

مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

سال تحصیلی ۱۴۰۴-۰۵



مرحله یازدهم

پایه دوازدهم

نام درس	مباحث	مؤلف	ویرواستار	از صفحه	تا صفحه
حسابان و ریاضیات پایه	حسابان یازدهم: فصل ۱ (درس ۵) صفحه ۲۹ تا ۳۶ حسابان دوازدهم: فصل ۴ (درس ۱ و ۲ تا ابتدای مشتق توابع مثلثاتی)، صفحه ۷۱ تا ۹۵	علی شهرابی	ابوالفضل ناصری احمد رضا رسولی سینا نیک‌نژاد	۲	۸
هندسه	هندسه یازدهم: فصل ۱، صفحه ۹ تا ۳۰ هندسه دوازدهم: فصل ۲ (درس ۳) صفحه ۴۷ تا ۶۰	علیرضا نصراللهی	بردیا نصیری شقایق راهبریان محسن فراهانی سینا نیک‌نژاد	۸	۱۳
آمار و احتمال و ریاضیات گسسته	ریاضیات گسسته: فصل ۲ (درس ۲ تا ابتدای معرفی یک نماد) صفحه ۴۳ تا ۴۷	سروش موئینی	مهدی خوشنویس سینا نیک‌نژاد	۱۳	۱۴
فیزیک	فیزیک یازدهم: فصل ۱ (تا ابتدای خازن) صفحه ۱ تا ۳۲ فیزیک دوازدهم: فصل ۳ صفحه ۶۱ تا ۸۸	نوید شاهی داوود پاشا	امین امینی نرجس تیمناک ماهان فنی‌فر علی حسن‌زاده	۱۵	۲۹
شیمی	شیمی یازدهم: فصل ۱ (تا ابتدای نفت هیدرهای شکفت‌انگیز) صفحه ۱ تا ۲۹ شیمی دوازدهم: فصل ۳ (تا ابتدای هنرنمایی شاره (سیال)های مولکولی و یونی برای تولید برق) صفحه ۶۷ تا ۷۷	عباس سرمایه معصومه سعیدی سروش عبادی	یاسر راش مرضیه قاسمی مهدی سلطانی مهدی محمدی	۲۹	۴۴

ویژه کنکوری‌های ۱۴۰۵





حسابان و ریاضیات پایه

مشتق

۱) تعریف حد مشتق:

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

۲) جدهای به فرم $\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(a+nh) - f(a+mh)}{kh \pm ph^2}$ ، به ضربی از $f'(a)$ تبدیل می شوند:

$$\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(a+2h) - f(a-h)}{2h-h^2} = \frac{2-(-1)}{2} \times f'(\Delta) = \frac{3}{2} f'(\Delta)$$

حذف

مثال

۳) معادله خط مماس بر f در نقطه $x = a$:

نقطه	شیب خط مماس	معادله خط مماس
$(a, f(a))$	$f'(a)$	$y - f(a) = f'(a)(x - a)$

مثال

معادله خط مماس بر منحنی $f(x) = x^2 - x^3$ در $x = 2$:

● $f(2) = 8 - 8 = 0$ → نقطه $(2, 0)$

● $f'(x) = 2x^2 - 3x^2 \Rightarrow f'(2) = 8 - 12 = -4 \Rightarrow m_{\text{مماس}} = -4$

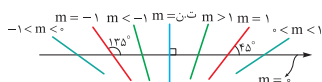
● معادله مماس: $y - y_0 = m(x - x_0) \Rightarrow y - 0 = -4(x - 2) \Rightarrow y = -4x + 8$

۴)

اگر خط $g(x) = mx + h$ در نقطه‌ای به طول a بر منحنی $f(x)$ مماس می باشد، آن گاه دوتا تساوی مهم داریم:

۱	خط و منحنی در نقطه $x = a$ مشترک اند.	$f(a) = g(a)$
۲	شیب خط با مشتق f برابر است.	$f'(a) = m$

۵) مقایسه شیب خطها:



۶) مشتق راست و چپ:

تعریف اول	تعریف دوم	
$f'_+(a) = \lim_{x \rightarrow a^+} \frac{f(x) - f(a)}{x - a}$	$f'_+(a) = \lim_{h \rightarrow 0^+} \frac{f(a+h) - f(a)}{h}$	مشتق راست
$f'_-(a) = \lim_{x \rightarrow a^-} \frac{f(x) - f(a)}{x - a}$	$f'_-(a) = \lim_{h \rightarrow 0^-} \frac{f(a+h) - f(a)}{h}$	مشتق چپ

۷) مشتق توابع قدرمطلق و برکتی:

قدرمطلق	برکتی
عبارت داخل قدرمطلق را با توجه به علامتش از قدرمطلق خارج می کنیم. بعد مشتق می گیریم. مثال: اگر $f(x) = x^2 - 9 $ باشد، حاصل $f'_-(3)$ ؟ $-6 \xrightarrow{x=3} -2x \xrightarrow{} -6$ ضابطه f بدون قدرمطلق در 3^-	مثال: اگر $f(x) = [2x]x^2$ باشد، حاصل $f'_+(3)$ ؟ $36 \xrightarrow{x=3} 12x \xrightarrow{} 36$ ضابطه f بدون براکت در 3^+
مقدار عددی عبارت برکتی را به جایش قرار می دهیم و بعد مشتق می گیریم. البته در برکتی ها حواستان باید به پیوستگی باشد.	مثال: اگر $f(x) = [2x]x^2$ باشد، حاصل $f'_-(3)$ چون f در $x = 3$ پیوستگی چپ ندارد، پس مشتق چپ ندارد.



مرورنامه آزمون آزمایشی خیال سبز

حسابان

۸ نقاط مشتق ناپذیری

اسم نقطه	توضیح	کجا داریم؟	مثال نموداری
نقاط ناپیوستگی	هر نقطه‌ای که تابع در آن ناپیوسته باشد، قطعاً مشتق ناپذیر هم است.	- ریشه‌های مخرج - نقاط صحیح داخل براکت - مرز توابع چندضابطه‌ای	
گوشه	اولاً در آن پیوسته است. ثانیاً «مشتق‌های چپ و راست دو عدد نابرابرند.» یا «مشتق یک طرف عدد و طرف دیگری بی‌نهایت است.»	- ریشه‌های ساده‌تر قدرمطلق - مرز توابع چندضابطه‌ای	
عطف قائم	مشتق‌های دو طرف، بی‌نهایت‌های هم‌علامت هستند.	عامل صفرشونده داخل رادیکال	
بازگشتی	مشتق‌های دو طرف بی‌نهایت‌های ناهم‌علامت هستند.		

۹ نقطه گوشه

معروف‌ترین نقاط گوشه	(۱) ریشه‌های ساده داخل قدرمطلق. مثلاً در تابع $y = x^2 - 9 + x$، $x = 0$ و $x = \pm 3$ گوشه هستند. (۲) نقاط مرزی دامنه در توابع چندضابطه‌ای که تابع در آن‌ها پیوسته است، ولی f'_+ و f'_- برابر نیستند. مثال، $f(x) = \begin{cases} x^2 & x \geq 2 \\ x+2 & x < 2 \end{cases}$ در $x=2$ پیوسته است و $f'_+(2) = 4$ و $f'_-(2) = 1$
شیب نیم‌ماس‌ها	شیب نیم‌ماس چپ: همان مشتق چپ یا $f'_-(a)$ است. شیب نیم‌ماس راست: همان مشتق راست یا $f'_+(a)$ است.
معادله نیم‌ماس‌ها	نیم‌ماس چپ: $f - f(a) = f'_-(a)(x - a)$ نیم‌ماس راست: $y - f(a) = f'_+(a)(x - a)$
تأنازات زاویه بین نیم‌ماس‌ها	مشتق چپ و مشتق راست $\tan \theta = \left \frac{m_1 - m_2}{1 + m_1 m_2} \right $

۱۰ مشتق‌پذیری در مرز توابع چندضابطه‌ای، اگر تابع $f(x) = \begin{cases} g(x) & x \geq a \\ h(x) & x < a \end{cases}$ در $x=a$ مشتق‌پذیر باشد، باید دو شرط زیر را داشته باشد:

۱	در $x=a$ پیوسته باشد.	$g(a) = h(a)$
۲	مشتق راست و چپ در $x=a$ برابر باشد.	$g'(a) = h'(a)$

مثال اگر $f(x) = \begin{cases} ax + 4 & x \geq 2 \\ x^2 + b & x < 2 \end{cases}$ در $x=2$ مشتق‌پذیر باشد، مقادیر a و b ؟

پاسخ (۱) باید f در $x=2$ پیوسته باشد:

$$\underbrace{2a + 4}_{\text{حد چپ}} = \underbrace{2^2 + b}_{\text{حد راست}} \Rightarrow 2a - b = 4$$

$$\underbrace{a = 3x^2}_{\text{مشتق مشتق}} \xrightarrow{x=2} a = 12$$

چپ راست

(۲) باید مشتق راست و چپ در $x=2$ برابر باشند:
پس $b = 20$ و $a = 12$ است.

۱۱ مشتق‌پذیری در بازه

بازه	شرط مشتق‌پذیری
۱ (a, b)	f در تمام نقاط بازه (a, b) مشتق‌پذیر است.
۲ $[a, b]$	f در تمام نقاط بازه (a, b) مشتق‌پذیر باشد. f در $x=a$ مشتق راست داشته باشد.



بازه	شرط مشتق پذیری
۳	f در تمام نقاط بازه (a, b) مشتق پذیر باشد. f در $x = b$ مشتق چپ داشته باشد.
۴	f در تمام نقاط بازه (a, b) مشتق پذیر باشد. f در $x = a$ مشتق راست داشته باشد. f در $x = b$ مشتق چپ داشته باشد.

۱۲ اگر $g(x)$ در $x = a$ مشتق پذیر باشد، باید $g(x)$ عامل $x - a$ داشته باشد.

۱۳ اگر $g(x)$ در $x = a \in \mathbb{Z}$ مشتق پذیر باشد، باید $g(x)$ عامل $(x - a)^2$ داشته باشد.

مثلاً اگر $f(x) = [x - 3](x^2 + bx + c)$ در $x = 3$ مشتق پذیر باشد، باید $x^2 + bx + c$ برابر با $(x - 3)^2$ باشد.

۱۴ دامنه تابع مشتق، نقاطی که f در آن‌ها مشتق پذیر است را دامنه مشتق f' می‌گوییم و با $D_{f'}$ نشان می‌دهیم.

مثلاً در تابع $f(x) = |x^2 - 4|$ که نقاط $x = \pm 2$ گوشه هستند (f' موجود نیست)، دامنه تابع مشتق به صورت $D_{f'} = \mathbb{R} - \{\pm 2\}$ است.

۱۵ مماس‌های افقی و قائم:

مماس افقی	مماس قائم	مشتق
$y' = 0$	$y' = \pm \infty$	
انواع شکل	انواع شکل	
مشتق صفر است و علامتش تغییر می‌کند.	مشتق دو طرف $+\infty$ یا $-\infty$ است و تغییر علامت نمی‌دهد.	مشتق یک طرف $+\infty$ و طرف دیگر $-\infty$ است.
$y = f(a)$	$x = a$	
مثال	مثال	

تابع مشتق

۱ روابط مهم مشتق‌گیری:

عبارت	مشتق	مثال
عدد	صفر	$\Delta \rightarrow 0$
x^n	nx^{n-1}	$x^5 \rightarrow 5x^4$
$(x^r - x^s)^t$	$n(x^r - x^s)^{n-1} \times (rx^{r-1} - sx^{s-1})$	$(x^3 - x^2)^6 \rightarrow 6(x^3 - x^2)^5 \times (3x^2 - 2x)$
$\sqrt{x}$	$\frac{1}{2\sqrt{x}}$	$\sqrt{3x+5} \rightarrow \frac{3}{2\sqrt{3x+5}}$
$\sqrt[n]{x}$	$\frac{1}{n\sqrt[n]{x^{n-1}}}$	$\sqrt[3]{x^2+x} \rightarrow \frac{2x+1}{3\sqrt[3]{(x^2+x)^2}}$
$\frac{ax+b}{cx+d}$	$\frac{ad-bc}{(cx+d)^2}$	$\frac{2x-3}{5x+1} \rightarrow \frac{(2)(1) - (-2)(5)}{(5x+1)^2} = \frac{12}{(5x+1)^2}$
$\frac{a \cdot \square + b}{c \cdot \square + d}$	$\frac{ad-bc}{(c \cdot \square + d)^2} \times \square'$	$\frac{2x^2-3}{5x^2+1} \rightarrow \frac{12}{(5x^2+1)^2} \times 2x$



مرورنامه آزمون آزمایشی خیل سبز

حسابان

$$(\sqrt[n]{u^m})' = \frac{m}{n} u^{\frac{m}{n}-1} \cdot u'$$

۲ برای مشتق‌گیری از عباراتی مثل $\sqrt[n]{u^m}$ ، ابتدا آن‌ها را به شکل $u^{\frac{m}{n}}$ می‌نویسیم و بعد مشتق می‌گیریم:

۳ قواعد مشتق‌گیری:

رابطه	مثال
ضرب عددی $a \cdot \text{---} \rightarrow a \cdot \text{---}'$	$\Delta x^2 \xrightarrow{'} \Delta(2x^2) = 2\Delta x^2$
جمع و تفریق $f \pm g \xrightarrow{'} f' \pm g'$	$4x^2 - \sqrt{x} \xrightarrow{'} 2\Delta x^2 - \frac{1}{2\sqrt{x}}$
ضرب $f \cdot g \xrightarrow{'} f' \cdot g + f \cdot g'$	$x^2(\sqrt{x}+1) \xrightarrow{'} 2x(\sqrt{x}+1) + x^2(\frac{1}{2\sqrt{x}})$
تقسیم $\frac{f}{g} \xrightarrow{'} \frac{f' \cdot g - f \cdot g'}{g^2}$	$\frac{x+4}{2x^2-1} \xrightarrow{'} \frac{1(2x^2-1) - (x+4)(4x)}{(2x^2-1)^2}$
ترکیب $f(\text{---}) \xrightarrow{'} f'(\text{---}) \cdot \text{---}'$	$f(x^2+2x-3) \xrightarrow{'} (2x+2) \cdot f'(x^2+2x-3)$

۴ هر وقت عبارتی دیدید که مشتق گرفتن از آن کمی سخت به نظر می‌رسید، احتمالاً یکی از دو حالت زیر است:

۱	مشتق عامل صفرکننده اگر $f(x) = g(x) \cdot h(x)$ و $g(a) = 0$ باشد، آن وقت برای محاسبه $f'(a)$ ، فقط از $g(x)$ عامل صفرکننده مشتق می‌گیریم و به $h(x)$ دست نمی‌زنیم. مثال: اگر $f(x) = (x^2 - x - 6)\sqrt{x^2 + 11}$ باشد، مقدار $f'(2)$ ؟ $(x^2 - x - 6) \cdot \sqrt{x^2 + 11} \xrightarrow{\text{مشتق}} (2x - 1)\sqrt{x^2 + 11} \xrightarrow{x=2} f'(2) = 11 \times 2 = 22$ ع.ص.ک خودش
۲	اول ساده کنید، بعد مشتق بگیرید. مثال: اگر $f(x) = \frac{x - 3\sqrt{x^2} + 2\sqrt{x} - 1}{\sqrt{x^2} - 2\sqrt{x} + 1}$ باشد، مقدار $f'(-1)$ ؟ $f(x) = \frac{(\sqrt{x}-1)^2}{(\sqrt{x}-1)^2} = \sqrt{x} - 1 \Rightarrow f'(x) = \frac{1}{2\sqrt{x}} \Rightarrow f'(-1) = \frac{1}{2}$

۵ مشتق مرتبه دوم: مشتق دوم تابع $f(x)$ در $x = a$ را با $f''(a)$ نشان می‌دهیم. برای محاسبه‌اش دوتا کار می‌توانیم انجام دهیم:

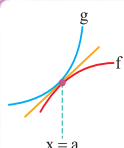
۱	مشتق‌گیری متوالی $f(x) \xrightarrow{\text{مشتق}} f'(x) \xrightarrow{\text{مشتق}} f''(x) \xrightarrow{\text{جای } a \text{ قرار می‌دهیم}} f''(a)$
۲	به کمک تعریف $f''(a) = \lim_{x \rightarrow a} \frac{f'(x) - f'(a)}{x - a} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f'(a+h) - f'(a)}{h}$

۶ عامل صفرکننده در مشتق دوم: برای محاسبه مشتق دوم تابع $f(x) = (x-a)^2 g(x)$ در $x = a$ ، فقط از $(x-a)^2$ دو بار مشتق می‌گیریم به $g(x)$ دست نمی‌زنیم.

۷ مماس مشترک: اگر دو تابع f و g در یک نقطه، خط مماس یکسان داشته باشند، می‌گوییم «بر هم مماس‌اند» یا «مماس مشترک دارند» در این صورت f و g باید دو شرط

زیر را داشته باشند:

۱	در $x = a$ مقدار f و g برابر باشد. $f(a) = g(a)$
۲	در $x = a$ شیب مماس‌ها (مشتق‌ها) برابر باشد. $f'(a) = g'(a)$



مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز



۸ مشتق تابع وارون، فرض کنید نقطه (a, b) روی تابع f است (پس نقطه (b, a) روی f^{-1} است). برای محاسبه مشتق f^{-1} در $x = b$ دوتا کار می‌توانیم انجام دهیم:

۱	وارون f را حساب می‌کنیم. بعد ارزش مشتق بگیریم و جای x هایش b قرار دهیم.
۲	مشتق f در $x = a$ و مشتق f^{-1} در $x = b$ که نقطه نظیرش است، وارون هم هستند، یعنی: $(f^{-1})'(b) = \frac{1}{f'(a)}$.

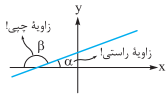
۹ آهنگ تغییرات:

۱	متوسط	آهنگ متوسط تغییر $f(x)$ در بازه $[a, b]$ برابر است با: $\frac{f(b) - f(a)}{b - a}$
۲	لحظه‌ای	آهنگ لحظه‌ای تغییر $f(x)$ در $x = a$ برابر است با: $f'(a)$

روش تحلیلی

$$\text{شیب} = \frac{\text{اختلاف } y \text{ ها}}{\text{اختلاف } x \text{ ها}} \Rightarrow m = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}$$

۱ شیب خط گذرنده از دو نقطه A و B :



۲ تنازات زاویه‌ای که خط با جهت مثبت محور x می‌سازد، همان شیب است: $m = \tan \alpha$

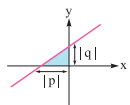
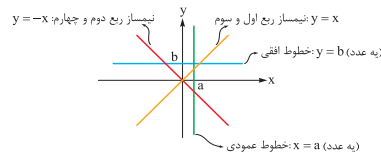
$$m_{AB} = m_{AC} = m_{BC}$$

۳ اگر سه نقطه A ، B و C روی یک خط (یا راستا یا امتداد) باشند، آن‌گاه:

۴ نوشتن معادله خط در چند حالت پرکاربرد:

$y - y_0 = m(x - x_0)$	معادله خط گذرنده از نقطه (x_0, y_0) با شیب m
$y = mx + h$	معادله خط با شیب m و عرض از مبدأ h
$\frac{x}{p} + \frac{y}{q} = 1$	معادله خط با طول از مبدأ p و عرض از مبدأ q

۵ معادله خطوط خاص:



$$S = \frac{\text{عرض از مبدأ} \times \text{طول از مبدأ}}{2} = \frac{|p \cdot q|}{2}$$

۶ مساحت مثلثی که هر خط با محورهای مختصات می‌سازد:

۷ برای به دست آوردن مختصات نقطه تقاطع دو خط، باید یک دستگاه دو معادله - دو مجهول حل کنیم.

