از این‌رو به گازهای کمیاب معروف هستند.
- چند مورد از کاربردهای گاز نیتروژن که اصلی‌ترین جزء هواکره می‌باشد در زیر آورده شده است:
 - بسته‌بندی برخی مواد خوراکی
 - پرکردن تایر خودرو
 - صنعت سرماسازی برای انجماد مواد غذایی
 - نگهداری نمونه‌های بیولوژیکی در پزشکی



– تقطیر جزء به جزء هوای مایع –

- مراحل فرایند تقطیر جزء به جزء هوای مایع
- عبور هوا از صافی‌ها به منظور گرفته شدن گرد و غبار
 - کاهش پیوسته دما با استفاده از تغییر فشار
 - جدا شدن رطوبت هوا به صورت یخ در دمای 0°C
 - جدا شدن کربن دی‌اکسید به حالت جامد در دمای -78°C (چگالش گاز CO_2)
 - تهیه هوای مایع با سرد کردن بیشتر دما تا -200°C
 - عبور هوای مایع (مخلوط چند مایع بسیار سرد) از ستون تقطیر و جداسازی اجزای آن براساس تفاوت نقطه جوش اجزاء

نکات مهم

نکات مهم تقطیر جزء به جزء هوای مایع

- ترتیب جدا شدن گازها از هوای مایع وابسته به دمای جوش آن‌ها است. پس از ورود هوای مایع به برج تقطیر و افزایش تدریجی دما، هر ماده‌ای که به نقطه جوش خود می‌رسد، به سرعت به گاز تبدیل شده و از مخلوط جدا می‌شود. بنابراین هر چه دمای جوش یک گاز پایین‌تر (منفی‌تر) باشد، زودتر از مخلوط هوای مایع جدا می‌شود.
- در مخلوط هوای مایع، ابتدا گاز نیتروژن (N_2) که نقطه جوش پایین‌تری دارد، خارج می‌شود؛ بعد آرگون (Ar) و سپس گاز اکسیژن (O_2)!

گاز	اکسیژن	آرگون	نیتروژن	هلیوم
نقطه جوش ($^{\circ}\text{C}$)	-183	-186	-196	-269

مقایسه نقطه جوش : $\text{N}_2 < \text{Ar} < \text{O}_2$
 $-196^{\circ}\text{C} < -186^{\circ}\text{C} < -183^{\circ}\text{C}$

ترتیب جدا شدن گازها : $\text{N}_2 \rightarrow \text{Ar} \rightarrow \text{O}_2$

- ۳
- A آسان‌تر به مایع تبدیل می‌شود.
 (در سرد کردن مخلوط گازهای A و B، گاز A زودتر مایع می‌شود.)
- B آسان‌تر به گاز تبدیل می‌شود.
 (در گرم کردن مخلوطی مایع از A و B، جزء B زودتر به گاز تبدیل و از مخلوط جدا می‌شود.)

۴ توجه کنید که هوای مایع، با دمای -200°C فاقد هلیوم می‌باشد. زیرا نقطه جوش هلیوم پایین‌تر از -200°C (-269°C) است و اصلاً در دمای -200°C این گاز مایع نشده است و همچنان به صورت گاز است.

۵ در مواردی که نقطه جوش دو ماده نزدیک به یکدیگرند مانند اکسیژن و آرگون، با استفاده از برج تقطیر نمی‌توان آن‌ها را به صورت ۱۰۰٪ خالص از یکدیگر جدا کرد.

– آرگون –

- در میان گازهای سازنده هواکره در هوای پاک و خشک، پس از دو گاز نیتروژن (N_2) و اکسیژن (O_2)، رتبه سوم بیشترین درصد حجمی گازهای هواکره را از آن خود کرده است.
- آرگون یک گاز نجیب، بی‌رنگ، بی‌بو و غیرسمی است.
- واژه آرگون به معنای تنبل، است، زیرا واکنش‌پذیری آن بسیار ناچیز بوده و در عمل واکنش‌ناپذیر است.
- هنگام جوشکاری و یا برش فلزها، دما به شدت بالا می‌رود و امکان ترکیب شدن این فلزات با اکسیژن هوا زیاد است. یکی از کاربردهای آرگون ایجاد محیط بی‌اثر هنگام جوشکاری است؛ این روش بر استحکام و طول عمر فلز جوشکاری شده می‌افزاید.
- در لامپ‌های رشته‌ای نیز به کار می‌رود و در پتروشیمی شیراز از تقطیر جزء به جزء هوای مایع با خلوص بسیار زیاد تهیه می‌شود.

– هلیوم –

- هلیوم به عنوان سبک‌ترین گاز نجیب (در دوره اول و جزء عناصر دسته S جدول دوره‌ای)، بی‌رنگ، بی‌بو و بی‌مزه است.
- هلیوم در کره زمین به مقدار خیلی کم یافت می‌شود، به طوری که مقدار ناچیزی از آن در هوا و مقدار بیشتری در لایه‌های زیرین پوسته زمین وجود دارد، از این رو منابع زمینی آن از هواکره سرشارتر و برای تولید هلیوم در مقیاس صنعتی مناسب‌ترند.
- هلیوم از واکنش‌های هسته‌ای در ژرفای زمین تولید می‌شود و این گاز پس از نفوذ به لایه‌های زمین، وارد میدان‌های گازی می‌شود.
- حدود ۷٪ حجمی از مخلوط گاز طبیعی را هلیوم تشکیل می‌دهد و البته این مقدار، در میدان‌های گازی مختلف متفاوت است.
- چند مورد از کاربردهای هلیوم:
 - برکردن بالن‌های هواشناسی، تفریحی و تبلیغاتی
 - خنک کردن قطعات الکترونیکی در دستگاه‌های تصویربرداری مانند MRI
 - جوشکاری
 - کپسول غواصی



– اکسیژن، گازی واکنش پذیر در هواکره –

- ۱ یکی از مهم ترین گازهای تشکیل دهنده هواکره است که بیشتر به صورت مولکول های دواتمی O_2 یافت می شود.
- ۲ مقدار این گاز در لایه های مختلف هواکره متفاوت است؛ ولی دقت کنید که درصد حجمی این گاز در سه لایه اول هواکره تقریباً ثابت و حدود ۲۱٪ است.
- ۳ اکسیژن در آب کره، در ساختار مولکول های آب وجود دارد و در سنگ کره، به صورت ترکیب با دیگر عناصر وجود دارد و در ساختار همه مولکول های زیستی مانند کربوهیدرات ها، چربی ها و پروتئین ها یافت می شود.
- ۴ اکسیژن واکنش پذیری زیادی دارد و با اغلب عناصر و مواد واکنش می دهد به همین دلیل اکثر واکنش های شیمیایی پیرامون ما به دلیل وجود گاز اکسیژن در محیط است.
- ۵ هر چه از سطح زمین بالاتر می رویم، هواکره رقیق تر شده و تعداد کل ذرات موجود در هر لیتر هوا کاهش می یابد؛ بنابراین می توان نتیجه گرفت که با افزایش ارتفاع، فشار همه مولکول های گازی از جمله اکسیژن کاهش می یابد.

- اگر چه با افزایش ارتفاع، غلظت یا فشار اکسیژن (و گازهای دیگر) کاهش می یابد اما درصد حجمی آن ها تقریباً ثابت است.
- فشار گاز اکسیژن در هر ارتفاعی از سطح زمین را می توان از رابطه زیر حساب کرد:

$$\text{فشار هوا} \times \frac{\text{درصد حجمی گاز اکسیژن}}{100} \approx \text{فشار گاز اکسیژن}$$

$$\frac{\text{فشار گاز نیتروژن}}{\text{فشار گاز اکسیژن}} = \frac{\text{درصد حجمی گاز نیتروژن}}{\text{درصد حجمی گاز اکسیژن}}$$

- نسبت فشار دو گاز در هواکره برابر با نسبت درصد حجمی آن هاست:

– ترکیب اکسیژن با فلزها و نافلزها –

- اکسیژن در سنگ کره به شکل اکسیدهای گوناگون یافت می شود.
- مثال** فلز آلومینیم به شکل یوکسیت (Al_2O_3 به همراه ناخالصی) و سیلیسیم به شکل سیلیس (SiO_2) در طبیعت وجود دارد.
- توجه** اغلب (نه همه!) عناصر در طبیعت به شکل ترکیب وجود دارند. (فلزاتی مانند طلا (Au) و پلاتین به حالت آزاد در طبیعت یافت می شوند و یا نافلزاتی مانند O_2 و N_2 نیز به صورت آزاد در طبیعت وجود دارند).
- برخی از فلزات مانند آهن در واکنش با اکسیژن (نافلزها)، دو نوع اکسید تولید می کنند. برای نام گذاری (فرمول نویسی) ترکیب های فلزهایی که بیش از یک نوع کاتیون با بار متفاوت دارند، به صورت زیر عمل می کنیم.

– نام گذاری و فرمول نویسی کاتیون های چند ظرفیتی –

- ۱ برای فلزاتی که تنها یک نوع کاتیون دارند، نام یون مربوط به همان نام عنصر بوده و از فرمول «یون + نام عنصر» پیروی می کند.
- مثال** کاتیون های فلزات گروه های ۱ و ۲ جدول دوره ای، (Ag^+ : یون نقره)، (Sc^{3+} : یون اسکاندیم)، (Zn^{2+} : یون روی)، (Al^{3+} : یون آلومینیم)
- ۲ برای فلزاتی که بیش از یک نوع کاتیون با بار متفاوت دارند، بار کاتیون با اعداد رومی جلوی نام کاتیون داخل پرانتز نشان داده می شود.
- در نام گذاری یون فلزاتی که فقط یک نوع کاتیون می دهند، نباید از اعداد رومی استفاده کرد!

نام گذاری: یون + نام فلز + ظرفیت فلز (با عدد رومی داخل پرانتز نشان داده می شود).

عدد	۱	۲	۳	۴	۵
نماد رومی	I	II	III	IV	V

مثال

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+}

- ۳ برای نوشتن فرمول ترکیب یونی ابتدا کاتیون مربوط به فلز را سمت چپ و سپس آنیون را سمت راست می نویسیم. بار کاتیون را به عنوان زیروند آنیون و بار آنیون (قدرمطلق آن را) به عنوان زیروند کاتیون قرار می دهیم.

دقت کنید که در صورت ساده شدن زیروندها، آن ها را با هم ساده می کنیم و زیروند ۱ هم نوشته نمی شود.

- ۴ برای نام گذاری ترکیب های یونی ابتدا نام کاتیون و سپس نام آنیون را بدون ذکر واژه «یون» می نویسیم.
- ۵ برای نام گذاری نام آنیون، از فرمول «یون + نام عنصر یا ریشه نام + ید» استفاده می کنیم.

مثال $CrS \leftarrow$ کروم (II) سولفید، $Li_2O \leftarrow$ لیتیم اکسید، مس (II) اکسید $\leftarrow O^{2-}$ ، $Cu^{2+} \leftarrow CuO$



نام گذاری و فرمول نویسی اکسیدهای نافلزی و به طور کلی ترکیب های مولکولی دوتایی -

۱ واکنش عناصرها با اکسیژن، تنها به فلزات محدود نمی شوند، بلکه (اغلباً) نافلزات نیز با آن واکنش داده و به اکسید نافلزات تبدیل می شوند. در واقع اکسیدهای نافلزی دسته دیگری از ترکیبات شیمیایی هستند که از واکنش نافلزها با اکسیژن تولید می شوند.

مثال CO_2 ، NO_2 ، SO_2 ، SO_3 و ...

۲ هر زیروند در فرمول شیمیایی، نمایانگر شمار اتم های آن عنصر در ترکیب است و به همین دلیل شیمی دان ها برای بیان شمار هر یک از اتم ها، پیشوندهای معرفی شده در جدول زیر را به کار می برند.

