

مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

سال تحصیلی ۱۴۰۴-۰۵



مرحله دوازدهم

پایه دوازدهم

این مرورنامه، ویژه مباحث جدید آزمون است. مرورنامه مباحثی که در آزمون‌های قبل به آن‌ها پرداخته شده، در پنل کاربری شما قابل دریافت است و در این فایل از تکرار آن پرهیز شده است.

ویژه کنکورهای ۱۴۰۵

نام درس	مباحث	مؤلف	ویراستار	از صفحه	تا صفحه
حسابان و ریاضیات پایه	ریاضی دهم: فصل ۱ (درس ۳ و ۴) صفحه ۱۴ تا ۲۷ ریاضی یازدهم: فصل ۱ (درس ۱) صفحه ۱ تا ۶ حسابان دوازدهم: فصل ۴ صفحه ۷۱ تا ۱۱۰	علی شهرابی	سینا نیک‌نژاد امیررضا رحیمی محمدامین لطفی	۲	۴
هندسه	هندسه یازدهم: فصل ۲ - صفحه ۳۱ تا ۵۸ هندسه دوازدهم: فصل ۲ (درس ۳) و فصل ۳ (درس ۱) صفحه ۴۷ تا ۷۶	علیرضا نصراللهی	شقایق راهبریان محسن فراهانی بردیا نصیری	۴	۸
ریاضیات گسسته و آمار و احتمال	دهم: فصل ۷ (درس ۲ و ۳) - صفحه ۱۵۲ تا ۱۷۰ آمار و احتمال: فصل ۳ و ۴ - صفحه ۶۹ تا ۱۲۱ ریاضیات گسسته: فصل ۲ (درس ۲) صفحه ۴۳ تا ۵۴	مصطفی دیناری احمدرضا رسولی	پیام ابراهیم‌نژاد محسن فراهانی امیررضا رحیمی	۸	۱۱
فیزیک	فیزیک یازدهم: فصل ۱ (از ابتدای خازن) و فصل ۲ (تا ابتدای ترکیب مقاومت‌ها) - صفحه ۳۲ تا ۷۰ فیزیک دوازدهم: فصل ۳ و ۴ - صفحه ۶۱ تا ۱۱۴	نوید شاهی داوود پاشا	نرجس تیمناک علی حسن‌زاده	۱۲	۳۲
شیمی	شیمی یازدهم: فصل ۱ (از ابتدای نفت هدیهای شگفت‌انگیز) و فصل ۲ (تا ابتدای آنتالپی همان محتوای انرژی است) صفحه ۲۹ تا ۶۵ شیمی دوازدهم: فصل ۳ - صفحه ۶۷ تا ۹۰	سروش عبادی	مهدی سلطانی معصومه سعیدی مهدی محمدی	۳۲	۴۸





حسابان و ریاضیات پایه

دنباله

۱ الگوهای درجه یک و درجه دو:

الگو	فرم کلی	روش به دست آوردن a	روش به دست آوردن b و c
درجه یک	$an + b$	مقداری که به جملات اضافه می شود.	با جای گذاری یک جمله از دنباله، b را به دست می آوریم.
درجه دو	$an^2 + bn + c$	- مقداری که به جملات اضافه می شود را زیرشان می نویسیم. - مقادیری که نوشتیم تشکیل یک دنباله حسابی می دهند. - نصف قدرنسبت این دنباله برابر با a می شود.	با جای گذاری دو جمله از دنباله، مقادیر b و c را به دست می آوریم.

۲ مثال از الگوی درجه یک و درجه دو:

جمله عمومی	جای گذاری جملات در الگو برای دست آوردن ضرایب مجهول	تبدیل الگوی شکل به عددی	الگوی شکل
$t_n = 3n + 2$	$t_n = 3n + b \xrightarrow{t_1=5} 5 = 3 + b \Rightarrow b = 2$	$5, 8, 11, \dots$ $\begin{matrix} & +2 & +2 & \\ +2 & & & \end{matrix}$ $\Rightarrow$ پس درجه اوله	
$t_n = \frac{3}{2}n^2 - \frac{1}{2}n$	$t_n = \frac{3}{2}n^2 + bn + c$ $\begin{cases} t_1=1 \rightarrow \frac{3}{2} + b + c = 1 \\ t_2=5 \rightarrow 6 + 2b + c = 5 \end{cases}$ $\xrightarrow{\text{حل}} \begin{cases} b = -\frac{1}{2} \\ c = 0 \end{cases}$	$1, 5, 12, 22, \dots$ $\begin{matrix} & +4 & +6 & +8 & \\ +2 & +2 & +2 & & \end{matrix}$ $\Rightarrow$ پس درجه دومه	