۸ وضعیت دو خط نسبت به هم:

مثال	شرط	حالات دو خط نسبت به هم
$y = 3x + 4$ $y = 3x - 2$	$m_1 = m_2, h_1 \neq h_2$	موازی (غیرمنطبق)
$y = \frac{3}{4}x + 1$ $y = -\frac{4}{3}x + 2$	$m_1 = -\frac{1}{m_2}$ یا $m_1 m_2 = -1$	عمود
$y = x - 1$ $y = 3x + 4$	$m_1 \neq m_2$	مقاطع
$y = 2x + 5$ $2y = 4x + 10$	$m_1 = m_2, h_1 = h_2$	منطبق

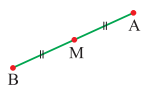
$$AB = \sqrt{(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2} = \sqrt{(\text{اختلاف } x \text{ ها})^2 + (\text{اختلاف } y \text{ ها})^2}$$

۹ فاصله دو نقطه A و B :



مرورنامه آزمون آزمایشی خیال سبز

حسابان

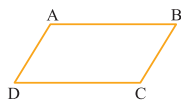


$$M = \left(\frac{x_A + x_B}{2}, \frac{y_A + y_B}{2} \right)$$

۱۵ نقطه وسط پاره خط AB:

۱۱ کاربردهای نقطه وسط یک پاره خط در سوالات:

مراحل محاسبه یا توضیح	شکل	
(۱) پیدا کردن مختصات M (۲) نوشتن معادله خط گذرنده از A و M		معادله میانه در مثلث
(۱) پیدا کردن مختصات M (۲) محاسبه طول پاره خط AM		طول میانه مثلث
(۱) پیدا کردن مختصات H (۲) محاسبه شیب $m_d = \frac{-1}{m_{AB}}$ (۳) نوشتن معادله خط d		معادله عمود منصف
B وسط A و A' است: $B = \frac{A + A'}{2} \Rightarrow A' = 2B - A$		قرینه نقطه A نسبت به نقطه B
(۱) معادله AH را می نویسیم (با داشتن نقطه A و شیب AH که قرینه و معکوس شیب d است). (۲) محاسبه H (با تقاطع AH و d) (۳) محاسبه A': $A' = 2H - A$		قرینه نقطه A نسبت به خط d



$$\begin{cases} x_A + x_C = x_B + x_D \\ y_A + y_C = y_B + y_D \end{cases} \xrightarrow{\text{خلاصه تر!}} A + C = B + D$$

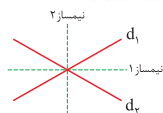
۱۲ رابطه بین رئوس متوازی الاضلاع:

۱۳ فاصله نقطه (x_0, y_0) از خط $ax + by + c = 0$:

۱۴ کاربردهای فاصله نقطه از خط در سوالات:

توضیح	شکل	مقدار قابل محاسبه
فاصله A تا خط $d = ax + by + c = 0$		ضلع مربع
فاصله A تا قطر = نصف قطر		قطر مربع
فاصله رأس A تا ضلع BC = طول ارتفاع AH		ارتفاع مثلث
فاصله مرکز تا خط مماس = شعاع		شعاع دایره

۱۵ معادله نیمسازهای دو خط $ax + by + c = 0$ و $a'x + b'y + c' = 0$:



$$\frac{|ax + by + c|}{\sqrt{a^2 + b^2}} = \frac{|a'x + b'y + c'|}{\sqrt{a'^2 + b'^2}}$$

$$\frac{|c - c'|}{\sqrt{a^2 + b^2}}$$

۱۶ فاصله دو خط موازی $ax + by + c = 0$ و $ax + by + c' = 0$:



۱۷ کاربردهای فاصله دو خط موازی در سوالات.

توضیح	شکل	مربع
فاصله d_1 تا d_2 = ضلع مربع		
فاصله d_1 تا d_2 = طول فاصله d_1 تا d_2 = عرض		مستطیل
فاصله دو خط مماس موازی = قطر		دایره

$$ax + by + \frac{c+c'}{2} = 0$$

۱۸ خطی که از دو خط موازی $ax + by + c = 0$ و $ax + by + c' = 0$ به یک فاصله است:

هندسه

پایه یازدهم

درس اول: مفاهیم اولیه و زاویه‌ها در دایره

۱ رابطه وتر و کمان در دایره:

حالت	وترهای برابر	شعاع عمود بر وتر	نامساوی در وترها	وترهای موازی	کوتاه‌ترین و بلندترین وتر گذرنده از نقطه دلخواه M
شکل					
ویژگی	$AB = CD \Leftrightarrow \widehat{AB} = \widehat{CD}$	$AH = BH$ $\widehat{AC} = \widehat{BC}$	$AB > CD \Leftrightarrow h_1 < h_2$	$AB \parallel CD \Leftrightarrow \widehat{AC} = \widehat{BD}$	AB: کوتاه‌ترین EF: بلندترین

۲ انواع زاویه در دایره:

نوع زاویه	مرکزی	محاقلی	ظلی	درونی	بیرونی
شکل					
رابطه	$\hat{O} = \widehat{AB}$	$\hat{M} = \frac{\widehat{AB}}{2}$	$\hat{M} = \frac{\widehat{MB}}{2}$	$\hat{M} = \frac{\widehat{AB} + \widehat{CD}}{2}$	$\hat{M} = \frac{\widehat{AB} - \widehat{CD}}{2}$

۳ روابط طولی در دایره:

شکل	دو وتر متقاطع درون دایره	امتداد دو وتر متقاطع بیرون دایره	یک قاطع و یک مماس
رابطه	$X = MA \times MB = MC \times MD$	$Y = MA \times MB = MC \times MD$	$Y = MA \times MB = MT^2$
برحسب فاصله از مرکز	$X = R^2 - OM^2$	$Y = OM^2 - R^2$	$Y = OM^2 - R^2$

۴ وضعیت دو دایره نسبت به هم (d فاصله بین مرکز دو دایره و R' و شعاع‌های دو دایره هستند).

وضع نسبی	شکل	شرط	تعداد مماس مشترک خارجی	تعداد مماس مشترک داخلی
متخارج		$d > R + R'$	۲	۲
مماس خارج		$d = R + R'$	۲	۱
مقاطع		$ R - R' < d < R + R'$	۲	۲
مماس داخلی		$d = R - R' $	۱	۰
متداخل		$d < R - R' $	۰	۰
هم‌مرکز		$d = 0$	۰	۰

۵ اندازه مماس مشترک و زاویه بین آن‌ها.

مماس مشترک داخلی	مماس مشترک خارجی
$TT' = \sqrt{d^2 - (R + R')^2}$	$TT' = \sqrt{d^2 - (R - R')^2}$
$\sin \theta = \frac{R + R'}{d}$	$\sin \theta = \frac{ R - R' }{d}$

۶ محیط و مساحت قطاع.

مساحت	محیط	شکل
$\frac{1}{2} R^2 \theta$	$R\theta + R\theta$ برحسب رادیان	

۷ دایره محیطی و محاطی مثلث، (P نصف محیط است).

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

نکته

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

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

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

مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

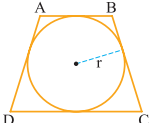


۸ چهارضلعی محیطی و محاطی

چهارضلعی محیطی	چهارضلعی محاطی	شکل
محل هم‌مرسی عمود منصف اضلاع	محل هم‌مرسی نیم‌سازهای داخلی	مرکز
$\hat{A} + \hat{C} = \hat{B} + \hat{D} = 180^\circ$	$AB + CD = AD + BC$	ویژگی

● حالت خاص، اگر یک دوزنقه متساوی‌الساقین محیطی باشد، آن‌گاه قطر دایره محاطی، واسطه هندسی بین دو قاعده است:

$$(rR)^2 = AB \times CD$$



● n ضلعی‌های منتظم

طول ضلع n ضلعی محاط در دایره	شکل	طول ضلع n ضلعی محیط بر دایره
$AB = rR \sin \theta$		$A'B' = rR \tan \theta$
	$\theta = \frac{180^\circ}{n}$	

نکته

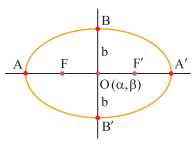
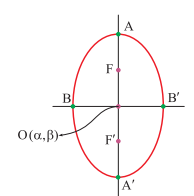
در شش‌ضلعی منتظم داریم (O نقطه‌ای دلخواه):

شش‌ضلعی منتظم	شکل	رابطه
$a + b + c = x + y + z$	$S_1 + S_2 + S_3 = S_4 + S_5 + S_6$	

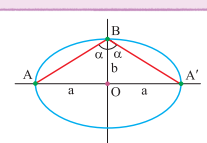
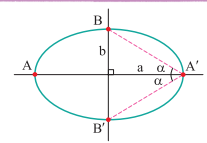
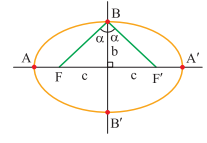
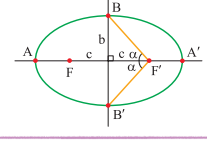
بیضی: مکان هندسی نقاطی که مجموع فاصله‌های آن‌ها از دو نقطه ثابت (کانون‌های بیضی) همواره ثابت است. ($2a$)

شکل	پارامترهای بیضی	موقعیت نقطه M
	قطر بزرگ $AA' = 2a$ و قطر کوچک $BB' = 2b$ فاصله کانونی $FF' = 2c$ و $a^2 = b^2 + c^2$ $MF + MF' = 2a$	M روی بیضی
	$MF + MF' > 2a$	M بیرون بیضی
	$MF + MF' < 2a$	M داخل بیضی

بیضی افقی و قائم

شکل	مختصات رأس‌های ناکانونی	مختصات رأس‌های کانونی	مختصات کانون‌ها	انواع بیضی
	$\beta(\alpha, \beta + b)$	$A(\alpha - a, \beta)$	$F(\alpha - c, \beta)$	بیضی افقی
	$\beta'(\alpha, \beta - b)$	$A'(\alpha + a, \beta)$	$F'(\alpha + c, \beta)$	
	$\beta(\alpha - b, \beta)$	$A(\alpha, \beta + a)$	$F(\alpha, \beta + c)$	بیضی قائم
	$\beta'(\alpha + b, \beta)$	$A'(\alpha, \beta - a)$	$F'(\alpha, \beta - c)$	

زاویهٔ رؤیت پاره‌خط‌های مهم در بیضی

شکل	رابطه	زاویهٔ رؤیت ...
	$\tan \alpha = \frac{a}{b} \Rightarrow \alpha$	دو سر قطر بزرگ از انتهای قطر کوچک
	$\tan \alpha = \frac{b}{a} \Rightarrow \alpha$	دو سر قطر کوچک از انتهای قطر بزرگ
	$\tan \alpha = \frac{c}{b} \Rightarrow \alpha$	دو سر کانون از انتهای قطر کوچک
	$\tan \alpha = \frac{b}{c} \Rightarrow \alpha$	دو سر قطر کوچک از کانون

خروج از مرکز

رابطه I	رابطه II	$e \Rightarrow 1$	$e \Rightarrow 0$
$e = \frac{c}{a}$	$e = \sqrt{1 - \left(\frac{b}{a}\right)^2}$	بیضی به پاره‌خط نزدیک‌تر می‌شود. $e = 1 \Rightarrow$ بیضی پاره‌خط	بیضی به شکل دایره نزدیک می‌شود. $e = 0 \Rightarrow$ بیضی دایره می‌شود.



خواص بیضی

خواص	رابطه	شکل
وتر عمود بر کانون	$MN = \frac{2b^2}{a}$	
خط مماس بر بیضی	$M_1 = M_2 = \alpha$	
خط مماس بر بیضی	$NF \parallel MF'$ و N نقطه‌ای دلخواه و $NF + MF' = 2a$	
بازتابدگی بیضی	اگر یک شعاع نورانی از یک کانون بیضی بگذرد و بر بدنه بیضی بتابد، شعاع بازتابش از کانون دیگر می‌گذرد.	

سهمی: مکان هندسی نقاطی که فاصله آن‌ها از یک خط (هادی) و یک نقطه (کانون سهمی) همواره برابر است.

انواع سهمی	معادله سهمی	مختصات کانون	معادله خط هادی	شکل
سهمی قائم	$(x - \alpha)^2 = 4a(y - \beta)$ $a > 0$	$F(\alpha, \beta + a)$	$\Delta: y = \beta - a$	
سهمی قائم	$(x - \alpha)^2 = 4a(y - \beta)$ $a < 0$	$F(\alpha, \beta + a)$	$\Delta: y = \beta - a$	
سهمی افقی	$(y - \beta)^2 = 4a(x - \alpha)$ $a > 0$	$F(\alpha + a, \beta)$	$\Delta: x = \alpha - a$	
سهمی افقی	$(y - \beta)^2 = 4a(x - \alpha)$ $a < 0$	$F(\alpha + a, \beta)$	$\Delta: x = \alpha - a$	

معادله گسترده سهمی

نوع سهمی	معادله	مختصات رأس سهمی	پارامتر سهمی
قائم	$Ax^2 + Bx + Cy + D = 0$	$x \text{ رأس سهمی} = \frac{-B}{2A}$ با جای‌گذاری x در معادله، y به دست می‌آید.	$a = \frac{-C}{4A}$



مرورنامه آزمون آزمایشی خیال سبز

هندسه

نوع سهمی	معادله	مختصات رأس سهمی	پارامتر سهمی
افقی	$Ay^2 + By + Cx + D = 0$	$y \text{ رأس سهمی} = \frac{-B}{2A}$ با جای گذاری y در معادله، x به دست می آید.	$a = \frac{-C}{4A}$

خواص و ویژگی های سهمی

ویژگی	رابطه	شکل
وتر کانونی سهمی	$MN = 4a $	
دیش مخابراتی	$a = \frac{(\text{قطر دهانه دیش})^2}{16(\text{عمق})} = \frac{D^2}{16h}$	
خط مماس بر سهمی	$\hat{A}_1 = \hat{A}_2 = \alpha$	
بازتابندگی سهمی	اگر شعاع نوری از کانون سهمی بگذرد و بر سهمی بتابد، شعاع بازتابش موازی محور سهمی خواهد بود و بالعکس.	

آمار و احتمال و ریاضیات گسسته

مفاهیم اولیه

رئوس مجاور	دو رأس که با یال مستقیم وصل شده اند.
همسایگی باز رأس	$N_G(v_i)$: مجموعه رئوس مجاور آن.
همسایگی بسته رأس	$N_G[v_i]$: مجموعه خود رأس و رئوس مجاور آن.
یال های مجاور	دو یال مشترک در یک رأس
$\bar{K}_p$ یا گراف تهی	گراف فاقد یال: $(E = \emptyset, q = 0)$
K_p گراف کامل	گراف دارای تمام یال های ممکن: $q = \binom{p}{2}$
درجه رأس (v_i)	تعداد یال هر رأس $(0 \leq \deg v(i) \leq p-1)$

p	مرتبه (تعداد رئوس) گراف
q	اندازه (تعداد یال) گراف
$V(G)$	مجموعه رئوس گراف G
$E(G)$	مجموعه یال های گراف G
$\deg v_i$	درجه رأس v_i
δ	مینیمم درجه رئوس
Δ	ماکزیمم درجه رئوس

گراف منتظم -

درجه تمام رئوس برابر مقدار مشترک r است. $(0 \leq r \leq p-1)$
اگر p فرد باشد، r حتماً زوج است.

گراف کامل: $r = p-1$ گراف تهی: $r = 0$

روابط: $\deg v_i = r = \delta = \Delta$ و $\Delta = p-1$ و $\delta = 0$ و $pr = p(p-1) = 2q$

گراف مکمل $(\bar{G})$ -

با همان رئوس G ، شامل یال هایی است که G ندارد. پس $E(G) \cup E(\bar{G}) = E(K_p)$.

روابط: $\deg_G v_i + \deg_{\bar{G}} v_i = p-1$ و $q_G + q_{\bar{G}} = \binom{p}{2}$

مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز



– روابط بین درجه رؤوس –

$\sum \deg v_i = 2q$; تعداد رؤوس فرد، زوج است؛ $\delta \leq \frac{2q}{p}$ (در حالت تساوی، گراف منتظم است).

مفهوم مسیر: از یک رأس شروع کرده و با عبور از یال‌ها به رأس دیگر برویم.

در مسیری به طول m از $m+1$ رأس نام می‌بریم. طول مسیر بین دو رأس متمایز حداقل ۱ و حداکثر $p-1$ است.

شمارش مسیر در گراف: با استفاده از شکل و بررسی تمام حالت‌ها، مسیر را می‌شماریم. (رأس و یال تکراری مجاز نیست).

شمارش مسیر در گراف کامل: در مسیری به طول m از $m+1$ رأس نام می‌بریم. بعد از تعیین رؤوس اول و آخر، حالت‌های سایر رأس‌ها را با اصل ضرب می‌نویسیم.

گراف مسیر ساده (P_n) : n رأس به دنبال هم $\bullet \cdots \bullet$ ، دو رأس درجه $\delta = 1$ و درجه سایر رؤوس $\delta = 2$. تعداد کل مسیرها به طول k ، برابر $n-k$ است.

مفهوم دور: مسیری که ابتدا و انتهایش یکی باشد، حداقل طول دور ۳ و حداکثر آن p است.

شمارش دورها: در شکل گراف دنباله مثلث، چهارضلعی، پروانه و ... می‌گردیم.

شکل‌های دور به طول ۵:



دور در گراف ۲ بخشی: فقط دور به طول زوج دارد. اگر کامل باشد، به تعداد $\binom{m}{2} \binom{n}{2}$ دور به طول ۴ دارد.

دور در گراف کامل: در K_p به تعداد $\binom{p}{2} \frac{(p-1)!}{2}$ دور به طول m داریم، $(3 \leq m \leq p)$.

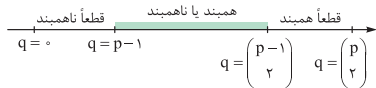
دور ساده (C_n) : n رأس در یک چندضلعی بی‌قطر، $\delta = 2$. در واقع همان گراف ۲-منتظم (تراسی است که در یک قسمت رسم شود).

گراف همبند: بین هر دو رأس آن حداقل یک مسیر هست.

شهودی: یک قسمت دارد.