تعداد اتم	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
پیشوند یونانی	مونو	دی	تری	تترا	پنتا	هگزا	هپتا	اکتا	نونا	دکا

• برای نام گذاری ترکیب های مولکولی دوتایی به صورت زیر عمل می شود:

فرمول: پیشوند یونانی (در صورت لزوم) + نام نافلز سمت چپ + پیشوند یونانی + نام یا ریشه نام نافلز سمت راست + پسوند «ید»

نکات مهم

۱ پیشوندها اعداد یونانی هستند که تعداد اتم عنصر مربوطه را در ترکیب نشان می دهد.

۲ اگر تعداد اتم نافلز سمت چپ در فرمول برابر یک باشد پیشوند «مونو» برای آن نباید ذکر شود.

۳ اگر تعداد اتم نافلز سمت راست برابر یک باشد ذکر پیشوند «مونو» برای آن ضروری است.

۴ برای ترکیبات هیدروژن دار دوتایی عنصرهای گروه ۱۷ جدول دوره ای (هیدروژن هالیدها)، برای عنصر دوم (هالوژن) هم از پیشوند «مونو» استفاده نمی کنیم.

مثال (دی کلرو هیتا اکسید: Cl_2O_7) (کربن تتراکلرید: CCl_4) (هیدروژن فلوئورید: HF)

۵ برای نوشتن فرمول شیمیایی ترکیبات مولکولی دوتایی به کمک نام آن ها، هیچ وقت در مرحله آخر زیروندها را ساده نکنید. برای مثال اگر زیروندها را در ترکیب N_2O_4 ساده کنیم، NO_2 ایجاد می شود؛ اما این دو ماده، دو ترکیب با خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوت هستند.

مثال (Cl_2O : دی کلر مونو اکسید) (N_2O_4 : دی نیتروژن تترا اکسید) (NO_2 : نیتروژن دی اکسید)

- ساختار لوویس -

مراحل رسم ساختار لوویس گونه هایی که از قاعده هشت تایی پیروی می کنند:

• در ساختار لوویس یک مولکول، الکترون های لایه ظرفیت اتم ها طوری در اطراف اتم ها چیده می شوند که همه اتم های موجود در مولکول از قاعده هشت تایی پیروی کنند. (به جز هیدروژن!)

۱ محاسبه تعداد کل الکترون های لایه ظرفیت اتم های سازنده

تذکر تعداد الکترون های ظرفیت عناصر S و P (به جز هلیوم) برابر با عدد یکان شماره گروه آن عنصر است.

۲ تعیین اتم مرکزی و چیدمان اتم های دیگر اطراف آن

• اغلب نخستین اتم از سمت چپ (به جز هیدروژن) در فرمول مولکولی ماده، اتم مرکزی است.

۳ متصل کردن اتم های اطراف به اتم مرکزی با یک پیوند و هشت تایی کردن اتم های اطراف با قراردادن ۳ جفت الکترون های ناپیوندی روی همه اتم های مجاور به جز هیدروژن

۴ محاسبه باقی مانده الکترون های ظرفیتی و قراردادن آن ها در صورت وجود روی اتم مرکزی

• تعداد کل الکترون های به کار رفته (پیوندی و ناپیوندی) در مرحله (۳) را از شمار کل الکترون های ظرفیتی اتم ها در مرحله (۱) کم می کنیم و در صورت باقی ماندن الکترون، آن ها را به صورت جفت ناپیوندی روی اتم مرکزی قرار می دهیم.

۵ هشت تایی کردن اتم مرکزی به شرطی که تا این مرحله هشت تایی نشده باشد.

اگر پس از مرحله (۴)، اتم مرکزی هشت تایی نشده باشد، برای هشت تایی کردن آن می توانیم از یک (یا در صورت نیاز دو) اتم کناری یک (یا براساس نیاز دو) جفت ناپیوندی کم کرده و آن را به صورت یک پیوند جدید دوگانه (یا سه گانه) با اتم مرکزی در آوریم.

مثال مراحل رسم ساختار لوویس CO_2 :

$$16 = 4 + 2(6) = \text{محاسبه تعداد کل ظرفیت ۱)}$$

۲ $\text{O} \quad \text{C} \quad \text{O} \Rightarrow$ کربن اتم مرکزی است. $\Rightarrow$ چیدمان اتم ها ۲

۳ $16 = \text{تعداد e به کار رفته در ساختار} \Rightarrow \text{هشت تایی کردن اتم های کناری ۳}$

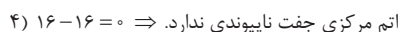
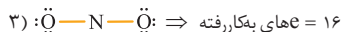
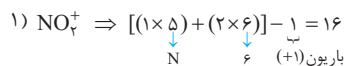
۴ جفت ناپیوندی برای اتم کربن وجود ندارد. $\Rightarrow$ تعداد e به کار رفته در ساختار = تعداد کل e ظرفیت ۴

۵ $\text{O}=\text{C}=\text{O}:$ $\Rightarrow$ هشت تایی کردن اتم کربن (اتم مرکزی) با استفاده از اتم های کناری ۵

ساختار نهایی



مثال رسم ساختار لوویس یون NO_3^+ :



نکات مهم

- در رسم ساختار لوویس، هنگامی که اتم‌های یکسانی به اتم مرکزی متصل‌اند، نمایش پیوند دوگانه بر سه‌گانه مقدم است.
- اتم‌های هیدروژن همواره یک پیوند تشکیل می‌دهند و هشت‌تایی نمی‌شوند در واقع تنها با $2e^-$ پایدار می‌شوند. اتم‌های H در مولکول‌ها، همیشه اتم کناری هستند.
- هرگاه اتم عنصرهای گروه ۱۷ (هالوژن‌ها) اتم کناری باشند، تنها یک پیوند اشتراکی (یگانه) تشکیل می‌دهند.
- به جفت‌الکترونی که در تشکیل پیوند شرکت می‌کند، جفت‌الکترون پیوندی و به جفت‌الکترونی که در تشکیل پیوند شرکت نمی‌کند و فقط متعلق به یکی از اتم‌هاست، جفت‌الکترون ناپیوندی می‌گویند؛ می‌دانید که هر پیوند اشتراکی یگانه، معادل یک جفت (دو) الکترون پیوندی است. (به آوردن یا نیاوردن کلمه جفت در تست‌ها دقت کنید!)
- مراحل رسم ساختار لوویس یون‌های چنداتمی، دقیقاً مشابه به رسم ساختار مولکول‌هاست با این تفاوت که در مرحله (۱) و در هنگام محاسبه تعداد کل الکترون‌های ظرفیت در یون‌هایی با بار منفی، به اندازه بار منفی یون، به شمار الکترون‌های ظرفیت، اضافه و در یون‌هایی با بار مثبت، به تعداد بار مثبت از شمار الکترون‌های ظرفیت، کم می‌کنیم.
- نکته خیلی مهم در یون‌های چنداتمی آن‌که بار یون متعلق به همه اتم‌های سازنده است؛ (نه یک اتم خاص!) بنابراین ساختار به دست آمده در مرحله آخر را درون یک کروشه [] قرار داده و بار یون را بالا و سمت راست کروشه یادداشت کنید.

نکات مهم

نکات کار راه‌انداز:

- با استفاده از فرمول زیر می‌توان بدون رسم ساختار لوویس مولکول‌ها، شمار کل پیوندهای اشتراکی در مولکول را محاسبه کرد:
(یا همان مجموع تعداد الکترون‌های جفت‌نشده در آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم‌ها)
$$\text{مجموع ظرفیت اتم‌ها} = \frac{\text{شمار کل پیوندهای اشتراکی در یک مولکول}}{2}$$
- ظرفیت برای عناصر گروه ۱ و ۱۷ برابر ۱؛ برای عناصر گروه ۱۶، برابر ۲؛ برای عناصر گروه ۱۴، برابر ۴ و ... به همین ترتیب است! (به نوعی تعداد الکترون‌های جفت‌نشده در ساختار لوویس هر اتم است.)
- محاسبه بار یون چنداتمی = (مجموع شمار الکترون‌های ساختار لوویس) - (مجموع شمار الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌ها)

سوختن

- یک واکنش شیمیایی است که در آن یک ماده با اکسیژن به سرعت واکنش می‌دهد علاوه بر تولید ترکیب (یا ترکیبات) اکسیژن‌دار، بخشی از انرژی شیمیایی آن به صورت گرما و نور آزاد می‌شود.
● دقت کنید که بخشی از انرژی شیمیایی مواد با سوختن آزاد می‌شود، نه تمام آن!
- شیمی‌دان‌ها از واکنش‌پذیری بالای اکسیژن برای تهیه بسیاری از مواد بهره می‌گیرند؛ برای نمونه در صنعت برای تولید سولفوریک اسید، نخست گوگرد را در واکنش با اکسیژن (واکنش سوختن گوگرد) به SO_2 تبدیل می‌کنند.
● رنگ شعله واکنش سوختن گوگرد آبی می‌باشد.
● برخی عنصرهای فلزی و نافلزی دیگر نیز می‌توانند با اکسیژن بسوزند و به اکسیدهای فلزی و نافلزی تبدیل شوند. اغلب فلزات (نه همه آن‌ها!) در شرایط مناسب با گاز اکسیژن می‌سوزند.
● رنگ شعله سوختن فلزهای مختلف می‌توانند با هم متفاوت باشند، فلز آهن، رنگ شعله نارنجی، فلز منیزیم، رنگ شعله سفید و فلز سدیم، رنگ شعله زردرنگ دارند.
- افزون بر برخی عناصر، دیگر مواد از جمله سوخت‌های فسیلی نیز در شرایط مناسب می‌سوزند.

نور و گرما + کربن دی‌اکسید + گوگرد دی‌اکسید + بخار آب $\Rightarrow$ اکسیژن + زغال سنگ



نکات مهم

- نوع فراورده‌ها در واکنش سوختن، علاوه بر ماهیت خود ماده سوختنی به مقدار (کمیت؛ نه کیفیت!) اکسیژن در دسترس نیز بستگی دارد!
- به طوری که اگر اکسیژن کافی وجود داشته باشد، سوختن کامل انجام می‌شود و در مورد سوختن هیدروکربن‌ها، گاز CO_2 و بخار آب تولید می‌شود. در این حالت رنگ شعله آبی است که نشان از سوختن کامل می‌باشد.
- اما اگر اکسیژن کم باشد، در حین سوختن هیدروکربن‌ها گاز کربن مونوکسید به همراه دیگر فراورده‌ها تولید خواهد شد. رنگ شعله در این حالت تقریباً زردرنگ خواهد شد که نشان‌دهنده سوختن ناقص است.

ویژگی‌ها و اثرات گاز کربن مونوکسید -

- گاز بی‌رنگ، بی‌بو و بسیار سمی است.
- جگالی این گاز کم‌تر از هوا است و قابلیت انتشار آن در محیط بسیار زیاد می‌باشد به طوری که به سرعت در همه فضای یک اتاق پخش می‌شود.
- میل ترکیبی هموگلوبین خون با گاز CO بسیار زیاد و بیش از ۲۰۰ برابر اکسیژن است. به همین دلیل می‌تواند باعث مسمومیت و در نهایت موجب مرگ فرد شود.
- CO از CO_2 ناپایدارتر است؛ می‌تواند دوباره در اکسیژن بسوزد و نور و گرما به همراه CO_2 تولید کند:
$$2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$$
- در ساختار شیمیایی هر مولکول CO ، سه جفت الکترون پیوندی (یک پیوند سه‌گانه) و دو جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.