دنباله حسابی و هندسی

۱ روابط اصلی دنباله های حسابی و هندسی:

حسابی	هندسی	جمله عمومی
$a_n = a_1 + (n-1)d$	$a_n = a_1 q^{n-1}$	
$a_{n+1} = a_n + d$	$a_{n+1} = a_n \times q$	رابطه بازگشتی
$n + m = p + t \Rightarrow a_n + a_m = a_p + a_t$	$n + m = p + t \Rightarrow a_n \times a_m = a_p \times a_t$	رابطه آندیس ها
به y ، واسطه حسابی X و Z می گویند.	به y ، واسطه هندسی X و Z می گویند.	سه جمله متوالی (X, y, Z)
$d = \frac{b-a}{k+1}$	$q^{k+1} = \frac{b}{a}$	درج k واسطه بین a و b
مثال $\rightarrow a_1 + a_2 + a_3 = 3a_2$ وسطی $\times$ تعداد = مجموع	مثال $\rightarrow a_1 a_2 a_3 = (a_2)^3$ تعداد (وسطی) = حاصل ضرب	تعدادی فرد جمله متوالی
$S_n = \frac{n}{2}(a_1 + a_n)$ یا $S_n = \frac{n}{2}[2a_1 + (n-1)d]$	$S_n = \frac{a_1(q^n - 1)}{q - 1}$	مجموع n جمله اول

۲ مجموع اعداد طبیعی از ۱ تا n: $1 + 2 + 3 + \dots + n = \frac{n(n+1)}{2}$

۳ مجموع مربع اعداد طبیعی از ۱ تا n: $1^2 + 2^2 + 3^2 + \dots + n^2 = \frac{n(n+1)(2n+1)}{6}$

۴ محاسبه a_n از روی S_n : $a_n = S_n - S_{n-1}$ مثال $\rightarrow a_n = S_n - S_{n-1}$

۵ نسبت مجموع $2n$ جمله اول به n جمله اول دنباله هندسی: $\frac{S_{2n}}{S_n} = q^n + 1$ مثال $\rightarrow \frac{S_{2n}}{S_n} = q^n + 1$



مرورنامه آزمون آزمایشی خیالی سبز

حسابان

- ۶ اگر جملات $a^m, a^m p$ و یک دنباله حسابی، سه جمله متوالی یک دنباله هندسی باشد، قدرنسبت دنباله هندسی از رابطه $q = \frac{p-m}{m-n}$ به دست می آید.
- مثلاً اگر جملات سوم، هفتم و سیزدهم یک دنباله حسابی، سه جمله متوالی یک دنباله هندسی باشند، آن گاه:
- ۷ اتحادهایی که از S_n دنباله هندسی نتیجه می شوند:

اتحاد	بخش پذیری $x^n \pm a^n$ بر $x \pm a$	
$x^n - a^n = (x-a)(x^{n-1} + ax^{n-2} + a^2x^{n-3} + \dots + a^{n-2}x + a^{n-1})$	$x^n - a^n$ بر $x - a$ بخش پذیر است.	زوج n
$x^n - a^n = (x+a)(x^{n-1} - ax^{n-2} + a^2x^{n-3} - \dots + a^{n-2}x - a^{n-1})$	$x^n - a^n$ بر $x + a$ بخش پذیر نیست.	
—	$x^n + a^n$ بر $x \pm a$ بخش پذیر نیست.	فرد n
$x^n - a^n = (x-a)(x^{n-1} + ax^{n-2} + a^2x^{n-3} + \dots + a^{n-2}x + a^{n-1})$	$x^n - a^n$ بر $x - a$ بخش پذیر است.	
—	$x^n - a^n$ بر $x + a$ بخش پذیر نیست.	
$x^n + a^n = (x+a)(x^{n-1} - ax^{n-2} + a^2x^{n-3} - \dots - a^{n-2}x + a^{n-1})$	$x^n + a^n$ بر $x + a$ بخش پذیر است.	
—	$x^n + a^n$ بر $x - a$ بخش پذیر نیست.	