قطعاً همبند: اگر هر یک از شرط‌های $\delta \geq \frac{p}{2}$ یا $q > \binom{p-1}{2}$ برقرار شود، گراف قطعاً همبند است. اگر مسیری به طول $p-1$ یا دور به طول p دیدیم هم قطعاً همبند است.

قطعاً ناهمبند: اگر $q < p-1$ باشد، قطعاً ناهمبند است.



مجموعه احاطه گر (D) : زیرمجموعه‌ای از رؤوس گراف، که با قراردادن پمپ بنزین یا عابربانک در آن‌ها، تمام رؤوس با حداکثر یک یال دسترسی پیدا کنند. هر رأس G یا در D هست یا با عضوی از D مجاور است.

مجموعه احاطه گر مینیمم: مجموعه احاطه‌گری که کمترین تعداد رأس را دارد.

عدد احاطه‌گری (γ) : حداقل تعداد رؤوس لازم برای احاطه‌شدن (ایجاد دسترسی برای همه)

مجموعه احاطه گر مینیمال: لزوماً کمترین تعداد عضو را ندارد، اما هیچ کدام از اعضایش برای این که مجموعه احاطه‌گر باقی بماند، قابل حذف نیست.

فرمول‌های محاسبه γ :

حالت کلی: $\left\lceil \frac{n}{\Delta+1} \right\rceil \leq \gamma \leq n-q$ مسیر ساده: $\gamma(P_n) = \left\lceil \frac{n}{3} \right\rceil$ دور ساده: $\gamma(C_n) = \left\lceil \frac{n}{3} \right\rceil$

گراف دارای رأس فول (رأسی که به تمام رؤوس دیگر متصل است): $\gamma = 1 \Leftrightarrow \Delta = p-1$

گراف تهی: $\gamma = p \Leftrightarrow q = 0$

گراف یک‌یالی: $\gamma = p-1 \Leftrightarrow q = 1$

– گراف پترسن –

گرافی ۳-منتظم از مرتبه ۱۰ یا ۱۵ یال.

$\gamma = 3$ ، دور به طول ۲، ۴، ۷ و ۱۰ ندارد.

– مسئله اولیر –

اگر بخواهیم در یک گراف از رأسی شروع کرده و از هر یال یک بار بگذریم و به همان رأس برگردیم، باید درجه تمام رأس‌ها زوج باشد.

– شرط‌های لازم برای درجه رؤوس –

در گرافی با هر رأس:

۱) حداکثر درجه ممکن $p-1$ است. ۲) اگر کتا درجه صفر داشته باشیم، حداکثر درجه $p-k-1$ است. ۳) اگر کتا درجه $p-1$ داشته باشیم، حداقل درجه از k کم‌تر نیست.



طول دور	۵	۶	۸	۹
تعداد دور	۱۲	۱۰	۱۵	۲۰

فیزیک

پایه یازدهم

فصل اول: بار الکتریکی

سری الکتریسته مالشی (تریبولکتریک)
انتهای مثبت سری
موی انسان
شیشه
پشم
پوست انسان
چوب
پارچه کتان
پلاستیک
لاستیک
انتهای منفی سری

روش‌های باردار کردن اجسام -

۱ مالش

به دلیل انتقال الکترون (نه پروتون) از یک جسم به جسم دیگر

مناسب نارساها

مواد نزدیک به انتهای مثبت ← انتقال ← مواد نزدیک به انتهای منفی الکترون

۲ القای الکتریکی

ایجاد بار خالص در یک رسانای خنثی بدون تماس

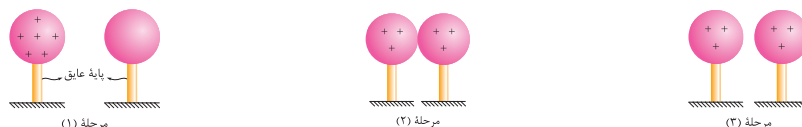


ایجاد بار خالص در جسم القا شده اتصال به زمین جسم القا شده در حضور جسم القا کننده نزدیک کردن جسم القا کننده به جسم القا شده (رسانا)

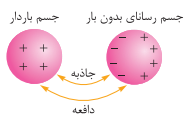
تذکر ابتدا باید اتصال به زمین قطع شود، سپس جسم القا کننده دور شود.

۳ تماس

ایجاد بار خالص در یک رسانای خنثی به کمک تماس با یک رسانای باردار



جسم باردار، جسم رسانای بدون بار را جذب می‌کند.

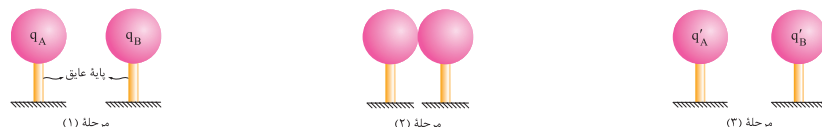


دو جسم یکدیگر را جذب می‌کنند → دافعه > جاذبه

دو اصل مهم برای بار الکتریکی -

اصل پایستگی بار

جمع جبری بارهای خالص دو (یا چند) جسم قبل از تماس با یکدیگر برابر با جمع جبری بارهای خالص آن‌ها بعد از تماس است.



$$q_A + q_B = q'_A + q'_B$$

تذکر اگر دو کره هم‌اندازه باشند بعد از تماس بارشان یکسان می‌شود.

اصل کوانتیده بودن بار

همواره بار الکتریکی یک جسم، مضرب صحیحی از بار الکتریکی پایه (e) است:

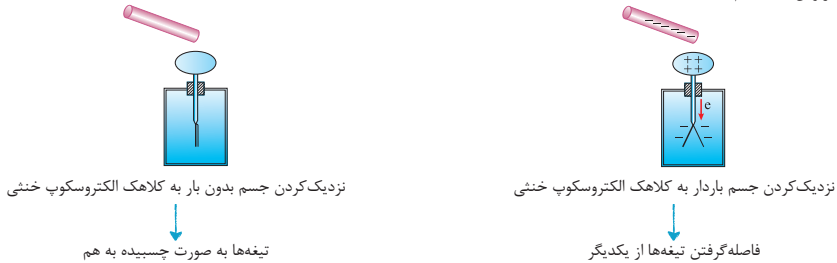
$$q = \pm ne, n = 0, 1, 2, \dots$$

مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

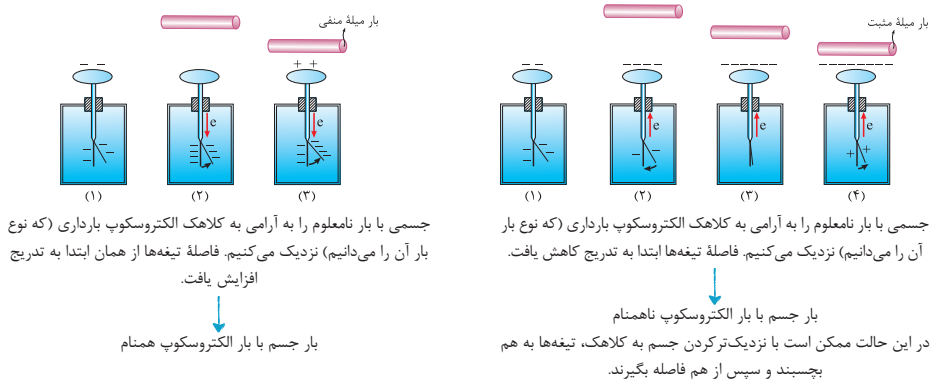


الکتروسکوپ و کاربردهای آن

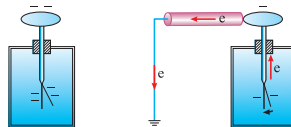
۱ تشخیص باردار بودن یک جسم



۲ تشخیص نوع بار جسم



۳ تشخیص رسانا و نارسانا بودن جسم



جسم خنثایی را از یک طرف به کلاهک الکتروسکوپ باردار تماس داده و از طرف دیگر به زمین متصل می‌کنیم.

کاهش جسم: رسانا
فاصله بین تیغه‌ها تغییر محسوسی نکرد جسم: نارسانا

نیروی الکتریکی

قانون کولن

فرمول:

اندازه بار q_1 بر حسب کولن (C) اندازه بار q_2 بر حسب کولن (C)

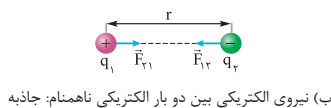
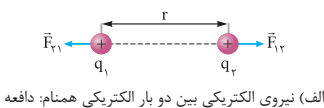
$$F = k \frac{|q_1| |q_2|}{r^2}$$

نیروی الکتریکی وارد بر هر بار از طرف بار دیگر بر حسب نیوتون (N)

فاصله بین دو بار بر حسب متر (m)

$$(k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$$

ثابت کولن



$$\begin{cases} \vec{F}_{12} = F_{12} \\ \vec{F}_{21} = -\vec{F}_{12} \end{cases}$$



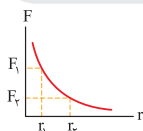
مرورنامه آزمون آزمایشی خیال سبز

فیزیک

● تکنیک محاسباتی ۹۰

برحسب میکروکولن (μC)
 $F = 9 \times 10^9 \frac{|q_1| |q_2|}{r^2}$
 برحسب نیوتون (N)
 برحسب سانتی‌متر (cm)

$$\frac{F'}{F} = \frac{|q'_1| |q'_2|}{|q_1| |q_2|} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2$$



$$\frac{F_r}{F_1} = \left(\frac{r_1}{r_r}\right)^2$$

● ثابت کولن برحسب ضریب گذردهی الکتریکی خلا (ϵ_0)

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \quad \epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N.m^2}$$

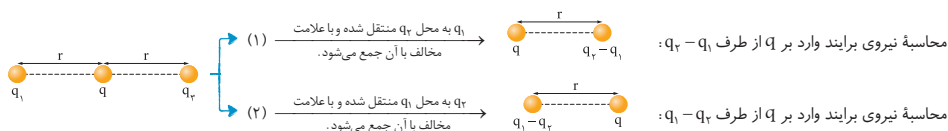
● اگر مجموع دو بار هم‌نام ثابت باشد، اندازه نیرویی که به هم وارد می‌کنند وقتی بیشینه است که دو بار هم‌اندازه باشند.

برهم‌نهی نیروهای الکتروستاتیکی

وضعیت نیروها نسبت به یکدیگر	شکل	بردار نیروی برابند	اندازه نیروی برابند
هم‌جهت		$\vec{F}_{T(r)} = \vec{F}_{1r} + \vec{F}_{2r}$	$F_{T(r)} = F_{1r} + F_{2r}$
در خلاف جهت		$\vec{F}_{T(r)} = \vec{F}_{1r} + \vec{F}_{2r}$	$F_{T(r)} = F_{1r} - F_{2r} $
عمود		$\vec{F}_{T(r)} = \vec{F}_{1r} + \vec{F}_{2r}$	$F_{T(r)} = \sqrt{F_{1r}^2 + F_{2r}^2}$

تکنیک تقارن:

برای محاسبه نیروی برابند وارد بر q که در فاصله یکسانی از q_1 و q_2 قرار دارد.



نقطه صفرشدن نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q :

علامت و اندازه بارهای q_1 و q_2	محل قرارگیری بار q	شکل	رابطه
q_1 و q_2 همنام و $ q_1 < q_2 $	روی خط واصل و بین دو بار و نزدیک بار با اندازه کم‌تر		$\frac{q_1}{q_2} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$
q_1 و q_2 ناهمنام و $ q_1 < q_2 $	روی خط واصل و خارج فاصله بین دو بار و نزدیک بار با اندازه کم‌تر		$\frac{q_1}{q_2} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$



میدان الکتریکی

میدان الکتریکی در محل بار q-

فرمول:

$\vec{E}$ و $\vec{F}$ هم جهت	$q > 0$
$\vec{E}$ و $\vec{F}$ در خلاف جهت	$q < 0$

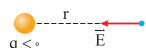
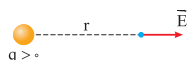
نیروی الکتریکی خالص وارد بر q $\rightarrow \vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ ← میدان الکتریکی در محل بار q
بار q (همراه با علامت) $\rightarrow \vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$

میدان الکتریکی حاصل از ذره باردار q-

اندازه:

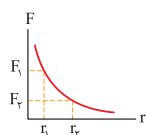
اندازه بار تولیدکننده میدان برحسب کولن (C) $\rightarrow E = k \frac{|q|}{r^2}$ ← اندازه میدان حاصل از بار q برحسب نیوتون بر کولن (N/C)
فاصله از بار q برحسب متر (m) $\rightarrow r$

جهت:



۱ اگر بار تولیدکننده میدان (q) مثبت باشد $\rightarrow$ میدان در جهت دور شدن از بار q

۲ اگر بار تولیدکننده میدان (q) منفی باشد $\rightarrow$ میدان به سوی بار q



● نسبت اندازه میدان الکتریکی در فاصله‌های r_1 و r_2 (شکل نسبتی رابطه میدان): $\frac{E_2}{E_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$

● نمودار اندازه میدان الکتریکی حاصل از یک بار معین برحسب فاصله از آن:

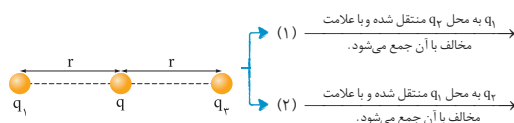
● شعله شمع بار الکتریکی مثبت دارد.

برهم‌نهی میدان‌های الکتریکی q-

وضعیت میدان‌ها نسبت به یکدیگر	شکل	بردار نیروی برآیند	اندازه نیروی برآیند
هم‌جهت		$\vec{E}_{T(P)} = \vec{E}_{1r} + \vec{E}_{2r}$	$E_{T(P)} = E_{1r} + E_{2r}$
در خلاف جهت		$\vec{E}_{T(P)} = \vec{E}_{1r} + \vec{E}_{2r}$	$E_{T(P)} = E_{1r} - E_{2r} $
عمود		$\vec{E}_{T(P)} = \vec{E}_{1r} + \vec{E}_{2r}$	$E_{T(P)} = \sqrt{E_{1r}^2 + E_{2r}^2}$

تکنیک تقارن:

برای محاسبه نیروی برآیند وارد بر q که در فاصله یکسانی از q_1 و q_2 قرار دارد.



محاسبه میدان برآیند حاصل از $q_2 - q_1$ در نقطه p
محاسبه میدان برآیند حاصل از $q_1 - q_2$ در نقطه p

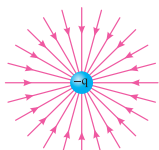
نقطه صفرشدن میدان الکتریکی

علامت و اندازه بارهای q_1 و q_2	نقطه صفرشدن میدان	شکل	رابطه
q_1 و q_2 همنام و $ q_1 < q_2 $	روی خط واصل و بین دو بار و نزدیک بار با اندازه کم‌تر		$\frac{q_1}{q_2} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$

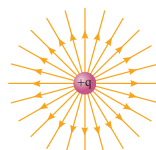
رابطه	شکل	نقطهٔ صفرشدن میدان	علامت و اندازهٔ بارهای q_1 و q_2
$\frac{q_1}{q_2} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2$		روی خط واصل و خارج فاصلهٔ بین دو بار و نزدیک بار با اندازهٔ کم‌تر	$ q_1 < q_2 $ و q_1 و q_2 ناهم‌نام

ویژگی‌های خطوط میدان الکتریکی

۱ در جهت دورشدن از بار مثبت (شکل الف) به سمت بار منفی (شکل ب)

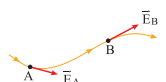
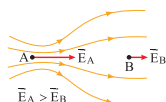


(ب)



(الف)

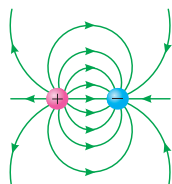
۲ هر چه تراکم (میزان فشردگی) خطوط میدان بیشتر → میدان بزرگ‌تر



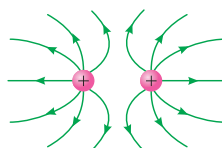
۳ بردار میدان الکتریکی در هر نقطه، مماس بر خط میدان عبوری از آن نقطه و هم‌جهت با آن

۴ خطوط میدان براینند هرگز یکدیگر را قطع نمی‌کنند؛ یعنی از هر نقطه از فضا، فقط یک خط میدان می‌گذرد.

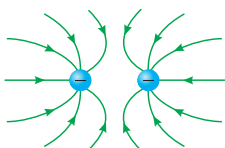
چند شکل مهم دربارهٔ خطوط میدان:



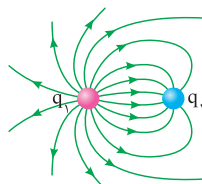
خطوط میدان اطراف دو ذره با بار هم‌اندازه و ناهم‌نام



خطوط میدان اطراف دو ذره با بار هم‌اندازهٔ مثبت

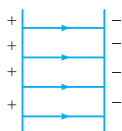


خطوط میدان اطراف دو ذره با بار هم‌اندازهٔ منفی



خطوط میدان اطراف دو بار q_1 و q_2 که $|q_1| > |q_2|$

میدان الکتریکی یکنواخت



$$F = E |q|$$

۱ در تمام نقاط هم‌اندازه و هم‌جهت

۲ خطوط میدان الکتریکی یکنواخت: راست، موازی، هم‌جهت، هم‌فاصله

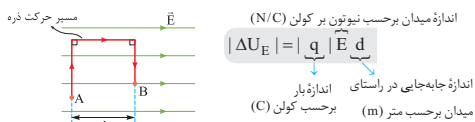
۳ چگونگی ایجاد: دو صفحهٔ بزرگ با بارهای $+q$ و $-q$ در فاصلهٔ کمی از هم

۴ نیروی وارد بر بار در میدان الکتریکی یکنواخت



انرژی پتانسیل الکتریکی

تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار $\rightarrow W_E = -\Delta U_E \leftarrow$ کار نیروی الکتریکی وارد بر بار



- در یک جابه جایی معین:
- تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار:
- مقدار:

جابه جایی بار مثبت در جهت میدان	جابه جایی بار مثبت در خلاف جهت میدان	جابه جایی بار منفی در جهت میدان	جابه جایی بار منفی در خلاف جهت میدان
انرژی پتانسیل الکتریکی کاهش می یابد.	انرژی پتانسیل الکتریکی افزایش می یابد.	انرژی پتانسیل الکتریکی افزایش می یابد.	انرژی پتانسیل الکتریکی کاهش می یابد.
جابه جایی بار مثبت / بار منفی در راستای عمود بر میدان $\leftarrow$ تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی برابر صفر			

تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار $\rightarrow \Delta V = \frac{\Delta U_E}{q}$
 بار q (همراه با علامت)

اختلاف پتانسیل الکتریکی

اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه:

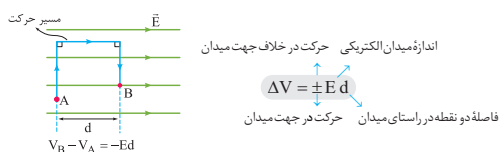
جابه جایی در خلاف جهت میدان	جابه جایی در جهت میدان
پتانسیل الکتریکی افزایش می یابد.	پتانسیل الکتریکی کاهش می یابد.
جابه جایی در راستای عمود بر میدان $\leftarrow$ تغییر پتانسیل الکتریکی برابر صفر	

$$V_{\oplus} - V_{\ominus} = \Delta V$$

- وقتی می گوئیم یک باتری X ولتی است، یعنی:

● اتصال به زمین ($V = 0$) $\leftarrow V_E = 0$

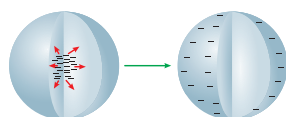
- اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه در میدان الکتریکی یکنواخت E:



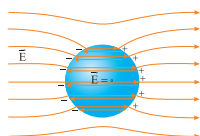
تغییر انرژی جنبشی ذره $\rightarrow \Delta U_E = -\Delta K$

- اصل پایستگی انرژی مکانیکی برای ذره بارداری که فقط نیروی الکتریکی به آن وارد می شود:

توزیع بار الکتریکی در رسانا

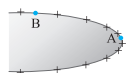


- ۱) بار الکتریکی داده شده به رسانا روی سطح خارجی آن توزیع می شود.
- ۲) میدان الکتریکی در داخل رسانا برابر صفر است.
- ۳) تمام نقاط داخل رسانا و روی سطح آن، پتانسیل یکسانی دارند.