رفتار اکسیدهای فلزی و نافلزی -

- اکسیدهای فلزی و نافلزی به دلیل تنوع رفتار، کاربردهای فراوانی در زندگی دارند. مثال:
 - برخی کشاورزان کلسیم اکسید (آهک - CaO) را برای افزایش بهره‌وری در کشاورزی به خاک می‌افزایند؛ زیرا افزودن این ماده به خاک سبب می‌شود تا مقدار و نوع مواد معدنی در دسترس گیاه تغییر کند.
 - هم‌چنین از کلسیم اکسید برای کنترل میزان اسیدی‌بودن آب دریاچه‌ها، به عنوان اکسید بازی استفاده می‌شود.
 - مرجان‌ها گروهی از کیسه‌تنان با اسکلت آهکی (از جنس کلسیم اکسید) هستند و پژوهش‌ها نشان می‌دهد که این جانداران با افزایش میزان کربن دی‌اکسید (یک اکسید نافلزی) محلول در آب از بین می‌روند؛ زیرا گاز CO_2 در آب، باعث ایجاد خاصیت اسیدی در آن می‌شود.

اکسیدهای فلزی و نافلزی -

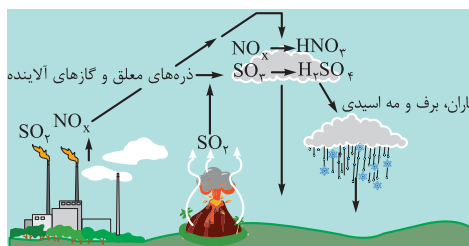
- به طور کلی اغلب اکسیدهای فلزی در صورت حل شدن در آب با تولید یک باز باعث افزایش pH آب می‌شوند به همین دلیل به آن‌ها اکسیدهای بازی می‌گوییم.
($\text{pH} > 7$)
- به طور کلی اغلب اکسیدهای نافلزی در صورت حل شدن در آب، با تولید یک اسید pH آب را کاهش می‌دهند به همین دلیل به آن‌ها اکسیدهای اسیدی می‌گوییم.
($\text{pH} < 7$)
- pH، معیاری است برای سنجش میزان اسیدی یا بازی بودن محلول‌ها. محدوده تغییرات pH محلول‌های آبی در دمای اتاق از ۰ تا ۱۴ است. آب خالص یک ماده خنثی است و pH آن ۷ می‌باشد، مواد اسیدی $\text{pH} < 7$ و مواد بازی $\text{pH} > 7$ دارند.

نکات مهم

- آب گازدار یا آب کربناته آبی است که در آن کربن دی‌اکسید، تحت فشار حل شده باشد و یکی از مواد اولیه برای ساخت نوشابه‌های گازدار است؛ پس آب گازدار خاصیت اسیدی دارد.
- لزوماً هر اکسید نافلزی‌ای اکسید اسیدی نیست؛ به طور مثال گازهای CO ، NO و N_2O در آب به صورت مولکولی حل شده و با آب واکنش نمی‌دهند؛ پس اکسید اسیدی نیستند.
- یکی از ساده‌ترین روش‌های اندازه‌گیری pH محلول‌ها، استفاده از کاغذ pH است که تنها می‌توان pH تقریبی محلول را اندازه‌گیری و آن‌ها را با هم مقایسه کرد.

باران اسیدی و اثرات مخرب آن -

- باران طبیعی و معمولی: به دلیل وجود CO_2 محلول در آن، اندکی اسیدی و دارای $\text{pH} < 7$ است.
$$\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$$
- منظور از باران اسیدی، بارانی است که pH آن کم‌تر از ۵/۶ باشد:
آلاینده‌هایی که از سوختن سوخت‌های فسیلی وارد هواکره می‌شوند (به طور عمده SO_2 و NO_x) هنگام بارش باران در آب حل می‌شوند و به صورت محلولی که خاصیت اسیدی چشمگیری دارد به زمین فرومی‌ریزد. در این حالت می‌گوییم باران اسیدی شده است.
- در شیمی هواکره اصطلاح رایجی با عنوان «آنچه که در هواکره بالا می‌رود باید پایین بیاید» وجود دارد؛ این اصطلاح بیان می‌کند که آلاینده‌هایی که از سوختن سوخت‌های فسیلی وارد هواکره می‌شود و بالا می‌رود؛ هنگام بارش در آب حل می‌شوند و پس از واکنش با آب به صورت باران اسیدی به زمین فرو می‌ریزد.



باران معمولی

$$5/6 < pH < 7$$

عامل کاهش pH: CO_2 محلول در آب باران

باران اسیدی

$$1/5 < pH < 5/6$$

عامل کاهش pH نسبت به باران طبیعی: حل شدن آلاینده های هوا مانند NO_2 و SO_2 در آب باران و تولید نیتریک اسید و سولفوریک اسید

نکات مهم

- در اثر سوزاندن سوخت های فسیلی علاوه بر گاز کربن دی اکسید، گازهای دیگری مانند NO ، NO_2 ، CO ، SO_2 و برخی هیدروکربن ها هم وارد هواکره می شود.
- از سوختن سوخت های فسیلی در کارخانجات و در گازهای خروجی از آتشفشان ها، گاز SO_2 وجود دارد. از کارخانجات، اکسیدهای نیتروژن مختلفی هم با فرمول کلی NO_x آزاد می شود در هواکره، SO_2 به SO_3 تبدیل می شود. گازهای SO_3 و NO_x در طی واکنش های مختلفی در هواکره، سولفوریک اسید (H_2SO_4) و نیتریک اسید (HNO_3) را می سازند که با خاصیت اسیدی زیاد خود سبب باران، مه و برف اسیدی می شود.

توجه اگرچه گاز NO موجود در هواکره اکسید اسیدی نیست ولی به علت واکنش پذیری زیاد، با اکسیژن هوا ترکیب شده و NO_2 تولید می کند. NO_2 اکسید اسیدی است که با آب و اکسیژن واکنش داده و به HNO_3 که اسید قوی است تبدیل می شود.

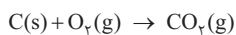
واکنش های شیمیایی و قانون پایستگی جرم

۱ هر تغییر شیمیایی می تواند شامل یک یا چند واکنش شیمیایی باشد که هر یک از آن ها را با یک معادله نشان می دهند.

تغییر شیمیایی می تواند با تغییر رنگ، مزه، بو یا آزادسازی گاز، رسوب و گاهی ایجاد نور یا صدا همراه باشد.

۲ **مثال** سوختن کربن را به صورت زیر نمایش می دهند:

کربن دی اکسید $\rightarrow$ اکسیژن + کربن



معادله نخست، نوشتاری و معادله دوم، نمادی نامیده می شوند؛ در معادله نوشتاری، نام واکنش دهنده ها در سمت چپ و نام فراورده ها در سمت راست فلش نوشته می شود.

۳ شیوه های نمایش واکنش های شیمیایی به دو صورت معادله نوشتاری و نمادی است که در جدول زیر آن ها را مقایسه کرده ایم:

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 نکته های ایمنی	x	x

نمادهای به کار رفته برای نمایش حالت فیزیکی مواد در معادله های شیمیایی

نماد	(s)	(l)	(g)	(aq)
معنا	جامد	مایع	گاز	محلول آبی



مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

شیمی

۴ معنای برخی عبارتها یا نمادهای مورد استفاده در معادله‌های شیمیایی در جدول زیر آمده است:

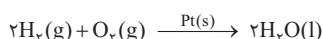
نماد	معنا
$\rightarrow$	تولید می‌کند یا می‌دهد.
Δ $\rightarrow$	واکنش‌دهنده‌ها در اثر گرم‌شدن واکنش می‌دهند.
$\xrightarrow{20 \text{ atm}}$	واکنش در فشار ۲۰ atm انجام می‌شود.
$\xrightarrow{1200^\circ \text{C}}$	واکنش در دمای ۱۲۰۰ درجه سلسیوس انجام می‌شود.
$\xrightarrow{\text{Pd}}$	برای انجام‌شدن از پالادیم (Pd) به عنوان یک کاتالیزگر استفاده می‌شود.

نکات مهم

- علامت ($\rightarrow$) تنها به این معناست که واکنش‌دهنده‌ها در اثر گرم‌شدن واکنش می‌دهند؛ حالا این واکنش می‌تواند گرماگیر یا گرماده باشد!
- علامت‌های « $\xrightarrow{1200^\circ \text{C}}$ » و « $\xrightarrow{20 \text{ atm}}$ » به این معناست که واکنش به ترتیب در دمای ۱۲۰۰ درجه سلسیوس و فشار ۲۰ atm انجام می‌شود و نمی‌توان گفت پس از انجام واکنش دما و فشار گونه‌ها به ترتیب به ۱۲۰۰ درجه سلسیوس و ۲۰ atm می‌رسد.

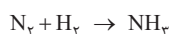
۵ کاتالیزگر ماده‌ای است که سرعت واکنش شیمیایی را افزایش می‌دهد بدون آن‌که در واکنش مصرف شود.

مثال واکنش سوختن کامل گاز هیدروژن و تشکیل آب، در حضور کاتالیزگر پلاتین (Pt(s)) انجام می‌شود:



قانون پایستگی جرم

- مطابق این قانون مجموع جرم مواد واکنش‌دهنده با مجموع جرم فراورده‌ها برابر است یا به عبارت دیگر، جرم کل مواد در مخلوط واکنش ثابت است.
 - 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.
 - مطابق قانون پایستگی جرم، مجموع شمار اتم‌های هر عنصر در دو سمت معادله یک واکنش یکسان است.
 - مجموع شمار اتم‌های موجود در واکنش‌دهنده‌ها با مجموع شمار اتم‌های موجود در فراورده‌ها برابر است؛ یعنی شمار کل اتم‌ها در یک واکنش شیمیایی ثابت است.
- دقت کنید که برابری تعداد اتم‌ها در دو طرف معادله کفایت نمی‌کند! و حتماً تعداد اتم‌های هر عنصر باید برابر باشد!



مثال

هر چند تعداد کل اتم‌ها در دو طرف معادله یکسان است؛ اما معادله موازنه‌شده نیست!

اشتباه نکنید،

- در واکنش‌های شیمیایی، مولکول‌ها و ترکیب‌های اولیه از بین می‌روند و مولکول‌ها و ترکیبات جدید به وجود می‌آیند.
- در ضمن لزوماً تعداد مولکول‌ها و مول‌های مواد در دو طرف معادله برابر نیستند.
- مطابق قانون پایستگی جرم، شمار کل اتم‌ها در یک واکنش شیمیایی ثابت است؛ بنابراین برای موازنه‌کردن یک معادله شیمیایی، باید به هر یک از واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها ضریبی نسبت داد تا تعداد اتم‌های هر عنصر در دو سمت معادله برابر شود.



– موازنه کردن معادله واکنش شیمیایی –

یعنی برابر کردن تعداد اتم‌های هر عنصر در دو سوی معادله شیمیایی

نکات مهم

- ۱ در معادله‌های شیمیایی موازنه شده، ضریب ۱ نوشته نمی‌شود.
- ۲ برای موازنه کردن هر معادله نمادی، باید برای هر یک از واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها ضریبی قرار داد تا شمار اتم‌های هر عنصر در دو سوی معادله برابر شود.
- ۳ هنگام موازنه کردن، نباید زیروندها را در فرمول شیمیایی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها تغییر داد.
- ۴ ضریب‌ها در معادلات موازنه شده باید کوچک‌ترین عدد طبیعی ممکن باشد.
- ۵ سعی کنید تا حد امکان اتم‌های اکسیژن و هیدروژن را در مراحل آخر موازنه نمایید؛ زیرا این عناصر معمولاً در ساختار تعداد بیشتری از گونه‌ها قرار دارند.
- ۶ معادله شیمیایی موازنه شده به ۲ صورت خوانده می‌شود؛ برای نمونه معادله موازنه شده سوختن گاز هیدروژن در حضور اکسیژن:

$$2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$$
 (۱) دو مول گاز هیدروژن با یک مول گاز اکسیژن واکنش می‌دهد و دو مول بخار آب تولید می‌شود.
 (۲) دو مولکول هیدروژن با یک مولکول اکسیژن واکنش می‌دهد و دو مولکول آب تولید می‌شود.