رسانای خنثی در میدان الکتریکی خارجی

- میدان الکتریکی خارجی باعث جداشدن بارهای مثبت و منفی در دو وجه رسانا شده به طوری که میدان حاصل از این بارها میدان خارجی در داخل رسانا را خنثی می‌کند و میدان الکتریکی خالص در داخل رسانا برابر صفر می‌شود.
- همه نقاط داخل و روی سطح رسانا پتانسیل یکسانی دارند.



نحوه توزیع بار الکتریکی روی سطح رسانا

- تراکم بار و چگالی سطحی بار در نقاط تیز سطح رسانا بیشتر از نقاط دیگر است. $\sigma_A > \sigma_B$
 - خطوط میدان الکتریکی در نقاط تیز متراکم‌تر و در نتیجه اندازه میدان الکتریکی در این نقاط بیشتر است.
- بار الکتریکی موجود در آن سطح برحسب کولن (C) $\rightarrow \sigma = \frac{Q}{A}$ ← چگالی سطحی بار برحسب کولن بر متر مربع (C/m^2)
مساحت سطحی که بار روی آن توزیع شده برحسب متر مربع (m^2) $\rightarrow$

پایه دوازدهم

حرکت هماهنگ ساده

– مفاهیم اولیه حرکت دوره‌ای –

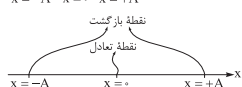
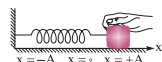
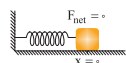
- نوسان دوره‌ای: نوسان‌هایی که در هر دوره عیناً تکرار می‌شوند و به هر دور آن چرخه (سیکل) می‌گویند.
- دوره تناوب (T): مدت‌زمان یک چرخه (بدیهی است یکای آن ثانیه باشد).
- توجه: اگر متحرک در زمان t، n نوسان کامل انجام دهد، خواهیم داشت:
- بسامد یا فرکانس (f): تعداد چرخه‌های طی شده در هر یک ثانیه (یکای آن در SI، هرتز (Hz) یا $\frac{1}{s}$ است).

– حرکت هماهنگ ساده (SIM) –

- به نوسان‌هایی که به طور سینوسی رخ می‌دهند، حرکت هماهنگ ساده می‌گویند.
- معروف‌ترین نمونه این نوسان، حرکت جسم متصل به فنر است.

چند اصطلاح مهم:

- الف) نوسانگر: جسم متصل به فنر که در حال نوسان است.
- ب) نقطه تعادل، نقطه‌ای روی محور X که در آن‌جا نیروی خالص وارد بر جسم متصل به فنر، صفر است.
- پ) دامنه (A)، بیشینه جابه‌جایی جسم نسبت به نقطه تعادل



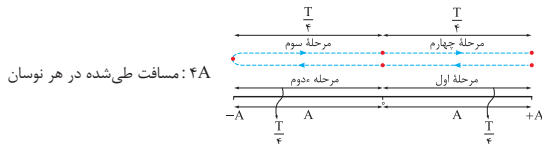
$$\omega = 2\pi f \quad \text{یا} \quad \omega = \frac{2\pi}{T}$$

ت) نقطه بازگشت، دو نقطه $x = -A$ و $x = +A$ که در آن‌جا جسم تغییر جهت می‌دهد.

- ث) پاره‌خط نوسان، مسیری که جسم روی آن نوسان می‌کند (طول پاره‌خط نوسان ۲ برابر دامنه است).
- ج) بسامد زاویه‌ای، بسامد زاویه‌ای از رابطه روبه‌رو حساب می‌شود:

$$\frac{\text{rad}}{s}, SI \quad \text{یکای آن در}$$

– بررسی چند کمیت در حرکت هماهنگ ساده –



مرحله	اول	دوم	سوم	چهارم
شکل				
مکان (x)	$x > 0, x : \downarrow$	$x < 0, x : \uparrow$	$x < 0, x : \downarrow$	$x > 0, x : \uparrow$



مرحله	اول	دوم	سوم	چهارم
سرعت (v)	$v < 0, v : \uparrow$	$v < 0, v : \downarrow$	$v > 0, v : \uparrow$	$v > 0, v : \downarrow$
شتاب (a)	$a < 0, a : \downarrow$	$a > 0, a : \uparrow$	$a > 0, a : \downarrow$	$a < 0, a : \uparrow$
تکانه (p)	$p < 0, p : \uparrow$	$p < 0, p : \downarrow$	$p > 0, p : \uparrow$	$p > 0, p : \downarrow$
نیرو (F)	$F < 0, F : \downarrow$	$F > 0, F : \uparrow$	$F < 0, F : \downarrow$	$F > 0, F : \uparrow$
انرژی پتانسیل (U)	$U : \downarrow$	$U : \uparrow$	$U : \downarrow$	$U : \uparrow$
انرژی جنبشی (K)	$K : \uparrow$	$K : \downarrow$	$K : \uparrow$	$K : \downarrow$
انرژی مکانیکی (E)	E ثابت	E ثابت	E ثابت	E ثابت

نکته

بررسی کمیت‌های بالا در نقاط بازگشت و تعادل:

نقطه بازگشت	نقطه تعادل	نقطه بازگشت
M	O	N
$x = -x_{\max} = -A$	$x = 0$	$x = +x_{\max} = +A$
$v = 0$	$v = \pm v_{\max}$	$v = 0$
$p = 0$	$p = \pm p_{\max}$	$p = 0$
$a = +a_{\max}$	$a = 0$	$a = -a_{\max}$
$F = +F_{\max}$	$F = 0$	$F = -F_{\max}$
$U = U_{\max}$	$U = 0$	$U = U_{\max}$
$K = 0$	$K = K_{\max}$	$K = 0$

معادله حرکت هماهنگ ساده -

دامنه نوسان (m)

$$x = A \cos(\omega t)$$

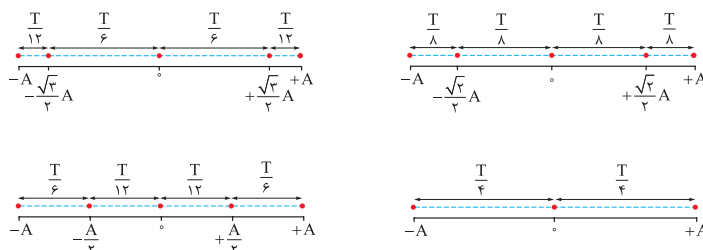
بسمت زاویه‌ای مکان متحرک در لحظه t (m) (rad/s)

توجه هر یکایی برای دامنه در نظر بگیرید، مکان نوسانگر هم با همان یکا به دست می‌آید.

نکته

نوسانگر در لحظه‌های $t = n \left(\frac{T}{4} \right)$ در نقطه بازگشت قرار دارد.
نوسانگر در لحظه‌های $t = (2n-1) \left(\frac{T}{4} \right)$ در نقطه تعادل قرار دارد.

مدت زمان جابه‌جایی در حالت‌های خاص -

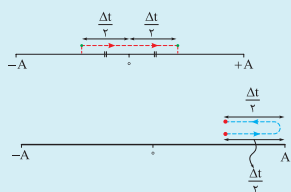




مرورنامه آزمون آزمایشی خیالی سبز

فیزیک

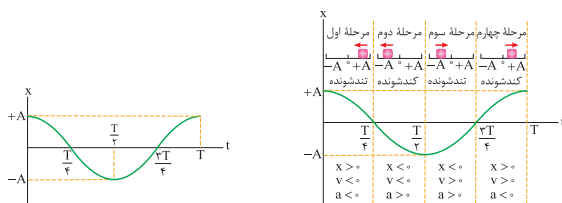
نکته



مساافت طی شده در یک بازه زمانی معین - بیشترین
مستقارن حول نقطه تعادل جابه‌جا شود.
کم‌ترین - مستقارن حول نقطه بازگشت جابه‌جا شود.

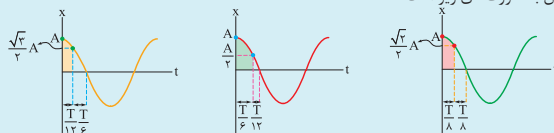
- نمودار مکان - زمان در حرکت هماهنگ ساده -

با توجه به معادله مکان - زمان این حرکت خواهیم داشت:



نکته

برای نقاط معروف، نمودار مکان - زمان به صورت‌های زیر است:



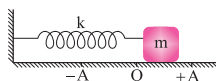
- عوامل مؤثر بر سامانه جرم - فنر -

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$$

توجه یکاها
 k بر حسب (N/m)
 m بر حسب (kg)
 ω بر حسب (rad/s)
 T بر حسب (s)
 f بر حسب (Hz)



نکته

بسامد زاویه‌ای سامانه جرم - فنر به دامنه نوسان بستگی ندارد.

- شتاب و نیرو در حرکت هماهنگ ساده -

$$F = -m\omega^2 x$$

نکته

اندازه شتاب نوسانگر در نقاط بازگشت بیشینه است. $a_{\max} = \omega^2 A$, $F_{\max} = m\omega^2 A$

مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز



نمودارهای شتاب و نیرو			
نام	شتاب - مکان	نیرو - مکان	شتاب - زمان
معادله	$a = -\omega^2 x$	$F = -m\omega^2 x$	$a = -A\omega^2 \cos \omega t$
نمودار			

– انرژی در حرکت هماهنگ ساده –

انرژی‌ها		
نام	انرژی پتانسیل کشسانی	انرژی جنبشی
فرمول	در کتاب درسی فرمول ندارد.	$K = \frac{1}{2}mv^2$
		انرژی مکانیکی
		$E = \frac{1}{2}kA^2$ $E = \frac{1}{2}\pi^2 mf^2 A^2$ $E = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2$

نکته

M	O	N
$U = U_{\max}$	$U = 0$	$U = U_{\max}$
$K = 0$	$K = K_{\max}$	$K = 0$

بیشینه و کمینه انرژی جنبشی و پتانسیل کشسانی:

– بررسی نسبت انرژی‌ها در حرکت هماهنگ ساده –

اگر در یک نقطه از مسیر حرکت، تندی نوسانگر برابر «V» باشد، خواهیم داشت:

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{K}{E} &= \left(\frac{v}{v_{\max}} \right)^2 \\ \frac{U}{E} &= \frac{E-K}{E} = 1 - \left(\frac{v}{v_{\max}} \right)^2 \end{aligned} \right.$$

نکته

در لحظه‌ای که $U = K$ باشد، تندی نوسانگر برابر $\frac{\sqrt{2}}{2} v_{\max}$ است.

– نمودارهای انرژی در حرکت هماهنگ ساده –

نمودارهای انرژی		
نام	انرژی - مکان	انرژی - سرعت
نمودار		

– آونگ ساده –

روابط بسامد زاویه‌ای و دوره تناوب و بسامد		
بسامد	دوره تناوب	بسامد زاویه‌ای
$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L}}$	$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$	$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$

یکاه: L برحسب متر، g برحسب متر بر مربع ثانیه



مرورنامه آزمون آزمایشی خیل سبز

فیزیک

نکته

دوره، بسامد و بسامد زاویه‌ای آونگ ساده، به جرم و دامنه آن بستگی ندارند.

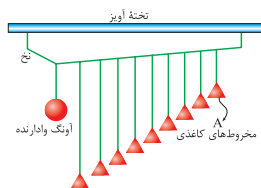
$$g = \frac{GM}{R^2}$$

جرم سیاره
در یک سیاره:
شعاع سیاره

– تشدید یا رزونانس –

- نوسان آزاد، بسامد طبیعی، نوسانگری که بدون اعمال نیرویی خارجی در حال نوسان است. در این حالت به بسامد نوسانگر، بسامد طبیعی (f_p) می‌گوییم.
- نوسان واداشته، بسامد واداشته، نوسانگری که با اعمال نیروی خارجی، با بسامد دلخواه در حال نوسان است. در این حالت به بسامد نوسانگر، بسامد واداشته (f_D) می‌گوییم.
- تشدید، هرگاه بسامد واداشته با بسامد طبیعی نوسانگر برابر شد ($f_D = f_p$)، دامنه نوسان حداکثر مقدار خود را پیدا می‌کند. در این حالت می‌گوییم نوسانگر دچار تشدید شده است.

– آونگ بارتون –



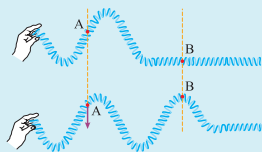
مطابق شکل، از چندین آونگ سبک با طول‌های متفاوت و یک آونگ سنگین (آونگ وادارنده) تشکیل شده است. با نوسان آونگ وادارنده، آونگ هم‌طول با آن دچار تشدید شده و با دامنه بیشینه نوسان می‌کند.

موج

انتقال ارتعاشات ایجادشده در محیط کثشان که همراه با انتقال انرژی است.

نکته

در انتشار موج، ذرات جابه‌جانی نمی‌شوند و فقط در محل خود ارتعاش دارند.



– دسته‌بندی امواج –

(الف) براساس ماهیت ذرات،

نوع موج	ویژگی	نمونه
مکانیکی	برای انتشار به محیط مادی نیاز دارند و در خلأ منتشر نمی‌شوند.	امواج زلزله، صوت، امواج آب
الکترومغناطیسی	برای انتشار به محیط مادی نیاز ندارند و در خلأ هم منتشر می‌شوند.	نور، امواج رادیویی، پرتو X

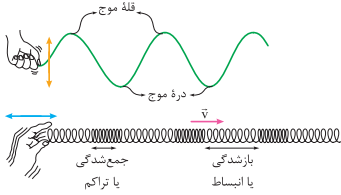
(ب) براساس راستای انتشار موج و راستای نوسان،

نوع موج	ویژگی	تصویر موج	نمونه
امواج عرضی	راستای نوسان ذرات، عمود بر راستای انتشار موج است.		امواج الکترومغناطیسی، امواج آب، امواج تار مرتعش، امواج ثانویه زلزله
امواج طولی	راستای نوسان ذرات در راستای انتشار موج است.		صوت، امواج اولیه زلزله، موج در فنر کشیده‌شده

مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

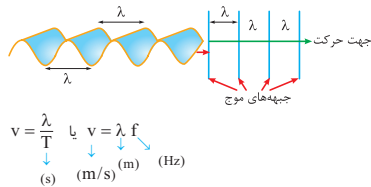


چند تعریف مهم -



الف) منبع (چشمه) موج: یک نوسانگر که با ارتعاش خود، ذرات محیط را به نوسان درمی آورد.
 ب) تب، آشفتنی ایجادشده توسط منبع موج
 پ) قله و دره در موج عرضی، به برآمدگی ها موج قله و به فرورفتگی ها دره می گویند.
 ت) مناطق انبساط و تراکم در موج طولی، این تراکم و انبساط ها به صورت بازشدگی و جمع شدگی های متوالی است.

مشخصه های موج -

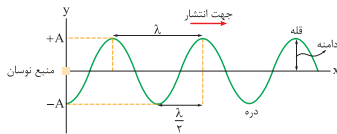


الف) دامنه (A)، بیشترین جابه جایی ذره از مکان تعادل
 ب) دوره تناوب (T)، مدت زمانی که هر ذره (یا چشمه) یک نوسان کامل انجام دهد.
 پ) بسامد موج (f)، بسامد چشمه یا تعداد نوسان های انجام شده هر ذره در یک ثانیه: $f = \frac{1}{T}$
 ت) طول موج (λ)، مسافت طی شده توسط موج در یک دوره تناوب یا فاصله دو قله یا دره متوالی
 ث) تندی انتشار موج (v)، مسافتی که موج در واحد زمان طی می کند.

نکته

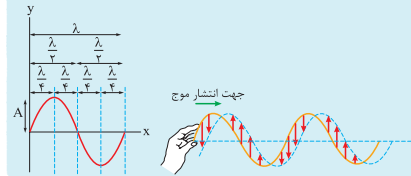
- 1) تندی انتشار موج، فقط به جنس و ویژگی های محیط وابسته است و به ویژگی های چشمه موج بستگی ندارد.
- 2) هر چه عمق آب بیشتر باشد، تندی انتشار موج و طول موج بیشتر است.

نقش موج عرضی -



اگر چشمه موج نوسانگر هماهنگ ساده باشد، شکل موج عرضی تابعی سینوسی است.
 محور y: راستای نوسان ذرات
 محور x: راستای انتشار موج

نکته



- 1) شکل رویه رو را به خاطر بسپارید.
 - 2) الف) تندی ذرات محیط: بین صفر تا $v_{max} = A\omega$ است.
 - 3) ب) تندی انتشار موج: ثابت و برابر $v = \lambda f$
- در شکل مقابل می توانید جهت حرکت ذرات را با توجه به جهت انتشار موج، مشاهده کنید.
 همان طور که می بینید، در هر لحظه، هر ذره در جهتی نوسان می کند که شبیه ذرات قبلی خود شود.

تندی انتشار موج عرضی در یک ریسمان یا فنر -

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad \left(\begin{array}{l} \text{نیروی کشش } (N) \\ \text{جرم تار } (kg) \\ \mu = \frac{m}{L} \text{ : جگالی خطی طناب، جرم واحد طول طناب} \\ \text{طول تار } (m) \end{array} \right) \Rightarrow v = \sqrt{\frac{FL}{m}}$$

اگر جگالی (ρ)، مساحت مقطع ریسمان (A) یا قطر مقطع آن (d) در مسئله بیان شده باشد:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} \rightarrow (m/s) \quad \text{یا} \quad v = \sqrt{\frac{F}{d \rho \pi}} \rightarrow (m)$$

نکته

تندی انتشار موج عرضی به طول ریسمان بستگی ندارد.



مرورنامه آزمون آزمایشی خیل سبز

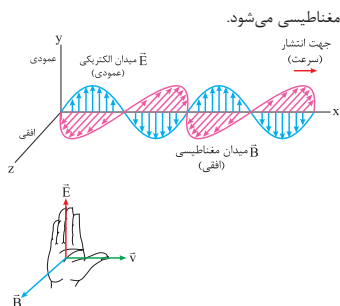
فیزیک

انتقال انرژی متوسط توسط موج عرضی -

$$\frac{\bar{P}}{\bar{P}_1} = \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2 \times \left(\frac{f_2}{f_1}\right)^2$$

آهنگ انتقال انرژی (توان متوسط) با مربع دامنه و مربع بسامد موج رابطه مستقیم دارد.

امواج الکترومغناطیسی -



چگونگی تشکیل: حرکت نوسانی یک ذره باردار که باعث تغییر همزمان میدان الکتریکی و مغناطیسی می‌شود.

نقش موج:

موج الکترومغناطیسی

تشخیص جهت انتشار: استفاده از قاعده دست راست به شکل روبه‌رو:

- (۱) میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی بر هم عمودند. ($\vec{B} \perp \vec{E}$)
- (۲) میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی همواره به جهت حرکت موج عمودند. (موج عرضی)
- (۳) تغییرات میدان‌ها همواره سینوسی است.
- (۴) نوسان میدان‌ها هم بسامد و هم گام است.
- (۵) برای انتشار نیاز به محیط مادی ندارند.

تندی انتشار موج الکترومغناطیسی -

تندی این امواج در خلأ از رابطه مقابل محاسبه می‌شود:

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$$

(ضریب گذردهی خلأ)

$$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N.m}$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T.m}{A}$$

(تراوایی مغناطیسی خلأ)

طیف امواج الکترومغناطیسی -

همه امواج زیر، با وجود کاربرد و چگونگی تولید متفاوت، ماهیت یکسانی دارند و موج‌های الکترومغناطیسی هستند.

پرتوهای گاما - پرتوهای X - فرابنفش - مرئی - فروسرخ - میکروموج - امواج رادیویی

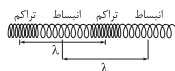
افزایش طول موج

توجه: این طیف هیچ گسستگی‌ای ندارد.

موج طولی و مشخصه‌های آن -

الف) طول موج (λ)، فاصله دو مرکز تراکم متوالی یا دو مرکز انبساط متوالی

ب) دامنه موج (A)، بیشینه جابه‌جایی ذرات محیط از وضعیت تعادلشان

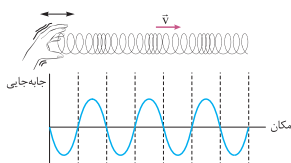


مرکز بیشینه تراکم و انبساط در موج طولی	قله و دره موج عرضی	
صفر	بیشینه	جابه‌جایی ذرات
بیشینه	صفر	تندی ذرات

نکته

تندی انتشار موج طولی بیشتر از تندی انتشار موج عرضی در همان محیط است.

نمودار جابه‌جایی مکان برای موج طولی -



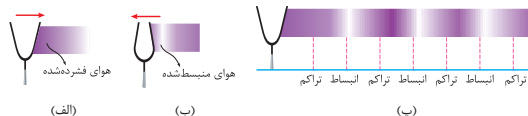


– امواج زلزله –

انواع امواج زلزله: موج اولیه (p): موجی طولی است. تندی این موج حدود 8 km/s است.
موج ثانیه (s): موجی عرضی است. تندی این موج حدود $4/5 \text{ km/s}$ است.

– صوت –

یک موج مکانیکی و طولی است.
در تمام جهات منتشر می‌شود، یعنی جبهه‌های موج صوتی کروی هستند.
ارتعاش تیغه‌های دیافراژن (مثل هر جسمه صوت دیگر) باعث ایجاد و انتشار جبهه‌های تراکمی و انبساطی در هوای اطراف خود می‌شود.



نکته

تندی انتشار صوت به جنس و دمای محیط وابسته است، به طوری که عموماً:

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

– شدت صوت (I) –

انرژی‌ای که در واحد زمان از واحد سطح به طور عمود عبور می‌کند.

$$I = \frac{P_{\text{av}}}{A} \rightarrow I = \frac{E}{A \Delta t} = \frac{P_{\text{av}}}{A}$$

انرژی صوت (J)
زمان (s) $\rightarrow \frac{E}{\Delta t}$
توان متوسط صوت
سطحی که صوت عمود (m²)
بر آن وارد می‌شود. (W/m²) یا (J/m².s)

نکته

رابطه شدت صوت و فاصله از چشمه:

$$I = \frac{P_{\text{av}}}{A} \rightarrow I = \frac{P_{\text{av}}}{4\pi r^2}$$

جبهه‌های موج کروی هستند.
 $A = 4\pi r^2$

نکته

آهنگ انتقال انرژی در همه امواج با مربع دامنه و مربع بسامد موج متناسب است:

$$\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{A_2}{A_1} \times \frac{f_2}{f_1} \times \frac{r_1}{r_2} \right)^2$$

– تراز شدت صوت (β) –

$$\beta = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

شدت صوت (W/m²)
تراز شدت صوت (دسی‌بل dB)
 $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ = شدت صوت مرجع

یادآوری: روابط لگاریتمی زیر را به خاطر بسپارید.

$$\log 10^n = n, \log A^n = n \log A, \log A \times B = \log A + \log B, \log \frac{A}{B} = \log A - \log B$$

– اختلاف تراز شدت دو صوت –

$$\beta_2 - \beta_1 = 10 \log \left(\frac{I_2}{I_1} \right)$$

– اختلاف تراز شدت دو صوت در فاصله‌های r_1 و r_2 از منبع –

$$\beta_2 - \beta_1 = 20 \log \left(\frac{r_1}{r_2} \right)$$

– ادراک شنوایی –

الف) بلندی، درک انسان از شدت صوتی که می‌شنود.
ب) ارتفاع، درک انسان از بسامد صوتی که می‌شنود.

نکته

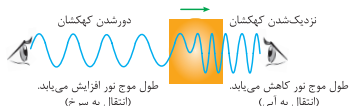
- گوش انسان تن‌های صدای 20 Hz تا 20 kHz را درک می‌کند.
- بیشترین حساسیت گوش انسان در گستره بسامدی 2 kHz تا 5 kHz است.

– اثر دوپلر –

وضعیت ناظر (شنونده)	وضعیت منبع (چشمه) صوت	بسامدی که شنونده می‌شنود	طول موج صوت
ساکن	به ناظر نزدیک شود.	بیشتر از بسامد منبع صوت است.	کاهش می‌یابد.
ساکن	از ناظر دور شود.	کمتر از بسامد منبع صوت است.	افزایش می‌یابد.
به منبع نزدیک شود.	ساکن	بیشتر از بسامد منبع صوت است.	ثابت می‌ماند.
از منبع دور شود.	ساکن	کمتر از بسامد منبع صوت است.	ثابت می‌ماند.

نکته

اثر دوپلر برای امواج الکترومغناطیسی	
انتقال به آبی	انتقال به سرخ
هرگاه چشمه نور به ناظر نزدیک شود، طول موج کاهش و بسامد افزایش می‌یابد.	هرگاه چشمه نور از ناظر دور شود، طول موج افزایش و بسامد آن کاهش می‌یابد.

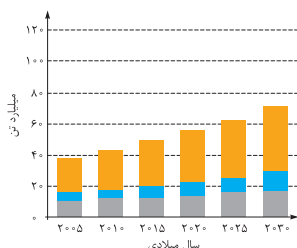


شیمی

پایه یازدهم

هدایای زمینی

- زمین سرشار از نعمت‌ها و هدایای پیدا و ناپیدای گوناگونی است که هر یک اندازه معینی دارد.
- رشد و گسترش تمدن بشری، در گرو کشف و شناخت مواد جدید است.
- گسترش فناوری، به میزان دسترسی به مواد مناسب وابسته است.
 - گسترش صنعت خودرو → شناخت و دسترسی به فولاد
 - پیشرفت صنعت الکترونیک → دسترسی به موادی ساخته شده از نیمه‌رساناها
- پی‌بردن به رابطه میان خواص مواد با عنصرهای سازنده آن‌ها
- دستاوردهای گسترش دانش تجربی → تغییر و گاهی بهبود خواص، با گرمادادن به مواد و افزودن آن‌ها به یکدیگر
- توانایی انتخاب مناسب‌ترین ماده برای یک کاربرد معین
- همه مواد طبیعی و ساختگی از کره زمین به دست می‌آیند.
- به تقریب جرم کل مواد در کره زمین ثابت می‌ماند.
- این جمله غلط است: هر چه میزان بهره‌برداری از منابع یک کشور بیشتر باشد، آن کشور توسعه‌یافته‌تر است.
- میزان تولید یا مصرف نسبی برخی مواد:
- مقایسه مقدار استخراج و مصرف سالیانه:
- فلزها > سوخت‌های فسیلی > مواد معدنی
- بیشترین مقدار افزایش رشد مصرف: مواد معدنی
- برخی محصولات و منابع تهیه آن‌ها:



منبع	محصول	منبع	محصول
استکان شیشه‌ای	شن و ماسه	ظرف غذا	خاک چینی
فولاد زنگ‌زن، حاصل از سنگ معدن آهن	سخت	نفت موجود در دل زمین	قاشق

- منابع شیمیایی در جهان به طور یکسان توزیع نشده‌اند.
- پراکندگی منابع شیمیایی، دلیلی بر پیدایش تجارت جهانی است.

مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز



الگوها و روندها در رفتار مواد و عنصرها

- عنصرها در جدول دورای براساس بنیادی‌ترین ویژگی آن‌ها یعنی عدد اتمی (Z) چیده شده‌اند.
- عنصرهایی که آرایش الکترونی لایه ظرفیت اتم آن‌ها مشابه است، در یک گروه جای گرفته‌اند. (به جز He ، که آرایش لایه ظرفیت آن $(1s^2)$ با بقیه عنصرهای گروه ۱۸ (ns^2np^6) متفاوت است).
- جدول تناوبی دارای ۷ دوره و ۱۸ گروه است.
- نام، نماد، جایگاه و آرایش الکترونی ۳۶ عنصر اول جدول دورای را بلد باشید.
- اسم خاص گروه‌های ۱، ۲، ۱۷ و ۱۸ را بلد باشید.

فلزهای قلیایی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
۱	H هیدروژن (1s ¹)	He هلیوم (1s ²)																He هلیوم (1s ²)
۲	Li لیتیم (2s ¹)	Be بهریم (2s ²)											B بور (2s ² 2p ¹)	C کربن (2s ² 2p ²)	N نیتروژن (2s ² 2p ³)	O اکسیژن (2s ² 2p ⁴)	F فلور (2s ² 2p ⁵)	Ne نئون (2s ² 2p ⁶)
۳	Na سدیم (3s ¹)	Mg منیزیم (3s ²)											Al آلومینیم (3s ² 3p ¹)	Si سیلیسیم (3s ² 3p ²)	P فسفر (3s ² 3p ³)	S گوگرد (3s ² 3p ⁴)	Cl کلر (3s ² 3p ⁵)	Ar آرگون (3s ² 3p ⁶)
۴	K پتاسیم (4s ¹)	Ca کلسیم (4s ²)	Sc سکاندیوم (3d ¹ 4s ²)	Ti تیتانیوم (3d ² 4s ²)	V وانادیوم (3d ³ 4s ²)	Cr کروم (3d ⁵ 4s ¹)	Mn منگنز (3d ⁵ 4s ²)	Fe آهن (3d ⁶ 4s ²)	Co کوبالت (3d ⁷ 4s ²)	Ni نیکل (3d ⁸ 4s ²)	Cu مس (3d ¹⁰ 4s ¹)	Zn روی (3d ¹⁰ 4s ²)	Ga گالیم (4s ² 4p ¹)	Ge جرمانیم (4s ² 4p ²)	As آرستیک (4s ² 4p ³)	Se سلنیم (4s ² 4p ⁴)	Br بروم (4s ² 4p ⁵)	Kr کریپتون (4s ² 4p ⁶)

- عنصرها براساس رفتار به سه دسته تقسیم می‌شوند: فلز، نافلز و شبه‌فلز
- جایگاه: بیشتر عنصرهای جدول (به‌طور عمده در سمت چپ و مرکز) — اکثر عنصرهای دسته S (به جز H و He)، همه عنصرهای دسته d و دسته f و برخی

عنصرهای دسته p

- داشتن سطح صیقلی
- رفتار فیزیکی: رسانایی الکتریکی و گرمایی
- خاصیت چکش‌خواری و شکل‌پذیری
- رفتار شیمیایی: تمایل به از دست دادن الکترون و تشکیل کاتیون - هر چه از دست دادن الکترون آسان‌تر، خصلت فلزی و واکنش‌پذیری فلز بیشتر - خصلت فلزی به رفتار شیمیایی وابسته است، نه فیزیکی.
- روند تغییرات در جدول دورای عنصرها (این روند برای فلزهای گروه‌های اصلی است. فعلاً به عنصرهای دسته d کاری نداریم):

در هر دوره از راست به چپ، افزایش خصلت فلزی و واکنش‌پذیری فلزها

- جایگاه: در سمت راست و بالای جدول (به جز H) — دو عنصر از دسته S (H و He) و بقیه از دسته p

نافلزها

- سطح کدر و مات
- رفتار فیزیکی: عدم رسانایی الکتریکی و گرمایی (کربن (گرافیت) رسانایی الکتریکی دارد).
- خردشدن در اثر ضربه (عدم خاصیت چکش‌خواری و شکل‌پذیری)
- رفتار شیمیایی: تمایل به گرفتن الکترون و تشکیل آنیون یا به اشتراک گذاشتن الکترون - هر چه تمایل به گرفتن الکترون بیشتر، خصلت نافلزی و واکنش‌پذیری نافلز، بیشتر - خصلت نافلزی به رفتار شیمیایی وابسته است، نه فیزیکی.
- روند تغییرات در جدول دورای عنصرها:

در هر دوره از چپ به راست، افزایش خصلت نافلزی و واکنش‌پذیری نافلزها

- جایگاه: مثل مرزی بین فلزها و نافلزها قرار دارند؛ مثل سیلیسیم (Si) و ژرمانیم (Ge).

شبه‌فلزها

- رفتار فیزیکی: رفتار فیزیکی بیشتر شبیه فلزها، به جز چکش‌خواری
- سطح صیقلی
- رسانایی الکتریکی کم
- رسانایی گرمایی بالا
- خردشدن در اثر ضربه (عدم خاصیت چکش‌خواری و شکل‌پذیری)
- رفتار شیمیایی: رفتار شیمیایی همانند نافلزها (توانایی به اشتراک گذاشتن الکترون)

۳	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
	B بور (2s ² 2p ¹)	Si سیلیسیم (3s ² 3p ²)	As آرستیک (4s ² 4p ³)	Sb سبیم (5s ² 5p ³)	Te تیلور (5s ² 5p ⁴)
۴		Ge جرمانیم (4s ² 4p ²)			
۵					
۶					

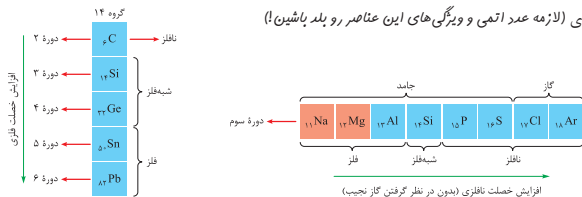
- کربن (C)، نافلز گروه ۱۴، تنها توانایی به اشتراک گذاشتن الکترون را دارد.
- از آلومینیم (Al) در تهیه ظروف آشپزخانه استفاده می‌شود.
- دو دگر شکل مهم فسفر (P)، فسفر قرمز و فسفر سفید هستند که فسفر سفید، زیر آب نگهداری می‌شود.
- گوگرد (S) به صورت جامد زردرنگ بوده و کلر (Cl) گاز زردرنگ است.



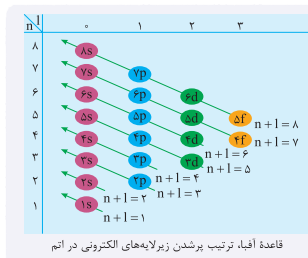
مرورنامه آزمون آزمایشی خیل سبز

شیمی

- گازهای نجیب به دلیل رفتارهای فیزیکی، نافلز هستند، ولی رفتار شیمیایی (خصالت نافلزی) برای آن‌ها بررسی نمی‌شود، چون تمایلی به انجام واکنش ندارند.
- آشنایی با عنصرهای گروه ۱۴ و عنصرهای دوره سوم جدول دوره‌ای (لازمه عدد اتمی و ویژگی‌های این عناصر رو بلد باشین!)



رفتار عنصرها و شعاع اتم



قاعده آفبا، ترتیب پرشدن زیرلایه‌های الکترونی در اتم

یادآوری آرایش الکترونی:

- n (عدد کوانتومی اصلی)، شماره لایه
- l (عدد کوانتومی فرعی)، شماره زیرلایه

$$n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, \dots$$

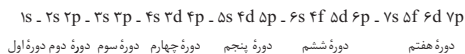
$$l = 0, 1, 2, 3, \dots$$

$$s, p, d, f$$

- انرژی زیرلایه‌ها اول به $n+1$ و بعد از آن به n وابسته است؛ یعنی اگر $n+1$ برای چند زیرلایه یکسان باشد، زیرلایه n کوچک‌تر، انرژی کم‌تری دارد.

برای زیرلایه‌ها $\left. \begin{array}{l} n+1 \text{ کوچکتر} \leftarrow \text{انرژی کمتر} \leftarrow \text{زودتر از الکترون اشغال می‌شود.} \\ n+1 \text{ برابر } n \leftarrow \text{کوچکتر} \leftarrow \text{انرژی کمتر} \leftarrow \text{زودتر از الکترون اشغال می‌شود.} \end{array} \right\}$

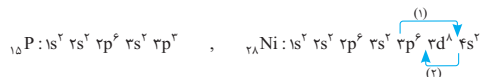
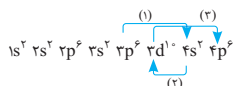
- ترتیب پرشدن زیرلایه‌ها، مطابق قاعده آفبا به صورت زیر است:



دوره هفتم دوره ششم دوره پنجم دوره چهارم دوره سوم دوره دوم دوره اول

مثلاً بعد از پرشدن $3p$ ، اول $4s$ پر می‌شود و بعد $3d$.

- ترتیب پرشدن زیرلایه‌ها در ۳۶ عنصر اول:



- آرایش الکترونی با استفاده از گاز نجیب قبل از آن فشرده می‌شود.

- هر وقت آرایش الکترونی به $d^1 s^2$ یا $d^5 s^2$ رسید، سریع تبدیلش کن به $d^1 s^1$ یا $d^5 s^1$.

- دو نکته برای رسم سریع‌تر آرایش الکترونی عنصرهای دوره چهارم (۱۹ تا ۳۶):



تا اینجا ۳۰ تا پس

تا اینجا ۲۰ تا پس

- تعداد الکترون‌ها وقتی به $4s^2$ برسیم، می‌شود ۲۰.

- برای عنصرهای Ca تا Cu ، عدد دهگان عدد اتمی، تعداد الکترون‌های $4s$ بوده و عدد یکان، تعداد الکترون‌های $3d$ است، فقط به‌عنوان به تبدیل آرایش‌های الکترونی $d^1 s^2$ به $d^1 s^1$ و $d^5 s^2$ به $d^5 s^1$ باشد!