نفت، هدیه‌ای شگفت‌انگیز

- نفت خام باعث حل مشکل حمل‌ونقل و ساخت داروهای تازه شد.
- موارد مصرف نفت خام:
 - بیش از ۹۰ درصد برای تأمین انرژی سوزانده می‌شود
 - حدود ۵۰ درصد: سوخت در وسایل نقلیه
 - حدود ۴ درصد: تأمین گرما و انرژی الکتریکی
 - کم‌تر از ۱۰ درصد: تولید مواد
- بخش عمده نفت خام: هیدروکربن‌های گوناگون → ترکیب‌هایی شامل هیدروژن و کربن

کربن، اساس استخوان‌بندی هیدروکربن‌ها

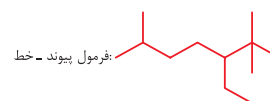
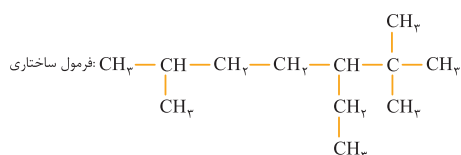
- ترکیب‌های شناخته شده از کربن، از مجموع ترکیب‌های شناخته شده از دیگر عنصرهای جدول دوره‌ای بیشتر است.
 - اتم کربن افزون بر تشکیل پیوند اشتراکی یگانه، توانایی تشکیل پیوندهای اشتراکی دوگانه و سه‌گانه را با خود و برخی اتم‌های دیگر دارد.
- | | | | |
|---|--|---|--|
| $\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$ <p>اتن</p> | $\text{H} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{H}$ <p>اتین</p> | $\text{:}\ddot{\text{O}} = \text{C} = \ddot{\text{O}}\text{:}$ <p>کربن دی‌اکسید</p> | $\text{H} - \text{C} \equiv \text{N:}$ <p>هیدروژن سیانید</p> |
|---|--|---|--|

- اتم کربن می‌تواند با اتم عنصرهای هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن و ... به شیوه‌های گوناگون متصل شده و مولکول شمار زیادی از مواد، مانند کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها، آمینواسیدها، آنزیم‌ها، پروتئین‌ها و ... را بسازد.
- اتم‌های کربن می‌توانند با یکدیگر به روش‌های گوناگون متصل شده و دگرشکل‌های متفاوتی مانند گرافیت، الماس و ... ایجاد کنند.

آلکان‌ها، هیدروکربن‌هایی با پیوندهای یگانه

- فرمول عمومی آلکان‌ها: $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$
- ساده‌ترین و نخستین آلکان: CH_4 (متان)
- سوخت فندک گازی: بوتان (C_4H_{10}) که تحت فشار پر می‌شود.
- ساختار آلکان‌ها:
 - راست‌زنجیر: هر اتم کربن به یک یا دو اتم کربن دیگر متصل است.
 - شاخه‌دار: برخی کربن‌ها به سه یا چهار اتم کربن دیگر متصل‌اند.

انواع نمایش ترکیب‌های آلی



تبدیل ساختار فشرده به ساده را بلد باشید. در برخی تست‌های نام‌گذاری، فرمول فشرده را می‌دهند؛ باید اول فرمول ساختاری ساده را رسم کنیم تا به راحتی نام‌گذاری کنیم.

در فرمول فشرده، معمولاً شاخه فرعی داخل پرانتز گذاشته می‌شود. دقت کن که CH_3 داخل پرانتز، شاخه فرعی نیست!

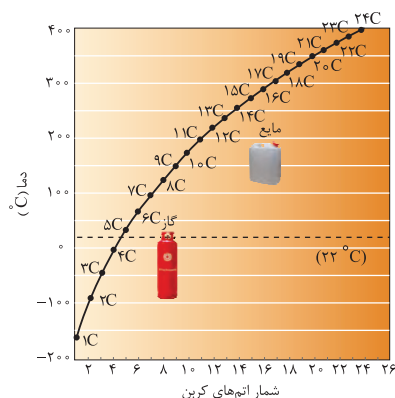
خواص فیزیکی آلکان‌ها

- قطبیت: ناقطبی (گشتاور دوقطبی حدود صفر است).
- نیروی بین مولکولی: واندروالسی
- حلالیت: نامحلول در آب
- از جمله کاربردها: (جلوگیری از خوردگی) اندود کردن سطح فلزها و وسایل فلزی با آنها
- شمار اتم‌های کربن نقش مهمی در رفتار هیدروکربن‌ها دارد:

اکثر رفتارها با تعداد اتم‌های کربن رابطه مستقیم دارند، به جز فرار بودن.

به فرمول تقریبی گریس $(\text{C}_{18}\text{H}_{38})$ و وازلین $(\text{C}_{25}\text{H}_{52})$ دقت کنید: گریس $(\text{C}_{18}\text{H}_{38}) >$ وازلین $(\text{C}_{25}\text{H}_{52})$: چسبندگی

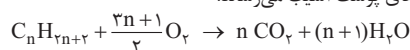
نمودار نقطه جوش آلکان‌های راست‌زنجیر



- حالت فیزیکی ۴ آلکان اول در دمای اتاق: گاز
- با افزایش شمار اتم‌های کربن، اختلاف نقطه جوش آلکان‌ها رفته‌رفته کاهش می‌یابد.
- نقطه جوش بوتان $(\text{C}_4\text{H}_{10})$: حدود 0°C

رفتار شیمیایی آلکان‌ها

- سیرشده هستند: هر اتم کربن با چهار پیوند اشتراکی به چهار اتم دیگر متصل است.
- هیدروکربن‌های سیرشده: همه پیوندهای کربن-کربن در آنها یگانه است.
- تمایل چندانی به انجام واکنش شیمیایی ندارند (به جز سوختن): میزان سمی بودن آنها کم‌تر است.
- شستن پوست یا تماس آن با آلکان‌های مایع (بنزین یا نفت): به دلیل انحلال چربی‌های پوست، در درازمدت به بافت‌های پوست آسیب می‌رساند.
- سوختن آلکان‌ها:



هشدار: در خیلی از تست‌ها لزومی ندارد کل معادله سوختن را بنویسیم. ممکن است با این دو نکته کارمان راه بیفتد:

(۱) تعداد کربن‌ها (n) ضرب CO_2

(۲) نصف تعداد هیدروژن‌ها $\frac{2n+2}{2}$ ضرب H_2O

نام‌گذاری آلکان‌ها

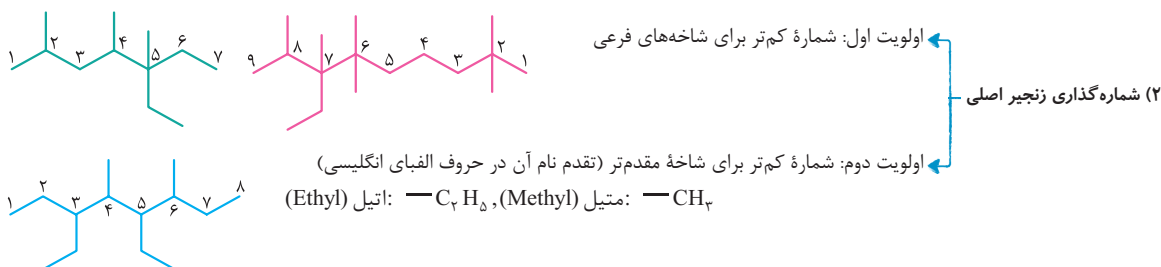
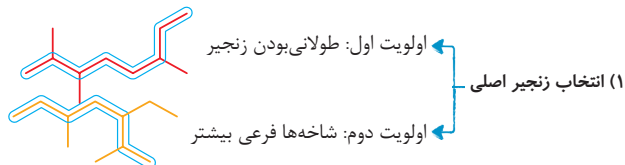
آلکان‌های راست‌زنجیر:

فرمول مولکولی	نام
CH_4	متان
C_2H_6	اتان
C_3H_8	پروپان
C_4H_{10}	بوتان
C_5H_{12}	پنتان
C_6H_{14}	هگزان
C_7H_{16}	هپتان
C_8H_{18}	اوکتان
C_9H_{20}	نونان
$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	دکان

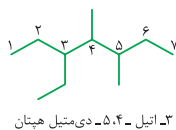
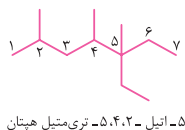
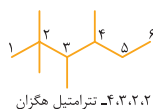
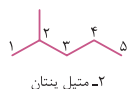


آلکان‌های شاخه‌دار -

در نام‌گذاری آلکان‌های شاخه‌دار، هر مرحله اولویت‌های خودش را دارد. اولویت‌های یک مرحله هیچ ارتباطی به مرحله دیگر ندارد.



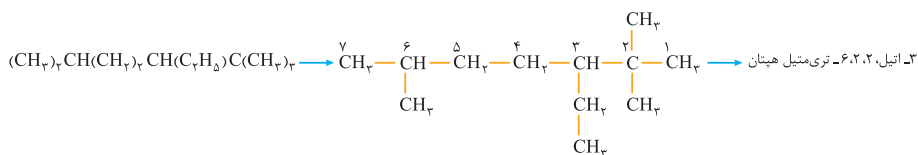
(۳) نوشتن نام: اول شماره کربن شاخه فرعی، دوم نام شاخه فرعی و سوم نام آلکان زنجیر اصلی



چند شاخه فرعی مشابه: بعد از نوشتن شماره‌ها، تعداد شاخه فرعی با اعداد یونانی

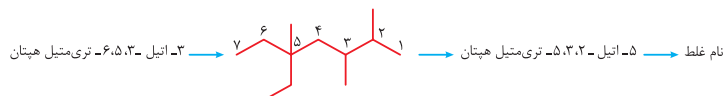
شاخه‌های فرعی متفاوت: به ترتیب الفبای انگلیسی

اگر فرمول ساختاری فشرده‌دادن ← اول ساختار باز را رسم می‌کنیم ← بعد نام گذاری می‌کنیم.



روش تشخیص درست یا غلط بودن نام -

(۱) با فرض درست بودن نام، ساختار را رسم می‌کنیم.



شماره‌گذاری را از یک جهت فرضی (مثلاً از چپ) در نظر می‌گیریم.

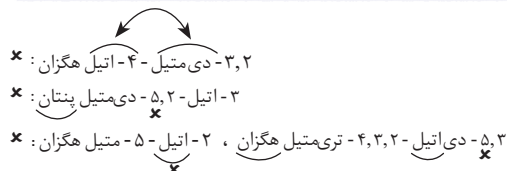
(۲) ساختار رسم‌شده را نام‌گذاری می‌کنیم.

(۳) اگر نام اولیه و نام نهایی یکسان بود درست است، اگر نبود غلط است.

تذکره در مثال بالا همین که فهمیدیم شماره‌گذاری اشتباه است، دیگر نیازی به انجام بقیه مراحل نیست.

نکاتی برای تشخیص سریع بعضی نام‌های غلط:

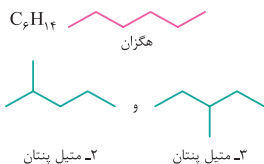
- شاخه‌ها به ترتیب الفبای لاتین نباشد ← مثلاً اول متیل بیاد بعد اتیل
- شاخه ۱- متیل یا n- متیل باشد (n: تعداد کربن‌های زنجیر اصلی)
- شاخه ۱- اتیل، ۲- اتیل یا n- اتیل، (n-۱) اتیل باشد.
- دقت داشته باشید که همه نام‌های غلط با این سه نکته قابل بررسی نیست.



– ایزومر یا همپار –

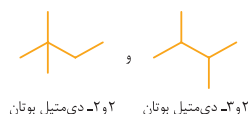
ترکیباتی با فرمول مولکولی یکسان و ساختار متفاوت.

1 رسم ایزومر: با برداشتن کربن‌ها و قراردادن آن‌ها در موقعیت‌های متفاوت، ایزومرها را رسم می‌کنیم. به صورت زیر:
(I) رسم آلکان راست‌زنجیر n کربنه



(II) رسم آلکان‌های $(n-1)$ کربنه با یک شاخه متیل

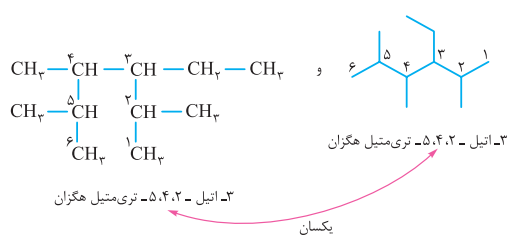
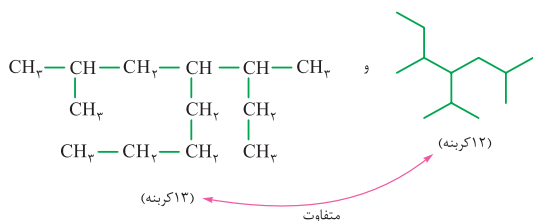
(III) رسم آلکان‌های $(n-2)$ کربنه با یک شاخه اتیل ← نداریم



(IV) رسم آلکان‌های $(n-2)$ کربنه با دو شاخه متیل

2 تشخیص ارتباط دو ساختار:

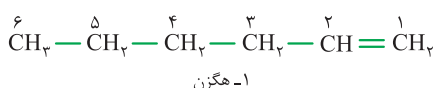
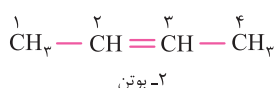
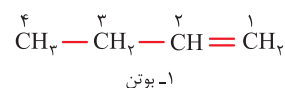
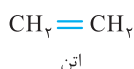
حالت	فرمول مولکولی	فرمول ساختاری	وضعیت
I	x		⇐ دو آلکان متفاوت هستند.
II	✓	✓	⇐ دو ساختار مربوط به یک آلکان است.
III	✓	x	⇐ ایزومر



● اگر فرمولی مولکولی یکسان بود، یک راه برای تشخیص ایزومر یا یکسان بودن، بررسی نام آلکان است. ← نام یکسان، دو ساختار مربوط به یک آلکان است.

● به دلیل وجود یک پیوند $C=C$ از آلکان هم کربن خود، ۲ هیدروژن کم‌تر دارند ← فرمول عمومی: C_nH_{2n} ($n \geq 2$)

● نام آلکن راست‌زنجیر: مشخص کردن محل پیوند دوگانه با نخستین کربن پیوند دوگانه





نام قدیمی: اتیلن

نخستین عضو آلکن‌ها

اتن در بیشتر گیاهان وجود دارد.

موز و گوجه‌فرنگی رسیده گاز اتن آزاد می‌کنند.

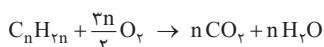
عمل‌آورنده: موجب رسیدن سریع‌تر میوه‌های نارس

– رفتار شیمیایی آلکن‌ها –

● سیر نشده هستند: دو اتم کربن دارند که هر کدام فقط به سه اتم دیگر متصل‌اند. برخلاف آلکان‌ها، واکنش‌پذیری بیشتری دارند.

هیدروکربن‌های سیر نشده: در ساختار خود پیوند دوگانه یا سه‌گانه کربن-کربن دارند. ($C \equiv C$ یا $C = C$)

● گاز اتن سنگ بنای صنایع پتروشیمی است.



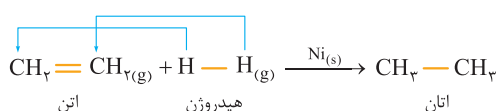
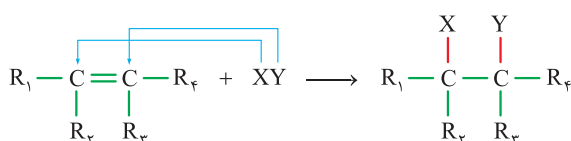
(۱) واکنش سوختن:

هشدار هم‌چنان می‌توانیم از این نکته‌ها استفاده کنیم:

تعداد کربن‌ها (n) ← ضریب CO_2

نصف تعداد هیدروژن‌ها ($\frac{3n}{2}$) ← ضریب H_2O

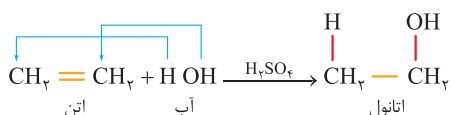
(۲) واکنش‌های افزایشی: فرآورده سیر شده



(آ) واکنش با هیدروژن

- محصول: آلکان
- کاتالیزگر: نیکل ($Ni(s)$)

● هر ترکیب سیر نشده می‌تواند با هیدروژن واکنش داده و سیر شود ← به ازای هر پیوند $C = C$ ، یک مولکول H_2 مصرف می‌شود.



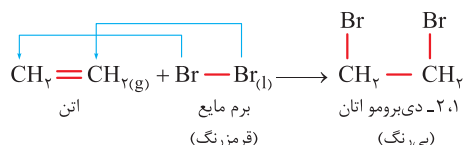
(ب) واکنش با آب

- محصول: الکل
- کاتالیزگر: اسید (مثل H_2SO_4)

(پ) افزایش هالوژن‌ها

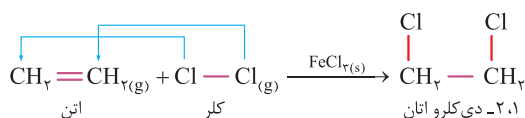
- الکلی دو کربنی، بی‌رنگ و فزّار
- به هر نسبتی در آب حل می‌شود.
- یکی از مهم‌ترین حلال‌های صنعتی
- کاربرد در تهیه مواد دارویی، بهداشتی و آرایشی
- ضد عفونی‌کننده در بیمارستان‌ها

محصول: دی‌هالو آلکان



● بی‌رنگ شدن برم ← یکی از روش‌های شناسایی هیدروکربن‌های سیر نشده (از جمله آلکن‌ها) از سیر شده

● مولکول چربی موجود در گوشت، سیر نشده است.



← واکنش گاز اتن با کلر

- محصول: دی‌کلرو آلکان
- کاتالیزگر: $FeCl_{3(s)}$

(ت) پلیمری شدن (فصل ۳/۳ یا ۴م)

(ث) واکنش با هیدروژن‌هالید

- محصول: هالو آلکان (فصل ۴/۴ دوازدهم)

آلکین‌ها، سیر نشده‌تر از آلکن‌ها

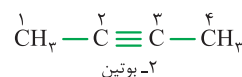
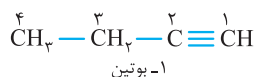
● به دلیل یک پیوند $C \equiv C$ ، از آلکان هم‌کربن خود، ۴ هیدروژن کم‌تر دارد ← فرمول عمومی: $C_n H_{2n-2}$ ($n \geq 2$)

● نام آلکین راست‌زنجیر: مشخص کردن محل پیوند سه‌گانه با نخستین کربن پیوند سه‌گانه



مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

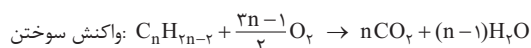
شیمی



نام قدیمی: استیلن

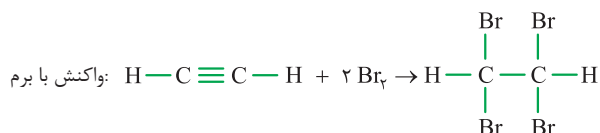
اتین ساده‌ترین آلکین

تأمین دمای لازم برای جوش دادن قطعه‌های فلزی در جوش کاربردی با سوختن گاز اتین



● آلکین‌ها واکنش‌پذیری زیادی دارند.

آلکین‌ها برای سیرشدن با دو مول H_2 واکنش می‌دهند. $\text{C}_n\text{H}_{2n-2} + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ واکنش با هیدروژن

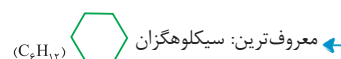


واکنش با برم

هیدروکربن‌های حلقوی:

فرمول عمومی C_nH_{2n} با آلکن‌های هم‌کربن، ایزومر هستند.

سیکلوآلکان‌ها: هیدروکربن حلقوی با پیوندهای یگانه کربن-کربن سیر شده



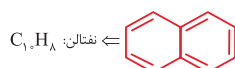
هیدروکربن‌های سیر نشده

سرگروه آن‌ها: بنزن (C_6H_6)



یک حلقه ۶ ضلعی با ۳ پیوند $\text{C}=\text{C}$

در ساختار خود حداقل یک حلقه بنزنی دارند.



دو حلقه ۶ ضلعی با ۵ پیوند $\text{C}=\text{C}$

کاربرد نفتالین: ضد بید برای نگهداری فرش و لباس

درصد جرمی عناصر در ترکیب‌ها

$$\% \text{جرم عنصر A} = \frac{\text{جرم عنصر A در فرمول ماده}}{\text{جرم مولکولی ماده}} \times 100$$

درصد جرمی عنصر A

$$\text{در } \text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow \% \text{C} = \frac{2 \times 12}{28} \times 100 = 85.71$$

این بخش در ترکیب‌های آلی پرتکرار است.

آلکان ($\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$) با افزایش تعداد کربن: درصد جرمی کربن: افزایش
درصد جرمی هیدروژن: کاهش

آلکن و سیکلوآلکان (C_nH_{2n}) با افزایش تعداد کربن: درصد جرمی کربن: ثابت
درصد جرمی هیدروژن: ثابت

آلکین ($\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$) با افزایش تعداد کربن: درصد جرمی کربن: کاهش
درصد جرمی هیدروژن: افزایش

شمار پیوندهای اشتراکی

$$\text{هالوژن} \rightarrow \frac{(4 \times \text{C}) + (1 \times \text{H}) + (2 \times \text{O}) + (3 \times \text{N}) + (1 \times \text{X})}{2} = \text{کل پیوندها}$$

کل پیوندهای اشتراکی در ترکیب‌های آلی خنثی:

$$\text{کل پیوندهای اشتراکی در هیدروکربن‌ها: } \frac{4n+2n+2}{2} = 3n+1 \rightarrow \text{کل پیوندهای آلکان } (\text{C}_n\text{H}_{2n+2}) \text{ مثلاً} \rightarrow \frac{(4 \times \text{C}) + (1 \times \text{H})}{2} = \text{کل پیوندها}$$

$$\text{در آلکان } \text{C}-\text{H} \text{ پیوندهای } 2n+2$$

کل پیوندهای $\text{C}-\text{C}$ در هیدروکربن‌ها: برابر تعداد اتم‌های H

● بقیه پیوندها بین کربن و کربن است.