آرایش الکترون‌های ظرفیت گروه‌ها:

شماره گروه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
الکترون‌های ظرفیت	s ¹	s ²	d ¹ s ²	d ² s ²	d ³ s ²	d ⁵ s ¹	d ⁵ s ²	d ⁶ s ²	d ⁷ s ²	d ⁸ s ²	d ^{1۰} s ¹	d ^{1۰} s ²	s ² p ¹	s ² p ²	s ² p ³	s ² p ⁴	s ² p ^۵	s ² p ^۶

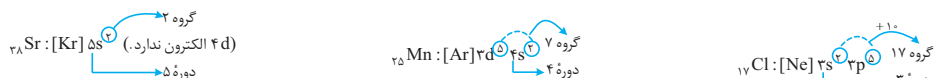
تعیین الکترون‌های ظرفیتی، شماره دوره و شماره گروه از روی آرایش الکترونی

الکترون‌های ظرفیتی (۱) اگر زیرلایه p در حال پر شدن نباشد: مجموع الکترون‌های ns و $(n-1)d$ ← در عناصر دسته s زیرلایه $d(n-1)$ خالی است.
(۲) اگر زیرلایه p در حال پر شدن باشد: مجموع الکترون‌های np و ns آخرین لایه (بزرگ‌ترین n)

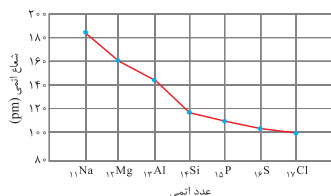


شماره دوره، شماره بالاترین لایه‌ای که الکترون در آن قرار گرفته است. (بزرگ‌ترین شماره n)

شماره گروه (۱) اگر زیرلایه p در حال پر شدن نباشد: تعداد الکترون‌های ظرفیتی = جمع الکترون‌های ns و $(n-1)d$
(۲) اگر زیرلایه p در حال پر شدن باشد: تعداد الکترون‌های ظرفیتی = $10 + ns + np$



شعاع اتمی



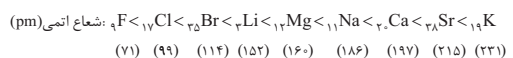
شعاع اتمی در یک گروه از بالا به پایین، افزایش و در یک دوره از چپ به راست، کاهش می‌یابد.

تفاوت شعاع اتمی عناصر متوالی در یک دوره، در فلزها، بیشتر از نافلزها است. (شیب نمودار تغییرات شعاع اتمی رفته‌رفته کاهش می‌یابد.)

بیشترین تفاوت شعاع اتمی عناصر متوالی دوره سوم: بین فلز Al و شبه‌فلز Si

تفاوت شعاع Al و Si حتی از تفاوت شعاع Si با Cl هم بیشتر است.

مقایسه شعاع عناصر موجود در کتاب درسی (صرفاً جهت محکم‌کاری):



یون پایدار هالوژن‌ها: X^- (یون هالید)

یون پایدار فلزهای قلیایی خاکی: M^{2+}

یون پایدار فلزهای قلیایی: M^+

نام هالوژن	شرایط واکنش با گاز هیدروژن
فلوئور	حتی در دمای $-200^\circ C$ به سرعت واکنش می‌دهد.
کلر	در دمای اتاق ($25^\circ C$) به آرامی واکنش می‌دهد.
برم	در دمای $200^\circ C$ واکنش می‌دهد.
ید	در دمای بالاتر از $400^\circ C$ واکنش می‌دهد.

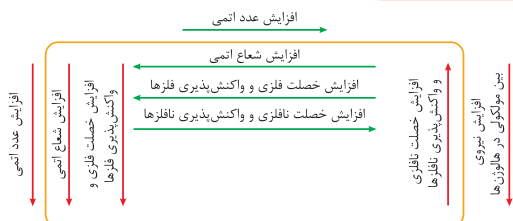
هر چه شدت نور یا آهنگ خروج گاز آزاد شده در یک واکنش شیمیایی بیشتر باشد، واکنش سریع‌تر و شدیدتر بوده و واکنش‌دهنده فعالیت شیمیایی بیشتری دارد.

در فلزها، شعاع اتمی با خصلت فلزی و واکنش‌پذیری، رابطه مستقیم دارد.

در نافلزها، شعاع اتمی با خصلت نافلزی و واکنش‌پذیری، رابطه معکوس دارد.

در تولید لامپ چراغ‌های جلوی خودروها از هالوژن‌ها استفاده می‌شود.

خلاصه روندهای تناوبی



رنگه بدوئین پیا با هم رابطه مستقیم یا معکوس دارند!

مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز



عناصرها به چه شکلی در طبیعت یافت می‌شوند؟

- اغلب عناصر در طبیعت به شکل ترکیب یافت می‌شوند.
- برخی نافلزها، مانند اکسیژن، نیتروژن و گوگرد و همچنین نمونه‌هایی از فلزهای نقره، مس و پلاتین به شکل آزاد در طبیعت وجود دارند.
- در بین فلزها، تنها طلا به شکل کلوخه‌ها یا رگه‌های زرد لابه‌لای خاک یافت می‌شود.

کاتیون‌ها و آنیون‌ها

- بار یون‌های تک‌اتمی که به آرایش گاز نجیب می‌رسند، برابر فاصله عنصر آن‌ها تا گاز نجیب مورد نظر، در جدول دوره‌ای است.
- اغلب، یون تک‌اتمی با بار بیشتر از $3+$ یا $3-$ نداریم، پس سه عنصر اول گروه ۱۴ جدول تناوبی (C ، Si ، Ge)، یون تک‌اتمی ندارند.
- اتم‌های Be و B و C ، Si و Ge یون تک‌اتمی ندارند.
- برخی فلزهای واسطه، تنها یک نوع یون تولید می‌کنند؛ مثل Sc^{3+} ، Zn^{2+} و Ag^+ . پس برای نام‌گذاری ترکیب‌های یونی آن‌ها از اعداد رومی استفاده نمی‌شود.

اکثر فلزهای واسطه، چند نوع یون تولید می‌کنند: $2+$ و $3+$ ؛ V ، Cr ، Mn ، Fe ، Co و Ni $2+$ و $3+$ ؛ Cu $1+$ و $2+$

فلزاتی که یک نوع کاتیون تولید می‌کنند: گروه ۱، $2+$ ، Al^{3+} ، Sc^{3+} ، Zn^{2+} ، Ag^+ و Ga^{3+}

نام: «یون + نام فلز» مثال: یون آلومینیم (Al^{3+}) و یون روی (Zn^{2+})

کاتیون‌ها: فلزاتی که بیش از یک نوع کاتیون تولید می‌کنند: $2+$ و $3+$ ؛ V ، Cr ، Mn ، Fe ، Co و Ni $1+$ و $2+$ ؛ Cu

نام: «یون + نام فلز + (بار به صورت عدد رومی)» مثال: یون آهن (III) (Fe^{3+})، یون مس (I) (Cu^+)، یون کبالت (III) (Co^{3+})

- آمونیم (NH_4^+) یک کاتیون چنداتمی است.

آنیون‌های تک‌اتمی: گروه ۱۵، ۱۶ و ۱۷

نام: «یون + نام (ریشه نام) نافلز + ید» مثال: یون اکسید (O^{2-})، یون کلرید (Cl^-) و یون نیتريد (N^{3-})

آنیون‌های چنداتمی: *این را بهتره همین‌جوری حفظ کنیم!*

(برمنگات) MnO_4^- ، (سیانید) CN^- ، (استات) CH_3COO^- ، (هیدروژن کربنات) HCO_3^- ، (نیترات) NO_3^- ، (هیدروکسید) OH^-

(سولفات) SO_4^{2-} و (کربنات) CO_3^{2-}

(فسفات) PO_4^{3-}

(سیلیکات) SiO_4^{4-}

فرمول نویسی و نام‌گذاری ترکیب‌های یونی

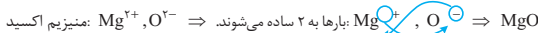
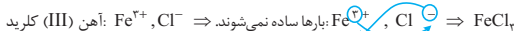
برای فرمول‌نویسی:

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

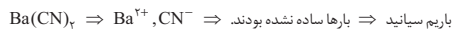
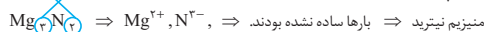
۲) اگر بارها قابل ساده‌شدن بودند، آن‌ها را ساده می‌کنیم.

۳) بار یون‌ها را پاس کاری کرده و به عنوان زیروند یون دیگر قرار می‌دهیم. (بدون توجه به علامت بار)

زیروند یون‌های چنداتمی متعلق به همه ذرات آن است، بنابراین باید یون چنداتمی را داخل پرانتز نوشته و زیروند آن را بیرون پرانتز بنویسیم.



- برای نام‌گذاری، برعکس بالا عمل می‌کنیم. فقط حواستان باشد، ممکن است بارها ساده شده باشند.



- آهن، فلزی است که در سطح جهان بیشترین مصرف سالانه را دارد.

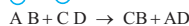
- آهن، اغلب در طبیعت به شکل اکسید یافت می‌شود.

واکنش دو ترکیب (واکنش جابه‌جایی دوگانه)

- جای دو عنصر اول ترکیب‌ها، با هم عوض می‌شود.

- محصولات اغلب، دو ترکیب دیگر هستند.

- شرط انجام واکنش: در فراورده‌ها حالتی غیر از (aq) هم داشته باشیم. (مثل رسوب (s) یا آب (l))

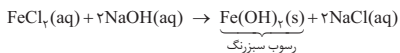




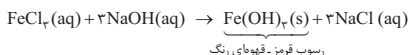
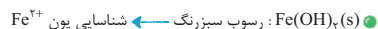
مرورنامه آزمون آزمایشی خیل سبز

شیمی

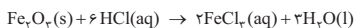
- در انجام واکنش‌های جابه‌جایی دوگانه، انجام واکنش هیچ ارتباطی به واکنش‌پذیری عنصرها ندارد.



واکنش آهن (II) کلرید با سدیم هیدروکسید:



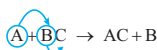
واکنش آهن (III) کلرید با سدیم هیدروکسید:



واکنش زنگ آهن (آهن (III) اکسید) با هیدروکلریک اسید:

- تبدیل زنگ آهن ($\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$ نامحلول در آب) به یک ترکیب محلول در آب ($\text{FeCl}_3(\text{aq})$).

– واکنش یک عنصر با یک ترکیب (واکنش جابه‌جایی یگانه) –



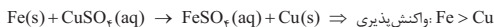
- جای عنصر با یکی از عنصرهای موجود در ترکیب عوض می‌شود.

- محصول، یک عنصر و یک ترکیب است.

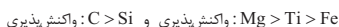
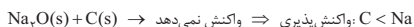
- شرط انجام واکنش، واکنش‌پذیری عنصر موجود در واکنش‌دهنده بیشتر از عنصر موجود در فرآورده (واکنش‌پذیری $A > B$).

- به طور کلی در هر واکنش شیمیایی که به طور طبیعی انجام می‌شود، واکنش‌پذیری فرآورده‌ها از واکنش‌دهنده‌ها کم‌تر است.

- اگر واکنشی به طور طبیعی انجام شود $\leftarrow$ واکنش‌پذیری: فرآورده > واکنش‌دهنده



- اگر واکنشی به طور طبیعی انجام نشود $\leftarrow$ واکنش‌پذیری: فرآورده < واکنش‌دهنده

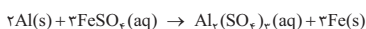


*** مقایسه واکنش‌پذیری چند عنصر ***



- واکنش فلز فعال‌تر با ترکیبی از فلز دیگر به طور طبیعی انجام می‌شود. مثلاً:

- ترکیبی از یک فلز را نمی‌توان در ظرفی از جنس فلز فعال‌تر نگهداری کرد. مثلاً محلول $\text{FeSO}_4(\text{aq})$ را نمی‌توانیم در ظرفی از جنس $\text{Al}(\text{s})$ نگهداری کنیم، چون با هم واکنش می‌دهند و ظرف و محلول اولیه از بین می‌روند.



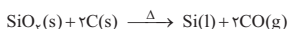
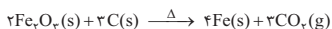
- شرایط نگهداری دشوارتر
- تمایل برای تبدیل شدن به ترکیب بیشتر
- ترکیب‌های پایدارتر از خودش
- استخراج آن دشوارتر

- اغلب فلزها در طبیعت به شکل سنگ معدن یافت می‌شوند.

- برای استخراج آهن از Fe_2O_3 می‌توان از عنصرهای فعال‌تر (مثل Na یا C) استفاده کرد.

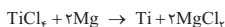
- دلیل استفاده از کربن: دسترسی آسان‌تر - صرفه اقتصادی بیشتر

واکنش استخراج آهن:



- واکنش تولید سیلیسیم: عنصر اصلی سازنده سلول‌های خورشیدی

- تیتانیوم (Ti): فلزی محکم با جگالی کم و مقاوم در برابر خوردگی - کاربرد در بدنه دوچرخه - این فلز را می‌توان از واکنش زیر تهیه کرد:



*** دنیای واقعی واکنش‌ها ***

– حل مسائل استوکیومتری همراه با درصد خلوص –

به طور کلی این مسائل را می‌توان از دو روش حل کرد:

$$100 \times \frac{\text{گرم خالص}}{\text{گرم ناخالص}} = \text{درصد خلوص (P)}$$

- 1 استفاده از روش کسرهای تبدیل و رابطه درصد خلوص

- 2 استفاده از نسبت‌های مولی و تناسب ضرب

برای استفاده از روش اول، باید مسیر حل تست در ذهن ما باشد و برای حل تست‌های مختلف باید از مسیرهای مختلفی استفاده کنیم. با توجه به تنوع تست‌ها، پیشنهاد ما استفاده از روش دوم است. در این روش تکلیف ما روشن است و انگار برای حل انواع تست‌ها، فقط یک روش داریم.

مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز



نسبت مولی برای مواد موجود در یک واکنش موازنه شده یا یک هم‌ارزی برابر است.

$$\left(\text{براساس کمیت خواسته شده} \right) \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} \left(\text{ماده مجهول} \right) = \frac{\text{ماده معلوم (براساس کمیت داده شده)}}{\text{ضریب}}$$

نسبت‌های مولی که تا این‌جا باید بلد باشیم، به صورت زیر هستند:

$$\frac{P}{V} = \frac{M \times V(L)}{M} = \frac{\text{چگالی} \times \text{لیتر گاز}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{\text{لیتر گاز}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{\text{لیتر گاز}}{\text{ضریب} \times \text{جرم}} = \frac{\text{تعداد ذره‌ها}}{\text{تعداد ذره‌ها}} = \frac{\text{مول}}{\text{مول}}$$

مثال با توجه به واکنش زیر، به ازای مصرف ۳ / ۰ مول HF، چند گرم NaF تولید و به تقریب چند گرم Na_4SiO_4 با خلوص ۸۰ درصد مصرف می‌شود؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید، $\text{Si} = 28, \text{Na} = 23, \text{F} = 19, \text{O} = 16 : \text{g.mol}^{-1}$) (کنکور ریاضی ۱۳۹۹، آردج از کشور)



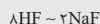
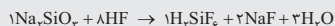
$$4 \quad 3 \quad 2 \quad 1$$

$$3 \quad 4 \quad 2 \quad 1$$

$$2 \quad 3 \quad 1 \quad 5$$

$$1 \quad 5 \quad 3 \quad 1 \quad 5$$

پاسخ بعد از موازنه واکنش، برای حل تست، ابتدا کافی است نسبت مولی (کمیت مول) برای HF را با نسبت مولی (کمیت گرم) برای NaF، برابر قرار دهیم.



$$\frac{4}{8} = \frac{x}{2 \times 23} \Rightarrow x = \frac{4 \times 46}{8} = 23$$

و برای قسمت دوم سؤال، نسبت مولی HF را با نسبت مولی Na_4SiO_4 (کمیت گرم ناخالص) برابر می‌گذاریم.



$$\frac{4 \times 284}{8} = \frac{x}{23} \Rightarrow x = \frac{4 \times 284 \times 23}{8} = 1318$$

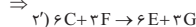
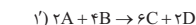
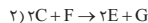
اگر دو یا چند واکنش (یا هم‌ارزی) با ماده مشترک داشته‌یم:

۱) ماده مشترک را پیدا می‌کنیم.

۲) ضریب ماده مشترک را در واکنش‌ها (یا هم‌ارزی‌ها) یکسان می‌کنیم.

۳) حالا می‌توانیم بین همه ماده‌های موجود در واکنش‌ها (یا هم‌ارزی‌ها) نسبت مولی را یکسان قرار دهیم.

واکنش ۱ را در عدد ۲ و واکنش ۲ را در عدد ۳ ضرب می‌کنیم. $\Rightarrow C = \text{ماده مشترک (ضریب آن باید در دو واکنش یکسان شود)}$



حل مسائل استوکیومتری همراه با بازده درصدی

به طور کلی این مسائل را می‌توان از دو روش حل کرد:

۱) استفاده از روش کسرهای تبدیل و رابطه بازده درصدی:

۲) استفاده از نسبت‌های مولی و تناسب:

۱) در اکثر تست‌های این قسمت با نسبت‌های مولی بین یک واکنش‌دهنده و یک فراورده سروکار داریم. برای حل، تنها نسبت مولی واکنش‌دهنده را در $\frac{Ra}{100}$ ضرب می‌کنیم.

$$\left(\text{فراورده} \right) \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} = \frac{Ra}{100} \times \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} \left(\text{واکنش دهنده} \right)$$

دو حالت بسیار کم‌تکرارتر:

۲) بین دو واکنش‌دهنده:

$$\left(\text{واکنش دهنده معلوم} \right) \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} = \frac{Ra}{100} \times \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} \left(\text{واکنش دهنده مجهول} \right)$$

۳) بین دو فراورده:

$$\left(\text{فراورده} \right) \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} \left(\text{فراورده} \right)$$



مرورنامه آزمون آزمایشی خیل سبز

شیمی

مثال

اگر جرم گاز کربن دی اکسید آزاد شده از تجزیه گرمایی ۱۰ گرم کلسیم کربنات، برابر جرم گاز کربن دی اکسید آزاد شده از سوختن کامل ۰/۳ مول گاز پروپان باشد، بازده درصدی واکنش تجزیه گرمایی کلسیم کربنات، کدام است؟ $(Ca = 40, O = 16, C = 12, H = 1: g.mol^{-1})$



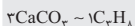
۸۵ (۴)

۸۰ (۳)

۹۵ (۲)

۹۰ (۱)

پاسخ جرم CO_2 برابر است. $\leftarrow CO_2$ ماده مشترک ضریب آن را در دو واکنش، یکسان می کنیم:



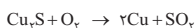
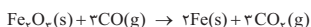
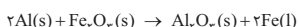
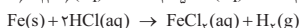
حالا داریم:

$$\frac{y\%}{y\% \times 3} \times \frac{Ra}{y\%} = \frac{3}{y\% \times 1} \Rightarrow Ra = 79\%$$

اگر در تستی چند واکنش با ماده مشترک داشتیم و قرار بود بین واکنش دهنده واکنش اول و فراورده واکنش آخر، نسبت ها را بنویسیم:

$$\left(\text{فراورده آخر} \right) \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} = \frac{Ra_1}{100} \times \frac{Ra_2}{100} \times \dots \times \frac{Ra_n}{100} \times \frac{\text{مول}}{\text{واکنش دهنده اول}}$$

یکی از راه های تهیه سوخت سبز (اتانول (C_2H_5OH)): استفاده از بقایای گیاهانی مانند نیلوفر، سیب زمینی و ذرت



واکنش بی هوازی تخمیر گلوز:

واکنش فلز آهن با محلول هیدروکلریک اسید:

از واکنش اغلب فلزها با اسید، گاز هیدروژن تولید می شود.