جمع‌بندی:

نام هیدروکربن	فرمول عمومی	سیرشده یا سیرنشده	جرم مولی	مثال	کل پیوندهای اشتراکی	پیوندهای C-H	پیوند یگانه C-C
آلکان (an)	C_nH_{2n+2} $n \geq 1$	سیرشده	$14n+2$	اتان C_2H_6	$3n+1$	$2n+2$	$n-1$
آلکن (en)	C_nH_{2n} $n \geq 2$	سیرنشده	$14n$	اتن C_2H_4	$3n$	$2n$	$n-2$
سیکلوآلکان	C_nH_{2n} $n \geq 3$	سیرشده	$14n$	سیکلوپروپان C_3H_6	$3n$	$2n$	n
آلکین (in)	C_nH_{2n-2} $n \geq 2$	سیرنشده	$14n-2$	اتین C_2H_2	$3n-1$	$2n-2$	$n-2$

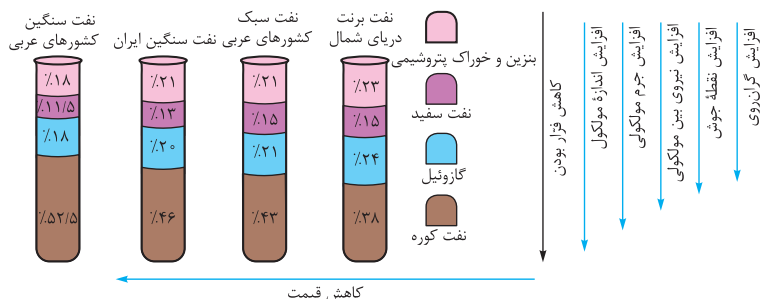
نفت، ماده‌ای که اقتصاد جهان را دگرگون ساخت

- بخش عمده هیدروکربن‌های موجود در نفت خام: آلکان‌ها ← واکنش‌پذیری کم ← اغلب به عنوان سوخت
- کاربرد نفت خام:
 - بیش از ۹۰٪ → سوزاندن و تأمین انرژی
 - کم‌تر از ۱۰٪ → خوراک پتروشیمیایی

دسته‌های متفاوت هیدروکربن‌ها در نفت خام

← مواد سبک‌تر، ارزش بیشتری دارد.

← نفتی که مواد سبک‌تر بیشتری دارد، قیمت بیشتری دارد.



- تقطیر جزء به جزء هیدروکربن‌های نفت خام
- جداسدن به صورت مخلوط‌هایی با نقطه جوش نزدیک به هم
- از پایین به بالای برج همراه با کاهش دما
- مولکول‌های سبک‌تر و فرارتر: بالای برج

متان (CH_4): گازی سبک، بی‌بو و بی‌رنگ

راه‌های بهبود کارایی زغال‌سنگ: شست‌وشوی زغال‌سنگ به منظور حذف گوگرد و ناخالصی‌های دیگر
 به دام‌انداختن گاز گوگرد دی‌اکسید خارج شده از نیروگاه‌ها با عبور گازهای خروجی از روی کلسیم‌اکسید
 $SO_2(g) + CaO(s) \rightarrow CaSO_3(s)$

- سوخت هواپیما از نفت سفید (آلکان‌هایی با ده تا پانزده کربن) تهیه می‌شود.
- یکی از مسائل مهم در تأمین سوخت، انتقال آن است. ← حدود ۶۶ درصد انتقال سوخت از طریق خطوط لوله انجام می‌شود.



- یکی از سوخت‌های فسیلی
- طول عمر ذخایر زغال سنگ به ۵۰۰ سال می‌رسد.
- می‌تواند به عنوان سوخت، جایگزین نفت شود.
- مقدار آلاینده بیشتر نسبت به نفت و تشدید اثر گلخانه‌ای
- علاوه بر فراورده‌های سوختن بنزین (CO_2 , CO , H_2O), SO_2 و NO_x نیز تولید می‌کند.
- شرایط دشوار استخراج — انفجار معادن آن به دلیل تجمع بیش از ۵ درصد گاز متان

مقدمه

- اجزای بنیادی جهان مادی را ماده و انرژی می‌دانند که می‌توانند به هم تبدیل شوند.
- تنها منبع حیات بخش انرژی، خورشید است.
- کاهش جرم خورشید، تبدیل ساده به انرژی را تأیید می‌کند.
- منابع شیمیایی بسیار (کودها و آفت‌کش‌ها و ...)
- نیازهای صنایع غذایی
- سطح وسیعی از زمین‌های بایر
- حجم عظیمی از آب‌های قابل استفاده در کشاورزی (آب شیرین)
- نقش غذا در بدن
- تأمین انرژی
- تأمین مواد اولیه برای ساخت و رشد بخش‌های مختلف بدن
- فراایندهای بالا وابسته به انجام واکنش‌های شیمیایی هستند که هر یک آهنگ ویژه‌ای دارند: واکنش‌هایی که دمای بدن را نیز کنترل و تنظیم می‌کند.
- منابع موجود در برخی خوراکی‌ها
- گوشت قرمز و ماهی: پروتئین، انواع ویتامین و مواد معدنی
- شیر و فراورده‌های آن: پروتئین و کلسیم (پیشگیری و ترمیم پوکی استخوان)

غذا، ماده و انرژی

- بدن ما برای انجام فعالیت‌های ارادی و غیرارادی به ماده و انرژی نیاز دارد که از غذا تأمین می‌شود.
- ارزش مواد غذایی در تأمین ماده و انرژی یکسان نیست.
- یکی از راه‌های آزاد شدن انرژی مواد، سوزاندن آن‌هاست. مثل گاز شهری، بنزین، الکل، زغال و همچنین مواد غذایی مثل ماکارونی و ...
- انرژی آزاد شده به نوع ماده و جرم آن بستگی دارد.

دمای یک ماده از چه خبر می‌دهد؟

- هر ماده‌ای جنبش‌های پیوسته و نامنظم دارد.
- انرژی جنبشی تک‌تک ذره‌ها با هم برابر نیستند و میزان جنبش ذره‌ها، متفاوت از یکدیگر است.

نکته

میانگین انرژی جنبشی ذرات سازنده ماده به حالت فیزیکی و دمای ماده وابسته است.

جامد > مایع > گاز: میانگین انرژی جنبشی
دما بالاتر — میانگین انرژی جنبشی بیشتر

- میزان گرمی و سردی ماده
- دما
- میانگین تندی حرکت ذره‌های سازنده ماده
- میانگین انرژی جنبشی ذره‌های سازنده ماده

- یکای رایج دما، درجه سلسیوس ($^{\circ}\text{C}$)

- یکای دما در SI: کلوین (K)

$$T(K) = \theta(^{\circ}\text{C}) + 273$$

- دما:** میانگین انرژی جنبشی ذره‌های سازنده یک نمونه ماده است. — به تعداد ذره‌ها وابسته نیست.
- انرژی گرمایی:** مجموع انرژی جنبشی ذره‌های سازنده یک نمونه ماده است. — به تعداد ذره‌ها وابسته است.
- انرژی گرمایی کمیتی است که هم به دما و هم به جرم (تعداد ذرات سازنده) ماده بستگی دارد.
- اگر دمای جسم X بیشتر از Y باشد لزوماً انرژی گرمایی جسم X بیشتر نیست. به مثال‌های زیر توجه کنید:
- انرژی گرمایی: یک لیوان آب 25°C > یک لیوان آب 9°C ، یک لیوان آب 9°C > یک استخر آب 25°C



تفاوت دما و گرما

- دما برای توصیف یک نمونه ماده، ولی تغییر دما برای توصیف یک فرایند است.
- گرما از ویژگی‌های یک نمونه ماده نیست ← برای توصیف یک فرایند است.
- اشاره به گرمای یک نمونه ماده اشتباه علمی است.
- گرما:** به مقدار انرژی گرمایی که به دلیل تفاوت دما در یک فرایند جاری می‌شود، گفته می‌شود.
- گرما همواره از جسمی با دمای بالاتر (حتی اگر انرژی گرمایی‌اش کمتر باشد) به جسمی با دمای پایین‌تر جاری می‌شود.

مقایسه دما، انرژی گرمایی و گرما

دما	انرژی گرمایی	گرما
● میانگین انرژی جنبشی ذره‌های یک ماده	● مجموع انرژی جنبشی ذره‌های یک ماده	● مقداری از انرژی گرمایی که به دلیل تفاوت دما در فرایند مبادله می‌شود.
● برای توصیف یک نمونه ماده	● برای توصیف یک نمونه ماده	● برای توصیف یک فرایند
● صورتی از انرژی نیست.	● صورتی از انرژی است.	● صورتی از انرژی است.
(معیاری برای بیان سردی و گرمی جسم است.)		
● به مقدار ماده وابسته نیست.	● به تعداد ذره‌ها (جرم) و دمای جسم وابسته است.	● به مقدار جسم وابسته است.
● قابل اندازه‌گیری است.	● قابل اندازه‌گیری نیست.	● قابل اندازه‌گیری است.
نماد: T یا θ	نماد: Q	نماد: Q
یکا: $^{\circ}\text{C}$ یا K	یکا: J و cal	یکا: J و cal

ظرفیت گرمایی (C): گرمای لازم برای افزایش دمای یک ماده به اندازه یک درجه سلسیوس.

$$q = C\Delta\theta \quad (\text{J}^{\circ}\text{C}^{-1})$$

$$1 \text{ J} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}, \quad |C_{\text{H}_2\text{O}}| = 4184 \text{ J}^{\circ}\text{C}^{-1}$$

- یکای اندازه‌گیری گرما (q) در (SI) ژول (J) است.

- ظرفیت گرمایی به ۴ عامل وابسته است:

۱) دما	۲) فشار	۳) نوع ماده	۴) جرم
--------	---------	-------------	--------

$$q = mc\Delta\theta \quad (\text{J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1})$$

گرمای ویژه (c): گرمای لازم برای افزایش دمای یک گرم از ماده به اندازه یک درجه سلسیوس.

- گرمای ویژه به ۳ عامل وابسته است:

۱) دما	۲) فشار	۳) نوع ماده
--------	---------	-------------

$$C = mc \quad \leftarrow (C) \text{ و گرمای ویژه } (c)$$

نکته

برای پاسخ به سوال‌های مقایسه‌ای از این نکته استفاده کنید: «ظرفیت گرمایی (mc)، مقاومت در برابر تغییر دما است.»

← به ازای q برابر: هر چه ظرفیت گرمایی بیشتر ← تغییر دما ($\Delta\theta$) کمتر

← به ازای $\Delta\theta$ برابر: هر چه ظرفیت گرمایی بیشتر ← گرما (q) بیشتر ← مدت‌زمان (t) بیشتر

- آب یکی از بیشترین گرماهای ویژه را دارد.

آب < روغن زیتون ، سیب‌زمینی < نان

به مقایسه گرمای ویژه ماده‌های روبه‌رو دقت کنید:

روغن و چربی ← تفاوت فیزیکی: روغن ← مایع (l)، چربی ← جامد (s)
 ← تفاوت شیمیایی: روغن دارای پیوندهای دوگانه بیشتر ← واکنش‌پذیری بیشتر



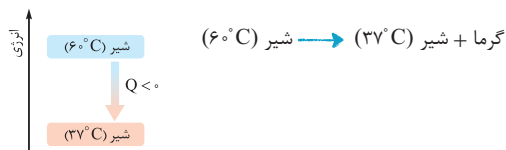
نکته

مسئله‌هایی از جنس هم‌دمایی: وقتی دو ماده با دمای متفاوت را در تماس با هم قرار دهیم، ماده با دمای بالاتر گرما از دست می‌دهد و ماده با دمای پایین‌تر، همان مقدار آب را جذب می‌کند تا جایی که به یک دما برسند. برای حل این مسائل، کافی است مقدار گرمایی که یکی یا چند ماده از دست می‌دهد را با مقدار گرمایی که یک یا چند ماده دیگر جذب می‌کند، برابر قرار دهیم:

$$|q_A + q_B + \dots| = |q_C + q_D + \dots|$$

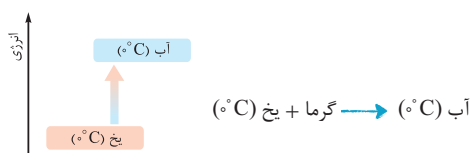
موادی که گرما می‌گیرند = موادی که گرما از دست می‌دهند.

– جاری شدن انرژی گرمایی –



فرایند گرماده

- انتقال گرما از سامانه به محیط
- کاهش انرژی سامانه
- علامت $Q < 0$ منفی
- مقدار Q سمت فرآورده‌ها



فرایند گرماگیر

- انتقال گرما از محیط به سامانه
- افزایش انرژی سامانه
- علامت $Q > 0$ مثبت
- مقدار Q سمت واکنش‌دهنده‌ها

نکته

جاری شدن انرژی گرمایی در مواردی می‌تواند بدون تغییر دما باشد. ($\Delta\theta = 0$)

به علامت $\Delta\theta$ کاری نداشته باشید.

- سامانه گرما داد ← گرماده ، $Q < 0$
- سامانه گرما گرفت ← گرماگیر ، $Q > 0$

● گوارش فرایندی گرماده است.

خوردن بستنی

- فرایند هم‌دماشدن بستنی با بدن: گرماگیر، $Q > 0$
- فرایند گوارش و سوخت‌وساز بستنی: گرماده، $Q < 0$

در کل گرماده

گرما در واکنش‌های شیمیایی (گرمایشی)

● ویژگی بنیادی همه واکنش‌ها: دادوستد گرما با محیط پیرامون

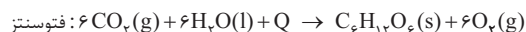
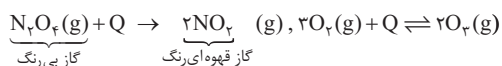
کاربرد گرمای واکنش‌ها

- تأمین انرژی بدن: گوارش غذا
- تأمین انرژی حمل‌ونقل یا گرم کردن محیط: سوختن سوخت‌ها
- واکنش‌دهنده و تأمین‌کننده انرژی استخراج آهن: زغال کک

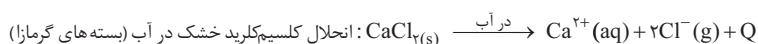
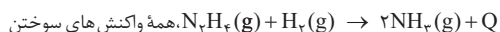
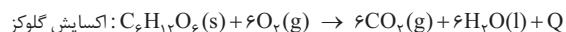
● سطح انرژی مواد با پایداری آن‌ها رابطه عکس دارد:

← در واکنش‌های گرماگیر: واکنش‌دهنده‌ها پایدارتر از فرآورده‌ها هستند: مثال:

$$\frac{1}{\text{سطح انرژی}} \propto \text{پایداری}$$



← در واکنش‌های گرماده، فرآورده‌ها پایدارتر از واکنش‌دهنده‌ها هستند: مثال:





● با وجود تولید انرژی در واکنش اکسایش گلوکز، دمای بدن تغییر محسوس نمی‌کند.

هر ماده‌ای دو نوع انرژی دارد:

۱) انرژی گرمایی ← مجموع انرژی جنبشی ذره‌ها

۲) انرژی پتانسیل ← انرژی ناشی از نیروهای نگهدارنده ذره‌های سازنده ماده (انرژی نهفته) مثل پیوندهای شیمیایی.

انجام واکنش شیمیایی ← شکسته شدن پیوندهای اولیه ← تشکیل پیوندهای جدید ← تفاوت انرژی پتانسیل مواد ← مبادله گرما

«گرما مبادله شده در واکنش‌های شیمیایی به طور عمده وابسته به تفاوت انرژی پتانسیل مواد واکنش دهنده و فراورده است.»

«گرما مبادله شده در دمای ثابت، ناشی از تفاوت انرژی گرمایی در مواد واکنش دهنده و فراورده نیست.»

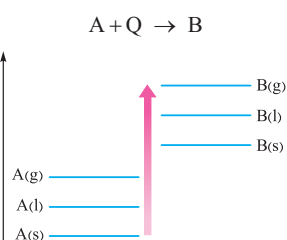
– گرمای واکنش در دما و فشار ثابت به سه عامل وابسته است: –

۱) نوع مواد واکنش دهنده و فراورده

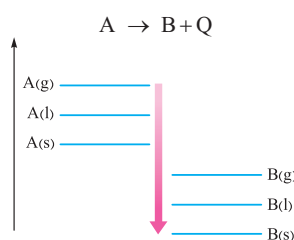
تغییر نوع ماده ← تفاوت انرژی پتانسیل ماده ← تغییر گرمای واکنش

۲) حالت فیزیکی مواد واکنش دهنده و فراورده

مقایسه سطح انرژی: جامد > مایع > گاز



در فرایندهای گرماگیر، هر چه سطح انرژی واکنش دهنده‌ها پایین‌تر و سطح انرژی فراورده‌ها بالاتر باشد، گرمای مصرف شده، بیشتر می‌شود.



در فرایندهای گرماده، هر چه سطح انرژی واکنش دهنده‌ها بالاتر و سطح انرژی فراورده‌ها پایین‌تر باشد، گرمای آزاد شده، بیشتر می‌شود.

نکته

تفاوت سطح انرژی یک ماده در حالت‌های مایع و گاز، بیشتر از تفاوت سطح انرژی حالت‌های جامد و مایع آن است.

← راحت‌ترین راه برای حل تست‌های مقایسه‌ای، رسم نمودار سطح انرژی مواد است.

● بررسی مقایسه گرما صرفاً مقدار عددی گرما مهم است، نه علامت آن!

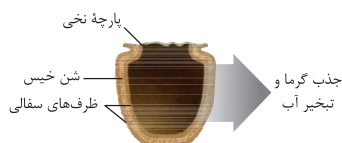
۳) مقدار مواد واکنش دهنده‌ها

ترکیب استوکیومتری و گرمای واکنش

مثلاً گرمای حاصل از سوختن ۴ گرم متان برابر است با:

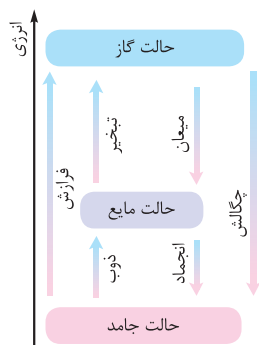


$$4 \text{ g CH}_4 \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{16 \text{ g CH}_4} \times \frac{-890 \text{ kJ}}{1 \text{ mol CH}_4} = -222.5 \text{ kJ}$$



یخچال صحرائی ← دو ظرف سفالی، فضای بینشان شن خیس، درپوش نخی
خنک شدن غذا بدون انرژی الکتریکی

عملکرد: جذب گرما از فضای درونی ظرف برای تبخیر آب

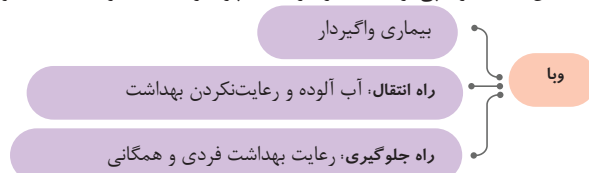


● تغییر حالت فیزیکی مواد خالص با تغییر انرژی همراه است.



بهداشت

- شوینده‌ها براساس خواص اسیدی و بازی عمل می‌کنند.
- یکی از دلایل اسکان انسان در کنار رود و رودخانه: دسترسی به آب
- حفاری‌های باستان از شهر بابل نشان می‌دهد که چند هزار سال پیش از میلاد، انسان‌ها به همراه آب از موادی شبیه به صابون‌های امروزی برای نظافت و پاکیزگی استفاده می‌کردند.
- نیاکان ما به تجربه پی بردند که اگر ظرف‌های چرب را به خاکستر آغشته کنند و سپس با آب گرم شست‌وشو دهند، آسان‌تر تمیز می‌شوند.

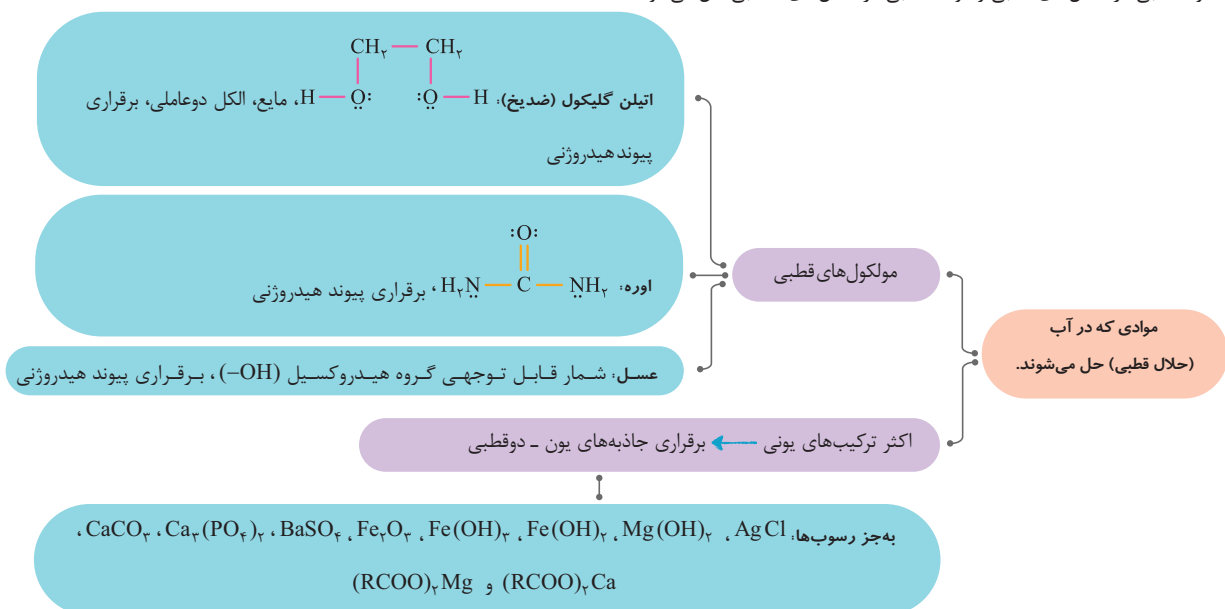


– شاخص امید به زندگی –

- نشان می‌دهد با توجه به خطراتی که انسان‌ها در طول زندگی با آن مواجه هستند، به طور میانگین چند سال در این جهان زندگی می‌کنند.
- ← با گذشت زمان، بیشتر شده است.
 - ← در کشورهای گوناگون و حتی در شهرهای یک کشور تفاوت دارد.
 - ← در مناطق توسعه‌یافته و برخوردار در مقایسه با کم‌برخوردار بیشتر است.
 - ← شیب افزایش آن در مناطق کم‌برخوردار بیشتر از مناطق برخوردار است.
 - ← با گذشت زمان، میانگین امید به زندگی جهانی به نواحی برخوردار نزدیک‌تر شده است.

پاکیزگی محیط با مولکول‌ها

- آلاینده‌ها موادی هستند که بیش از مقدار طبیعی در یک محیط، نمونه ماده یا یک جسم وجود دارند.
- اگر ذره‌های سازنده حل‌شونده با مولکول‌های حلال جاذبه‌های مناسب برقرار کنند، حل‌شونده در حلال حل می‌شود.
- ← در غیر این صورت ذره‌های حل‌شونده کنار هم باقی می‌مانند و در حلال پخش نمی‌شوند.
- مواد قطبی در حلال‌های قطبی و مواد ناقطبی در حلال‌های ناقطبی حل می‌شوند.