واکنش ترمیت:

فعالیت: $Al > Fe$

استفاده: صنعت جوشکاری - جوش دادن خطوط راه آهن

واکنش Fe_2O_3 با CO :

آهن (III) اکسید: رنگ قرمز در نقاشی

گیاهبالایی: بیرون کشیدن فلز از لایه لای خاک با استفاده از گیاهان

برای استخراج فلزهای روی (Zn) و نیکل (Ni) مقرون به صرفه نیست. درصد مناسب در سنگ معدن

برای استخراج فلزهای طلا (Au) و مس (Cu) مقرون به صرفه است. درصد کم در سنگ معدن

تهیه مس خام:

سولفید چندین فلز واسطه

کنج های اعماق دریا: کلوخه ها و پوسته هایی غنی از فلزهایی مانند منگنز (Mn)، کبالت (Co)، آهن (Fe)، نیکل (Ni)، مس (Cu) و ...

غلظت این گونه های فلزی در کف اقیانوس، نسبت به ذخایر زمینی بیشتر است.

جریان فلز بین محیط زیست و جامعه

آهنک مصرف و استخراج فلز، بسیار بیشتر از آهنک بازگشت فلز به طبیعت به شکل سنگ معدن است.

فلزها منابعی تجدیدناپذیر هستند.

کاهش ردیای کربن دی اکسید

کاهش سرعت گرمایش جهانی

کاهش از بین رفتن گونه های زیستی

کمک به توسعه پایدار کشور

اقتصادی

اجتماعی

زیست محیطی

از آن جا که آهنک مصرف و استخراج فلزات از آهنک بازگشت آن ها به طبیعت کندتر است، می توان فلزات را منابع تجدیدناپذیر دانست.

در استخراج ۱۰۰۰ کیلوگرم فلز آهن، تقریباً ۲۰۰۰ کیلوگرم سنگ معدن آهن و ۱۰۰۰ کیلوگرم از منابع معدنی دیگر استفاده می شود.

از بازگردانی ۷ قوطی فولادی، آن قدر انرژی ذخیره می شود که می توان یک لامپ ۶۰ واتی را در حدود ۲۵ ساعت روشن نگه داشت.

رد پای کربن دی اکسید را کاهش می دهد.

سبب کاهش سرعت گرمایش جهانی می شود.

گونه های زیستی کمتری از بین می روند.

به توسعه پایدار کشور کمک می کند.

مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز



کاربرد ارزیابی چرخه عمر: برای ارزیابی میزان تأثیر یک فرآورده برسی محیط زیست در مدت طول عمر آن به کار می‌رود.

ارزیابی از استخراج و تولید مواد خام برای تولید یک فرآورده

ارزیابی توزیع فرآورده

ارزیابی مصرف فرآورده

ارزیابی دفع فرآورده

پایه دوازدهم

فصل سوم

۱) مواد اولیه برای ساخت آثار به جای مانده از گذشتگان، دارای ویژگی‌های خاصی از جمله پایداری مناسب، استحکام زیاد، واکنش‌پذیری کم، در دسترس بودن و فراوانی است.

۲) خاک رس مخلوطی از مواد گوناگون است و به طور کلی از اکسیدهای فلزی و اکسید شبه‌فلزی (SiO_2) و آب و ... تشکیل شده است.

ماده	SiO_2	Al_2O_3	H_2O	Na_2O	Fe_2O_3	MgO	Au و دیگر مواد
ترتیب فراوانی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷

نکات مهم

- در یک نمونه خاک رس، سیلیسیم دی‌اکسید (سیلیس) بیشترین درصد جرمی را دارد.
- از بین اجزای سازنده خاک رس، « SiO_2 » جامد کووالانسی، « MgO »، « Fe_2O_3 »، « Na_2O »، « Al_2O_3 » جامد یونی، « H_2O » ترکیب مولکولی و «Au» جامد فلزی است.
- سرخ‌فام‌بودن این نوع خاک رس به دلیل وجود « Fe_2O_3 » (آهن (III) اکسید) می‌باشد.
- هنگام پختن سفالینه‌های تهیه‌شده از خاک رس، جرم H_2O و درصد جرمی آن کاهش می‌یابد. دقت کنید که جرم سایر اکسیدها ثابت است، اما درصد جرمی آن‌ها (به علت کاهش جرم آب و در نتیجه کاهش جرم خاک رس) افزایش می‌یابد!
- درصد جرمی هر ماده در یک نمونه، مقدار گرم آن ماده را در ۱۰۰ گرم از نمونه نشان می‌دهد:

$$\text{درصد جرمی یک ماده معین در نمونه} = \frac{\text{جرم ماده مورد نظر}}{\text{جرم کل نمونه}} \times 100$$

انواع مواد

- بر مبنای نوع ذرات سازنده و نحوه اتصال ذرات سازنده به هم و خواص آن به ۴ دسته تقسیم می‌کنند:

۱- مواد یونی -

در ساختار این مواد، یون‌های مثبت و منفی با نظم خاصی کنار هم چیده شده و بلور غول‌آسایی را پدید می‌آورند که در آن جاذبه بسیار قوی به نام پیوند یونی میان یون‌های نااهم‌نام وجود دارد.

۱) اغلب ترکیب‌های فلز با نافلز مانند Fe_2O_3 و ... (به‌جز AlCl_3 و ...)

۲) همه ترکیب‌های حاصل از کاتیون آمونیوم (NH_4^+)

۳) ترکیب‌های تشکیل‌شده از آنیون‌ها و کاتیون‌های چنداتمی مانند: Na_2SO_4 و ...

۴) پیوند هیدروژن با فلزات

۲- مواد مولکولی -

موادی که از مولکول‌های مستقل از هم تشکیل شده‌اند. این نوع مواد در حالت جامد از ساختار ذره‌ای موسوم به جامد مولکولی برخوردارند. مواد مولکولی اغلب از تشکیل پیوندهای اشتراکی بین اتم‌های نافلزی و یا بین اتم‌های نافلزی و شبه‌فلزی به وجود می‌آیند. مانند CO_2 ، NH_3 ، SiCl_4 و ...

۱) مولکول‌های دو یا چند اتمی با اتم‌های یکسان (عناصر مولکولی) مانند H_2 ، I_2 ، S_8 و ...

۲) اغلب ترکیب‌های حاصل از دو یا چند اتم نافلزی مانند CO_2 ، NO_2 و ...

۳) ترکیب هیدروژن با نافلزات مانند NH_3 ، PH_3 و H_2O و ...

۴) ترکیب‌های بریلیم (Be) و بور (B) با سایر عناصر مانند BeF_2 ، BCl_3 و ...

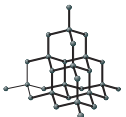
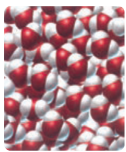
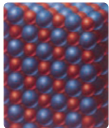
دقت کنید که B و Be یون تشکیل نمی‌دهند.

۵) اغلب ترکیبات آلی

۳- جامد کووالانسی -

در ساختار برخی مواد که پیوند بین اتم‌های آن‌ها از نوع اشتراکی است، مولکول‌های جدا از هم دیده نمی‌شود که به آن‌ها مواد کووالانسی می‌گویند.

در واقع جامدهای کووالانسی، موادی هستند که از ایجاد پیوندی اشتراکی میان تعداد بسیار زیادی از اتم‌ها به وجود می‌آیند. در بلور این گونه مواد، کل اتم‌هایی که در بلور حضور دارند، به طور یکپارچه از طریق تشکیل پیوندهای کووالانسی به یکدیگر متصل شده و شبکه غول‌آسایی را ساخته‌اند.

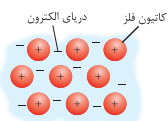
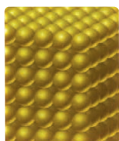


جامدهای کووالانسی نقطه ذوب بالایی دارند و عنصرهای اصلی سازنده این جامدها در طبیعت، نافلز کربن (C) و شبه فلز سیلیسیم (Si) هستند. از این دو عنصر تاکنون یون تک اتمی در هیچ ترکیبی شناخته نشده است.

۱. مواد کووالانسی به دلیل دیرگداز بودن، در دما و فشار اتاق به حالت جامد هستند.

مثال جامدهای کووالانسی: الماس (C)، گرافیت (C)، سیلیس (Si)، سیلیس (SiO₂)، سیلیسیم کربید (SiC) و سیلیسیم (Si)

۴- جامد فلزی -



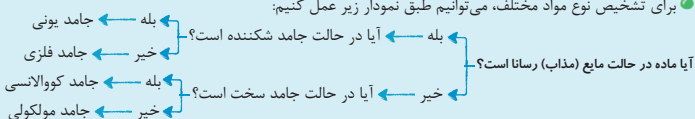
ساختار فلز، براساس مدل دریای الکترونی، آرایش منظمی از کاتیون های فلزی در سه بعد است که در فضای میان آن ها، الکترون های ظرفیت (بسیارترین الکترون های موجود در اتم) دریایی را ساخته اند و در آن آزادانه جابه جا می شوند.

۱. جاذبه بین بار منفی دریای الکترونی با کاتیون های درون آن، به پیوندی فلزی موسوم است.

۲. دریای الکترونی عامل حفظ چیدمان کاتیون ها در شبکه بلور فلز است.

نکات مهم

- تنوع و شمار مواد مولکولی بیشتر از مواد یونی و آن هم بیشتر از مواد کووالانسی است.
- ترکیب هایی که در دما و فشار اتاق مایع هستند، جزء مواد مولکولی به شمار می روند. (مواد یونی و کووالانسی نقطه ذوب بالایی دارند و در دما و فشار اتاق به حالت جامدند).
- برای تشخیص نوع مواد مختلف، می توانیم طبق نمودار زیر عمل کنیم:



سیلیسیم (Si) و سیلیس (SiO₂) -

۱. فراوان ترین عناصر سازنده کره زمین به ترتیب Fe < O < Si هستند. از طرفی، فراوان ترین عناصر سازنده پوسته جامد زمین به ترتیب Si و O هستند. (بنابراین سیلیسیم فراوان ترین شبه فلز پوسته جامد زمین است.)

ترکیب های گوناگون دو عنصر Si و O، بیش از ۹۰٪ پوسته جامد زمین را تشکیل می دهند. بر این اساس، سیلیس (SiO₂) فراوان ترین اکسید در پوسته جامد زمین به شمار می رود.

۱. Si (شبه فلزی از خانواده کربن (گروه ۱۴)) در طبیعت به حالت خالص یافت نشده و به طور عمده به شکل سیلیس یافت می شود.

۲. سیلیسیم در طبیعت به حالت خالص یافت نمی شود و در عوض کربن در طبیعت به حالت خالص وجود دارد.

۳. سیلیسیم، رسانایی گرمایی بالا، ولی رسانایی الکتریکی اندکی دارد، پراک، صیقلی و شکننده است و در اثر ضرب خرد می شود. این عنصر اصلی سازنده سلول های خورشیدی است.

نکات مهم

- سیلیسیم (و نیز فسفر و گوگرد) از جمله عنصرهای اکسیژن دوست هستند؛ به طوری که در طبیعت به شکل نمک های اکسیژن دار یافت می شوند. یکی از یون های چندانی که سیلیسیم با اکسیژن تشکیل می دهد، یون سیلیکات (SiO₄⁴⁻) است که ساختار لوویس آن به صورت مقابل است:
- از دو عنصر Si و C تاکنون یون تک اتمی مشاهده نشده است. البته اتم های سیلیسیم و کربن در ساختار برخی از یون های چندانی مثل کربنات و سیلیکات یافت می شوند. بنابراین این دو عنصر با تشکیل پیوندهای اشتراکی به آرایش الکترونی هشت تایی می رسند.
- تشکیل پیوند اشتراکی میان اتم ها، منجر به:

۱) تشکیل جامد کووالانسی می شود، اگر تعداد زیادی اتم در شبکه غول آسا با پیوندهای کووالانسی به هم متصل می شوند.

۲) تشکیل ماده مولکولی می شود، اگر تعداد مشخصی اتم با پیوند کووالانسی به هم متصل شوند.

۳) سیلیس، دارای سختی و دمای ذوب به مراتب بالاتری نسبت به یخ خشک (کربن دی اکسید جامد - رنگ سفید) است و برخلاف آن جزء مواد مولکولی نیست.

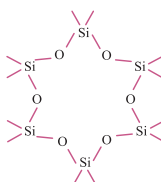
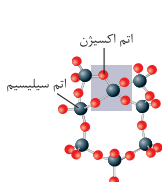
۴) سیلیس خالص به دلیل داشتن خواص نوری ویژه در ساخت منشورها و عدسی ها به کار می رود.

۵) ترکیب SiO₂ افزون بر خاک های رس، یکی از سازنده های اصلی بسیاری از سنگ ها، صخره ها و نیز شن و ماسه است. وجود این ماده باعث استحکام و ماندگاری سازه های سنگی و نقش کنده های روی آن ها شده است.

۶) کوارتز از جمله نمونه های خالص و ماسه از جمله نمونه های ناخالص سیلیس است.

۷) پختن نان سنگک بر روی دانه های درشت سنگ را می توان نشانه ای از مقاومت گرمایی بالای سیلیس دانست.

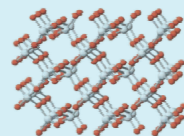
۸) سیلیس در حالت خالص و تراش خورده، شفاف، زیبا و سخت است.





نکات مهم

- در ساختار سیلیس، همه اتم‌ها (اتم‌های سیلیسیم و اکسیژن) با پیوندهای اشتراکی به یکدیگر متصل شده‌اند.
- سیلیس، شامل شمار بسیار زیادی از اتم‌های سیلیسیم و اکسیژن با پیوندهای اشتراکی $\text{Si}-\text{O}-\text{Si}$ بوده و دارای ساختاری به هم پیوسته و غول‌آسا است. (در ساختار سیلیس فقط پیوند $\text{Si}-\text{O}$ وجود دارد).
- در ساختار سیلیس، هر اتم سیلیسیم با ۴ پیوند اشتراکی به ۴ اتم اکسیژن دیگر متصل است و هر اتم اکسیژن با دو پیوند اشتراکی به ۲ اتم سیلیسیم متصل است.
- در ساختار سیلیس حلقه‌های شش‌ضلعی وجود دارد که در رأس‌های هر یک از این شش‌ضلعی‌ها، اتم‌های Si قرار دارد و هر ضلع آن‌ها شامل دو پیوند اشتراکی $\text{Si}-\text{O}$ است.
- در همه حلقه‌ها، شمار اتم‌های سیلیسیم با شمار اتم‌های اکسیژن برابر است.
- میانگین آنتالپی پیوند: $\text{Si}-\text{Si} < \text{Si}-\text{O} \leftarrow$ پایداری: $\text{Si} < \text{SiO}_2 \leftarrow$ سیلیسیم در طبیعت به صورت سیلیس (SiO_2) یافت می‌شود.



شبكة بلوری سیلیس

– دگرشکل (آلوتروپ)‌های کربن –

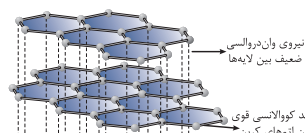
به شکل‌های گوناگون مولکولی یا بلوری یک عنصر در طبیعت، دگرشکل گفته می‌شود. در واقع اگر از عنصری بتوان شکل‌های گوناگونی یافت، هر کدام آلوتروپی از آن عنصر محسوب می‌شوند:

۱. الماس

- جامد کووالانسی با شبکه غول‌آسا و با چگالش سه‌بعدی
- کاربرد در ساخت مته‌ها و ابزار برش شیشه
- سخت‌ترین ماده طبیعی شناخته‌شده با نقطه ذوب بسیار بالا
- دارای چگالی بیشتر نسبت به گرافیت (چگالی الماس: 3.51 g/cm^3)
- تارسنای جریان برق، اما رسانای گرمایی بسیار بالا
- در آن هر اتم کربن با ۴ پیوند به ۴ اتم کربن دیگر متصل است.

۲. گرافیت

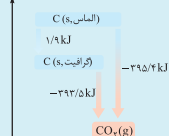
- جامد کووالانسی با شبکه غول‌آسا و با چگالش دوبعدی
- هر لایه گرافیت، یک شبکه دوبعدی به هم پیوسته از اتم‌های کربن است که پیوندهای موجود در هر لایه و میان اتم‌های کربن از نوع کووالانسی، اما بین هر لایه با لایه دیگر، از نوع وان‌دروالسی است.



- گرافیت برخلاف الماس نرم بوده و برای تولید مغز مداد از آن استفاده می‌شود.
- دارای ساختار لایه‌ای (هر لایه آن، گرافن نامیده می‌شود).
- چگالی کمتر نسبت به الماس (چگالی گرافیت: 2.27 g/cm^3)
- رسانای جریان برق و دارای دمای ذوب بالا است؛ به همین جهت برای مثال به عنوان الکترودهای بی‌اثر در برق‌کافت مواد از آن استفاده می‌شود.
- برخلاف الماس دارای سطح تیره است. (گرافیت رسانایی گرمایی ندارد).
- در ساختار هر لایه آن، هر اتم کربن به ۳ کربن دیگر متصل است و هر اتم کربن بین ۳ حلقه شش‌ضلعی مشترک است.
- عامل اثرگذاری گرافیت موجود در مغز مداد بر روی کاغذ، ساختار لایه‌ای آن است.

نکات مهم

- تعداد پیوندهای اشتراکی هر اتم کربن هم در الماس و هم در گرافیت برابر ۴ و عدد اکسایش اتم‌های کربن در هر دو برابر صفر است.
- طول پیوند کربن – کربن در گرافیت کوتاه‌تر است و میانگین آنتالپی پیوند کربن – کربن در گرافیت بیشتر از الماس است.
- در حجم یکسان از الماس و گرافیت، و جرم و شمار اتم‌های کربن در الماس بیشتر است. (چگالی الماس بیشتر از گرافیت است).
- اگر گرافیت و الماس در اکسیژن به طور کامل بسوزند، به ازای هر مول، یک مول کربن دی‌اکسید ولی گرمای متفاوتی آزاد می‌کنند. یعنی این دو ماده سطح انرژی و پیوندهای متفاوتی دارند و در نتیجه انرژی پتانسیل وابسته به هر کدام متفاوت است.
- سطح انرژی گرافیت پایین‌تر از الماس بوده و پایدارتر است.