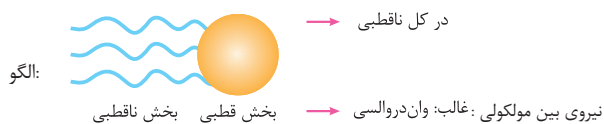


$$\begin{array}{c} \text{CH}_\gamma - \text{O} - \text{C}(=\text{O}) - \text{R} \\ | \\ \text{CH} - \text{O} - \text{C}(=\text{O}) - \text{R} \\ | \\ \text{CH}_\nu - \text{O} - \text{C}(=\text{O}) - \text{R} \end{array}$$

مدل فضا پرکن:

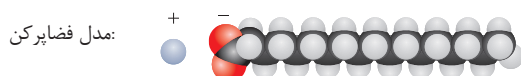
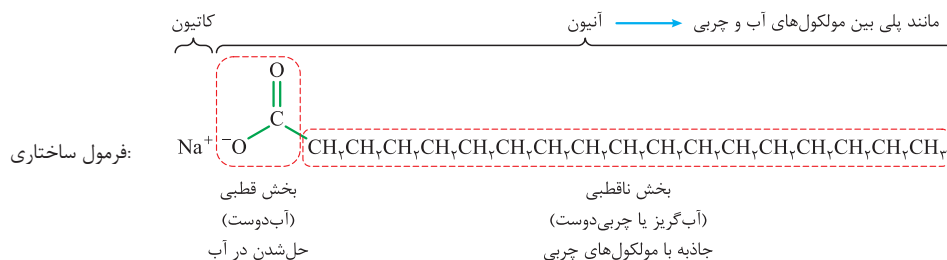


۷۲



صابون -

به نمک اسیدهای چرب، صابون می گویند.

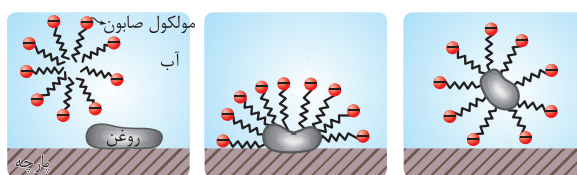


1. صابون جامد را می توان نمک سدیم اسید چرب دانست.

2. صابون جامد را از گرم کردن مخلوط روغن های گوناگون یا چربی مانند روغن زیتون، نارگیل و پیه با سدیم هیدروکسید تهیه می کنند.

3. صابون های مایع، نمک پتاسیم یا آمونیوم اسیدهای چرب هستند.

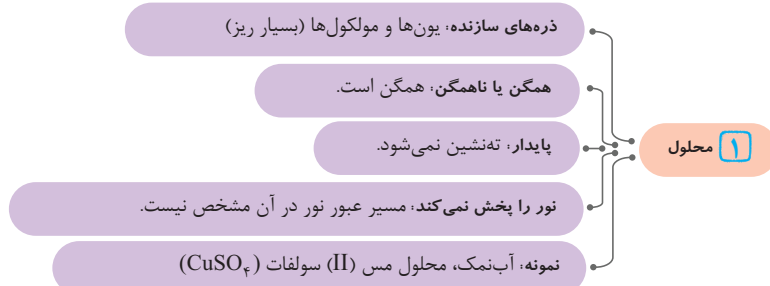
4. صابون ماده ای است که هم در آب و هم در چربی پخش می شود.



مراحل پاک شدن یک لکه چربی یا روغنی با صابون

پیوند با زندگی (انواع مخلوطها)

در این جا، سه دسته از مخلوطها را بررسی می کنیم:





۲ سوسپانسیون

- ذره‌های سازنده: ذره‌های ریز ماده (بزرگ)
- همگن یا ناهمگن، ناهمگن است.
- ناپایدار: ته‌نشین می‌شوند.
- نور را پخش می‌کند: مسیر عبور نور در آن مشخص است. به دلیل درشت‌بودن ذره‌ها.
- نمونه: شربت معده، شربت خاکشیر

۳ کلئوئید

- ذره‌های سازنده: توده‌های مولکولی با اندازه‌های متفاوت (بین محلول و سوسپانسیون).
- همگن یا ناهمگن، ناهمگن، البته به ظاهر همگن ← شبیه سوسپانسیون
- پایدار، ته‌نشین نمی‌شود ← شبیه محلول
- نور را پخش می‌کند: مسیر عبور نور در آن مشخص است. به دلیل درشت‌بودن ذره‌ها ← شبیه سوسپانسیون
- نمونه: مخلوط آب و روغن و صابون، شیر، ژله، سس مایونز، رنگ

● رفتار کلئوئیدها را می‌توان رفتاری بین سوسپانسیون‌ها و محلول‌ها در نظر گرفت.

قدرت پاک‌کنندگی صابون‌ها

قدرت پاک‌کنندگی صابون به ۵ عامل بستگی دارد.

- ۱ مقدار صابون: هر چه بیشتر، قدرت پاک‌کنندگی بیشتر
 - ۲ نوع صابون: صابون آنزیم‌دار، قدرت پاک‌کنندگی بیشتر
 - ۳ دما: هر چه بیشتر، قدرت پاک‌کنندگی بیشتر
 - ۴ نوع پارچه: قدرت پاک‌کنندگی لکه‌ها از روی پارچه نخی نسبت به پارچه‌های پلی‌استری بیشتر ← میزان چسبندگی لکه‌های چربی روی پارچه پلی‌استری بیشتر است.
 - ۵ نوع آب: در آب سخت، قدرت پاک‌کنندگی صابون کم‌تر است.
- ← آب سخت، مقادیر چشم‌گیری از یون‌های کلسیم (Ca^{2+}) و منیزیم (Mg^{2+}) دارد؛ مثل آب دریا و مناطق کویری (شور).
- ← صابون در این آب‌ها به خوبی کف نمی‌کند.
- ← صابون با یون‌های موجود در آب سخت رسوب تشکیل می‌دهد.



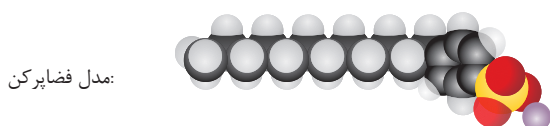
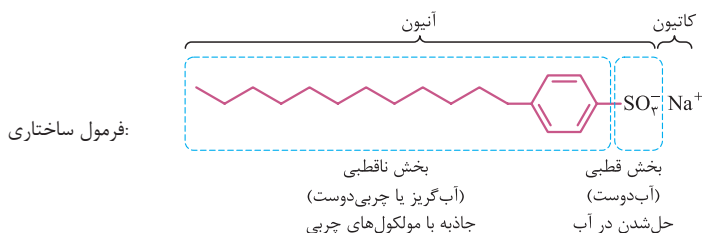
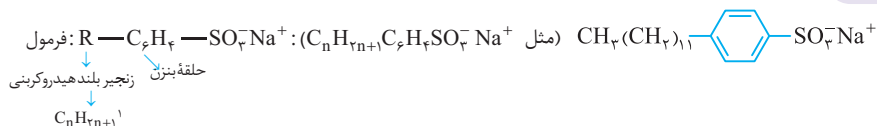
← لکه‌های سفیدی که پس از شستن لباس با صابون روی آن‌ها بر جای می‌ماند، نشانه‌ای از تشکیل چنین رسوب‌هایی است.

در جست‌وجوی پاک‌کننده‌های جدید

مشکلات صابون

- افزایش جهانی تقاضای صابون و در دسترس‌نبودن چربی به اندازه کافی برای تولید انبوه صابون
- به خوبی عمل‌نکردن صابون در سفرهای دریایی و صناعی که با آب شور کار می‌کنند.

پاک‌کننده‌های غیرصابونی -



- ساخته شده از بنزن و دیگر مواد اولیه در صنایع پتروشیمی
- ساختاری شبیه صابون، با قدرت پاک‌کنندگی بیشتر
- در آب سخت نیز خاصیت پاک‌کنندگی خود را حفظ می‌کنند، زیرا با یون‌های موجود در این آب‌ها رسوب نمی‌دهند.

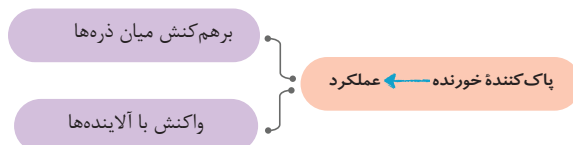
پیوند با صنعت

صابون طبیعی: تهیه شده از پیه گوسفند و سود سوزآور
 صابون مراغه
 افزودنی شیمیایی ندارد و به دلیل خاصیت بازی مناسب برای موهای چرب استفاده می‌شود.

- از نوعی صابون سنتی در تنور نان سنگک برای چرب کردن سطح سنگ‌ها استفاده می‌شود.
- صابون گوگرددار: مناسب برای از بین بردن جوش صورت و قارچ‌های پوستی
- صابون کلردار: خاصیت ضد عفونی کننده و میکروب کش.
- مواد شوینده با نمک‌های فسفات: افزایش قدرت پاک‌کنندگی — نمک‌های فسفات با یون‌های کلسیم و منیزیم موجود در آب‌های سخت واکنش می‌دهند و از تشکیل رسوب و ایجاد لکه صابون جلوگیری می‌کنند.
- هر چه شوینده‌ای مواد شیمیایی بیشتری داشته باشد، احتمال ایجاد عوارض جانبی آن بیشتر خواهد بود.

پاک‌کننده‌های خورنده -

- صابون و پاک‌کننده غیرصابونی — عملکرد: برهم‌کنش میان ذره‌ها



۱- در صورتی که R، سیر نشده باشد، به ازای هر پیوند دوگانه یا حلقه، ۲ اتم هیدروژن و به ازای هر پیوند سه‌گانه، ۴ اتم هیدروژن از آلکیل هم‌کربن کم‌تر خواهد شد.



● رسوب تشکیل شده بر روی دیوارهٔ کتری، لوله‌ها، آب‌راه‌ها و دیگ‌های بخار با صابون و پاک‌کننده‌های غیرصابونی زدوده نمی‌شوند.

← پاک‌کننده‌های خورنده با این رسوب‌ها واکنش می‌دهند. فراورده‌های آن‌ها با آب شسته می‌شوند.

← از نظر شیمیایی فعال‌اند و خاصیت خوردگی دارند؛ به همین دلیل نباید با پوست تماس داشته باشند.

← مثل هیدروکلریک‌اسید (جوهرنمک) (HCl)، سدیم‌هیدروکسید (سود سوزآور) و سفیدکننده‌ها.

● نوعی پاک‌کننده که به شکل پودر عرضه می‌شود، شامل مخلوط سدیم‌هیدروکسید و پودر آلومینیم است.

← برای بازکردن مجاری مسدودشده در برخی وسایل و دستگاه‌های صنعتی استفاده می‌شود.



← پودربودن باعث افزایش سطح تماس و افزایش سرعت واکنش می‌شود.

← رسوب و چربی‌های جمع‌شده، با انجام واکنش به فراورده‌هایی تبدیل می‌شوند که با آب شسته می‌شود.

← واکنش گرماده است ($\Delta H < 0$) و با افزایش دما سرعت واکنش افزایش یافته و قدرت پاک‌کنندگی افزایش می‌یابد. همچنین، گرمای آزادشده می‌تواند سبب ذوب‌شدن چربی‌ها شود.

← گاز هیدروژن تولیدشده ($\text{H}_2(\text{g})$)، به رسوب‌ها ضربه وارد می‌کند و قدرت پاک‌کنندگی افزایش می‌یابد.

اسیدی یا بازی بودن برخی پاک‌کننده‌ها با تغییر رنگ کاغذ pH



سرکه سفید (اسیدی)



صابون (بازی)



محلول سود (بازی‌تر)



محلول جوهرنمک (اسیدی‌تر)

● به طور کلی، کاغذ pH در محلول‌های اسیدی به رنگ سرخ و در محلول‌های بازی، به رنگ آبی درمی‌آید.