- ظرفیت گرمایی ویژه الماس از گرافیت کم‌تر است؛ پس وقتی به جرم یکسان از الماس و گرافیت، مقدار یکسانی گرما دهیم، تغییر دمای الماس بیشتر از گرافیت خواهد بود.
- آنتالپی پیوند $\text{C}-\text{C}$ از $\text{Si}-\text{Si}$ بیشتر است، چون شعاع اتمی C از Si کم‌تر است.



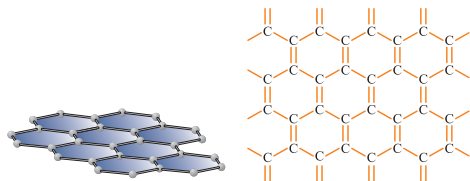
● ساختار الماس مانند ساختار سیلیسیم خالص است، اما نقطه ذوب این جامد کووالانسی بالاتر از نقطه ذوب سیلیسیم است. در واقع برای ذوب کردن الماس و سیلیسیم، باید بر نیروی پیوندهای $C-C$ و $Si-Si$ موجود در بلور این مواد غلبه کنیم و از آنجا که آنتالپی پیوند $C-C$ بیشتر از آنتالپی پیوند $Si-Si$ است، پس برای ذوب کردن الماس به انرژی بیشتری نیاز بوده و نقطه ذوب این ماده بالاتر است.

۳. گرافن

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

۲ یک روش ساده برای تهیه گرافن، استفاده از گرافیت و نوار چسب نازک برای جدا کردن لایه‌هایی از آن است. در این روش، نخست مقداری گرد گرافیت را بین دو تکه نوار چسب فشار می‌دهند و سپس، یکی از نوارچسب‌ها را جدا می‌کنند. با ادامه این فرایند، لایه‌ای به ضخامت نانومتر در برخی قسمت‌های نوارچسب باقی می‌ماند که همان گرافن است.

۳ ساختار گرافن به صورت مقابل است:



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

۵ ضخامت هر صفحه گرافن به اندازه یک اتم کربن است؛ پس انتظار می‌رود که گرافن شفاف و انعطاف‌پذیر باشد.

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

۷

سختی، طول پیوند کربن - کربن، شمار اتم‌های متصل‌شده به هر اتم کربن، چگالی، قدرمطلق آنتالپی سوختن و ارزش سوختی

ویژگی‌هایی که در الماس بیشتر از گرافیت است.

رسانایی الکتریکی، آنتالپی پیوند کربن - کربن، پایداری، گرمای ویژه

ویژگی‌هایی که در گرافیت بیشتر از الماس است.

- سیلیسیم کریبد -

۱ سیلیسیم کریبد با فرمول شیمیایی SiC ، یک ساینده ارزان قیمت است که در دسته جامدهای کووالانسی قرار می‌گیرد.

۲ سیلیسیم کریبد، ساختاری مشابه الماس و سیلیسیم دارد (یک جامد کووالانسی سه‌بعدی است) و از آن در تهیه سنباده استفاده می‌شود.

۳ در ساختار SiC ، اطراف هر اتم Si ، ۴ اتم C و اطراف هر اتم C ، ۴ اتم Si وجود دارد.

۴

سیلیسیم > سیلیسیم کریبد > الماس: سختی

سیلیسیم > سیلیسیم > سیلیسیم کریبد > الماس: نقطه ذوب

- مواد مولکولی و انواع آن -

۱ به موادی که در ساختار خود مولکول‌های مجزا دارند، مواد مولکولی می‌گویند که هر مولکول شامل ۲ یا چند اتم با پیوندهای اشتراکی بوده و نقش مهمی در تعیین خواص و رفتار این دسته از مواد دارد.

۲ در مواد مولکولی، فرمول شیمیایی به فرمول مولکولی و برهم‌کنش میان مولکول‌های آن‌ها به نیروهای بین مولکولی معروف است که می‌تواند از نوع وان‌دروالسی یا هیدروژنی باشد.

۳ اغلب ترکیب‌های آلی جزء مواد مولکولی هستند. توجه داریم که واژه‌های شیمیایی رایج مانند ماده مولکولی، فرمول مولکولی و نیروهای بین مولکولی را صرفاً برای مواد مولکولی به کار می‌بریم و برای جامدهای کووالانسی و ترکیب‌های یونی، نمی‌توان از این واژه‌ها استفاده کرد.

۴ همه ترکیب‌هایی که در دما و فشار اتاق به حالت مایع و یا گاز هستند را در دسته مواد مولکولی قرار می‌دهیم.

۵ رفتار فیزیکی مواد مولکولی به نوع و قدرت نیروهای بین مولکولی آن‌ها بستگی دارد؛ در حالی که رفتار شیمیایی این مواد به طور عمده به پیوندهای اشتراکی (جفت‌الکترون‌های پیوندی) و جفت‌الکترون‌های ناپیوندی موجود در مولکولی (نیروی درون مولکولی) آن‌ها وابسته است.

۶ رفتارهای فیزیکی و شیمیایی مواد مولکولی به شرح جدول زیر هستند:

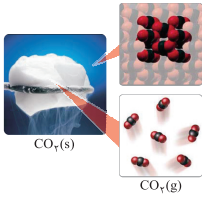
رفتار فیزیکی مواد	آنتالپی تبخیر - نقطه ذوب و جوش - چگالی مواد - حالت فیزیکی مواد (جامد، مایع، گاز)
رفتار شیمیایی مواد	آنتالپی سوختن - واکنش‌پذیری

مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز



- یخ خشک ($\text{CO}_2(\text{s})$) -

یخ خشک یک جامد مولکولی است که از مولکولهای CO_2 تشکیل شده است و بین این مولکولها در حالت فیزیکی جامد نیروی بین مولکولی وجود دارد نه پیوند اشتراکی!



- یخ ($\text{H}_2\text{O}(\text{s})$) -

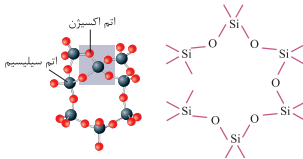
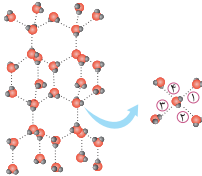
۱ در ساختار یخ، اطراف هر مولکول آب، ۴ پیوند هیدروژنی وجود دارد.

۲ آرایش منظم و سه بعدی با تشکیل حلقه‌های شش گوشه

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

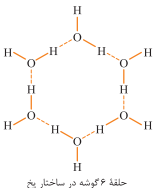
۴ دانه برف یک سازه یخی طبیعی است که مبنای تشکیل آن حلقه‌های ۶ گوشه است.

۵ سازه‌های یخی شفاف هستند؛ یخ (جامد مولکولی) و سیلیس (جامد کووالانسی) ظاهری مشابه دارند.



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

۷ در یخ، هر یک از حلقه‌های شش ضلعی، شامل ۶ پیوند اشتراکی و ۶ پیوند هیدروژنی، یعنی مجموعاً ۱۲ پیوند است.



حلقه ۶ گوشه در ساختار یخ

- رفتار مولکولها و توزیع الکترون -

۱ شیمی‌دانها برای نمایش توزیع الکترونها و بررسی تراکم روی اتمهای سازنده یک گونه شیمیایی، از شکل‌هایی به نام نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی استفاده می‌کنند.

۲ در نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی، به اتمی که تراکم بار الکتریکی روی آن بیشتر است، بار جزئی منفی (δ^-) و به اتم دیگر، بار جزئی مثبت (δ^+) نسبت می‌دهند.

۳ گشتاور دو قطبی مولکولهای قطبی (دارای عدم تقارن بار جزئی مثبت و منفی در مولکول) بزرگ‌تر از صفر است و در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند.

۴ هر پیوند کووالانسی، نتیجه به اشتراک گذاشته شدن یک الکترون لایه ظرفیت دو اتم است. احتمال حضور جفت‌الکترون پیوندی پیرامون دو هسته، براساس تفاوت خصلت نافلزی دو اتم، می‌تواند یکسان و متقارن و یا غیرمتقارن باشد.

مقایسه خصلت نافلزی $\text{H} < \text{C} < \text{S} < \text{I} < \text{Br} < \text{Cl} < \text{N} < \text{O} < \text{F}$

۵ قواعد تعیین سریع قطبی بودن یا نبودن مولکولها:

۱ در مورد مولکولهای دواتمی، اگر دو اتم از یک عنصر باشند، مولکول ناقطبی و در غیر این صورت، مولکول قطبی است. برای مثال، Cl_2 ، O_2 ، N_2 و ... ناقطبی و CO ، NO و HF و ... قطبی هستند.

۲ در مورد مولکولهای بیش از دو اتم، اگر اتمهای متصل به اتم مرکزی، همگی به یک عنصر تعلق نداشته باشند، مولکول قطبی است. برای مثال، CH_4 ، SO_2 ، H_2O ، NH_3 ، CH_3F ، CH_3OH ، CH_3Cl و ... قطبی هستند.

۳ در مولکولهای چنداتمی (دارای بیش از دو اتم)، اگر اتمهای متصل به اتم مرکزی، همه از یک جنس باشند، باید وجود الکترون ناپیوندی را بر روی اتم مرکزی ارزیابی کنیم. اگر اتم مرکزی، الکترون ناپیوندی داشته باشد، مولکول قطبی و در غیر این صورت، مولکول ناقطبی خواهد بود.

برای مثال، CH_4 ، SO_2 و ... ناقطبی و H_2O ، NH_3 و ... قطبی هستند.

● یکی از عواملی که می‌تواند تقارن و توزیع یکنواخت بارهای الکتریکی را در مولکولهای چنداتمی به هم بزند، وجود جفت الکترونهای ناپیوندی روی اتم مرکزی است.

- بررسی مولکولهای دواتمی -

۱ ساده‌ترین مولکولها، دواتمی هستند. مولکولهایی مانند H_2 و Cl_2 که از دو اتم یکسان تشکیل شده‌اند، مولکول دواتمی جور هسته نامیده می‌شوند. چنین مولکولهایی در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کنند. به عبارت دیگر، گشتاور دو قطبی آن‌ها برابر با صفر بوده و مولکولهای ناقطبی هستند. نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی این مولکولها به صورت مقابل است:



۲ مولکولهای دواتمی مانند HCl ، NO ، مولکول دواتمی ناجور هسته بوده و قطبی هستند. برای مثال، نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی مولکولهای هیدروژن کلرید به صورت مقابل است:

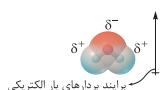
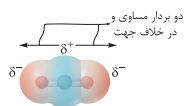


- ۳ نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی نمایش احتمال حضور الکترون‌ها در مولکول‌ها را نشان می‌دهد. در این ساختار، رنگ سرخ تراکم بیشتر بار منفی و رنگ آبی تراکم کم‌تر بار الکتریکی منفی را نشان می‌دهد.
- ۴ در مولکول‌های ناجور هسته مانند HCl احتمال حضور جفت‌الکترون پیوندی پیرامون هسته اتمی با خاصیت نافلزی بیشتر (اتم کلر)، بیشتر است. به همین خاطر، می‌توان گفت در این مولکول‌ها احتمال حضور الکترون‌های پیوندی روی هسته اتم‌ها، یکسان و متقارن نیست.
- ۵ در مولکول‌های جور هسته، احتمال حضور جفت‌الکترون پیوندی در فضای بین دو هسته بیشتر است. الکترون‌های پیوندی در این مولکول‌ها بیشتر وقت خود را در فضای بین دو هسته می‌گذرانند. به همین خاطر، احتمال حضور الکترون‌ها روی هسته‌ها یکسان و متقارن است.

نکات مهم

- در یک مولکول، در صورتی که برابند بارهای جزئی مثبت و منفی (برابند بردار قطبیت پیوندها) صفر شود، آن مولکول ناقطبی است و در غیر این صورت، آن مولکول قطبی است.
- مولکول‌هایی با گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر، در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند.

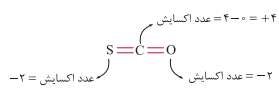
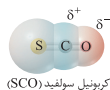
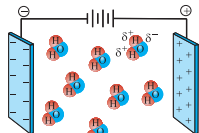
مقایسه مولکول‌های سه‌اتمی (خمیده (H_2O) و خطی (CO_2)) -



مولکول آب قطبی و مولکول کربن دی‌اکسید ناقطبی است. به ساختارهای مقابل توجه کنید:

۱ در مولکول آب، شعاع اتم O از شعاع اتم H بزرگ‌تر و در مولکول‌های CO_2 ، شعاع اتم C از شعاع اتم‌های O بزرگ‌تر است.

- ۲ در هر دو ماده، بار جزئی منفی روی اتم اکسیژن است.
- ۳ در H_2O توزیع نامتقارن بار الکتریکی پیرامون اتم مرکزی موجب قطبیت H_2O ، ولی در CO_2 توزیع متقارن بار الکتریکی سبب ناقطبی بودن CO_2 شده است.
- ۴ مولکول CO_2 برخلاف H_2O در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کند و گشتاور دوقطبی آن صفر است، اما مولکول خمیده و V شکل آب در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند. (اتم‌های هیدروژن سمت صفحه با بار منفی و اتم اکسیژن به سمت صفحه با بار مثبت متمایل می‌شوند).



بررسی ساختار کربونیل سولفید SCO -

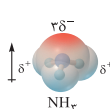
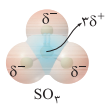
- ۱ دقت کنید که در فرمول کربونیل سولفید، S اول نوشته شده، اما در این مولکول C اتم مرکزی است.
- ۲ در پیوند $C=O$ اکسیژن دارای بار جزئی منفی (δ^-) و کربن دارای بار جزئی مثبت (δ^+) است. تراکم بار الکتریکی روی هر دو اتم S و C تقریباً یکسان است؛ زیرا خاصیت نافلزی این دو عنصر تفاوت چندانی با هم ندارد. (خصالت نافلزی S کمی بیشتر از اتم C است که این نکته را برای تعیین عدد اکسایش اتم‌ها در نظر می‌گیریم).
- ۳ دقت کنید که در ساختار SCO ، اتم S دارای بیشترین شعاع اتمی و اتم O دارای کم‌ترین شعاع اتمی است.
- ۴ کربونیل سولفید مانند CO_2 ، مولکولی خطی است اما این مولکول، قطبی است و در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند.

نکات مهم

- در مولکول خطی سه‌اتمی، هر سه اتم سازنده آن بر روی یک خط راست قرار دارند.
- مولکول‌هایی با شکل خطی می‌توانند قطبی و یا ناقطبی باشند.
- در مولکول‌های سه‌اتمی خطی، اگر به اتم مرکزی اتم‌های یکسانی متصل باشد، مولکول ناقطبی است. مثل CS_2 ، CO_2 .
- در مولکول‌های سه‌اتمی خطی، اگر به اتم مرکزی، اتم‌های متفاوتی متصل باشد، مولکول قطبی است. مثل SCO ، $H.CN$.

مقایسه مولکول‌های چهاراتمی SO_3 (با ساختار سه‌ضلعی مسطح) و NH_3 (با ساختار هرمی) -

- ۱ در نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی مولکول SO_3 ، نواحی اطراف اتم‌های O سرخ و نواحی اطراف اتم S آبی‌رنگ است؛ بنابراین احتمال حضور الکترون‌های پیوندی اطراف هسته اتم‌های O بیشتر و اکسیژن دارای بار جزئی منفی (δ^-) و گوگرد دارای بار جزئی مثبت (δ^+) است.
- ۲ توزیع الکترون‌ها پیرامون اتم گوگرد، یکنواخت و متقارن است؛ پس SO_3 ناقطبی بوده و در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کند.
- ۳ در نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی مولکول NH_3 ، نواحی اطراف اتم N با رنگ سرخ و نواحی اطراف اتم‌های H، با رنگ آبی مشخص شده است؛ بنابراین احتمال حضور الکترون‌های پیوندی اطراف هسته اتم N بیشتر و نیتروژن دارای بار جزئی منفی (δ^-) و هیدروژن دارای بار جزئی مثبت (δ^+) است.
- ۴ توزیع الکترون‌ها پیرامون اتم نیتروژن، غیریکنواخت و نامتقارن است؛ پس NH_3 نامتقارن و قطبی بوده و در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند. (دقت کنید که در ساختار لوویس مولکول NH_3 ، اتم مرکزی دارای جفت‌الکترون ناپیوندی و در ساختار لوویس مولکول SO_3 ، اتم مرکزی فاقد جفت‌الکترون ناپیوندی است).



مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز



– مقایسه کلروفرم (CHCl_3) و کربن تتراکلرید (CCl_4) –



- ۱) هر دو این مولکول‌ها، جزء مولکول‌های اتمی محسوب می‌شوند که دارای شکل هندسی چهاروجهی هستند.
- ۲) دقت کنید که CCl_4 مولکولی متقارن و ناقطبی، ولی CHCl_3 مولکولی نامتقارن و قطبی محسوب می‌شود.
- ۳) در نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی مولکول CCl_4 ، اتم‌های کلر به علت خصلت نافلزی بیشتر، به رنگ سرخ هستند و بار جزئی منفی دارند، اما از آن‌جا که CCl_4 مولکولی متقارن است، بار الکتریکی به صورت متقارن در آن توزیع یافته و برابند حاصل از بارهای جزئی مثبت و منفی صفر است.
- ۴) در نقشه پتانسیل الکتروستاتیکی مولکول CHCl_3 ، باز هم اتم‌های کلر به علت خصلت نافلزی بیشتر، به رنگ سرخ (بار جزئی δ^-) هستند. از طرفی دیگر، به علت خصلت نافلزی کم‌تر H نسبت به C، اتم H به رنگ آبی و با بار جزئی مثبت (δ^+) نشان داده شده‌اند و چون توزیع بار این مولکول متقارن نیست، مولکولی قطبی محسوب می‌شود.
- ۵) هر دو این مواد در دمای اتاق به حالت مایع هستند. اگر به باریکه هر دو مایع، یک میله بارور نزدیک کنیم، کلروفرم برخلاف کربن تتراکلرید، به سمت میله باردار منحرف می‌شود.

نکات مهم

- دی‌متیل اتر ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$)، یک ترکیب قطبی است، در حالی که پروپان (C_3H_8)، همانند سایر هیدروکربن‌ها، یک ترکیب ناقطبی است.
- دی‌متیل اتر و پروپان در دمای اتاق گازی شکل هستند.
- پروپان دارای دمای جوش کم‌تر از دی‌متیل اتر است و نسبت به دی‌متیل اتر، سخت‌تر به مایع تبدیل می‌شود.
- گشتاور دو قطبی اغلب هیدروکربن‌ها مانند پروپان، ناچیز و در حدود صفر است؛ بنابراین توزیع بار الکتریکی در نقشه پتانسیل الکتریکی این مولکول‌ها، یکنواخت و متقارن است. مانند اتین!
- اتین (C_2H_2) هم یک مولکول خطی است که هر چهار اتم سازنده آن روی یک خط راست قرار می‌گیرند.