مجموع جملات دنباله حسابی و هندسی

- ۱ مجموع n جمله اول جملات دنباله حسابی و هندسی:

مثال	مجموع n جمله اول	دنباله
$2, 5, 8, 11, \dots$ $\xrightarrow{\text{مجموع } 20 \text{ جمله اول}} S_{20} = \frac{2}{1} [2(20) + (20-1)3] = 10 [4 + 57] = 610$	$S_n = \frac{n}{1} (a_1 + a_n)$ یا $S_n = \frac{n}{1} [2a_1 + (n-1)d]$	حسابی
$4, 12, 36, \dots$ $\xrightarrow{\text{مجموع } 5 \text{ جمله اول}} S_5 = \frac{4(3^5 - 1)}{3 - 1} = 2 \times 242 = 484$	$S_n = \frac{a_1(q^n - 1)}{q - 1}$	هندسی

- ۲ مجموع اعداد طبیعی از ۱ تا n : $1 + 2 + 3 + \dots + n = \frac{n(n+1)}{2}$
- ۳ مجموع مربع اعداد طبیعی از ۱ تا n : $1^2 + 2^2 + 3^2 + \dots + n^2 = \frac{n(n+1)(2n+1)}{6}$
- ۴ محاسبه a_n از روی S_n : $a_n = S_n - S_{n-1} \xrightarrow{\text{مثال}} a_n = S_n - S_{n-1}$
- ۵ نسبت مجموع $2n$ جمله اول به n جمله اول دنباله هندسی: $\frac{S_{2n}}{S_n} = q^n + 1 \xrightarrow{\text{مثال}} \frac{S_{12}}{S_6} = q^6 + 1$

تابع مشتق

- ۱ روابط مهم مشتق گیری:

عبارت	مشتق	مثال
$\sin x$	$\cos x$	$\sin 4x \xrightarrow{' } 4 \cos 4x$
$\cos x$	$-\sin x$	
$\tan x$	$1 + \tan^2 x$	$\cos(x^2) \xrightarrow{' } -2x \cdot \sin(x^2)$
$\cot x$	$-\frac{1}{\sin^2 x}$	
$\sec x$	$\sec x \tan x$	$\tan 3x \xrightarrow{' } 3(1 + \tan^2 3x)$
$\csc x$	$-\csc x \cot x$	



مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

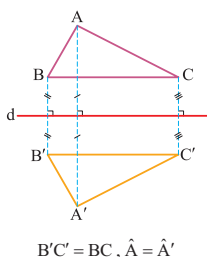
حسابان

مثال	مشتق	عبارت
$\cot(2x+1) \longrightarrow -2(1+\cot^2(2x+1))$	$-(1+\cot^2 x)$	$\cot x$
	$-(\text{)}'(1+\cot^2(\text{)})$	$\cot(\text{)}$

هندسه

بازتاب

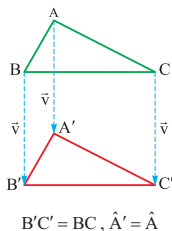
ویژگی‌های بازتاب نسبت به خط d



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

انتقال

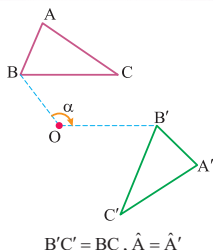
ویژگی‌های انتقال توسط بردار $\vec{v}$



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

دوران

ویژگی‌های دوران نسبت به نقطه ثابت O و زاویه α



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

دوازدهم ریاضی مرحله دوازدهم

نکته

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

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

تجانس

ویژگی‌های تجانس نسبت به نقطه ثابت O و ضریب k

	۱	ایزومتري نیست، مگر در حالتی که $ k = 1$.
	۲	شیب خط را حفظ می‌کند.
	۳	اندازه زاویه‌ها ثابت می‌ماند.
	۴	تجانس هر شکل، شکلی متشابه با آن به نسبت تشابه $ k $ و نسبت مساحت k^2 است.
	۵	جهت شکل را حفظ می‌کند.
	۶	نقطه ثابت تبدیل دارد. (نقطه O)
	۷	اگر $k > 0$ باشد، تجانس را مستقیم و اگر $k < 0$ باشد، تجانس را معکوس می‌نامند.
	۸	اگر $ k > 1$ تجانس را انبساطی و اگر $ k < 1$ تجانس را انقباضی می‌نامند.
	۹	در تجانس مستقیم، شکل و تصویر آن در یک طرف نقطه O قرار می‌گیرند. در تجانس معکوس، شکل و تصویر آن در دو طرف نقطه O قرار می‌گیرند.

$$\hat{A}' = \hat{A} \quad B'C' = k \cdot BC, \quad S_{\triangle A'B'C'} = k^2 \cdot S_{\triangle ABC}$$

نکته

۱ هر دو پاره‌خط موازی را می‌توان متجانس همدیگر در نظر گرفت، تحت تجانس معکوس و مستقیم:

تجانس مستقیم	تجانس معکوس
$k = \frac{A'B'}{AB}$	$k = -\frac{A'B'}{AB}$

۲ دو دایره در وضعیت‌های مختلف متجانس یکدیگرند، تحت تجانس مستقیم و معکوس:

رسم شکل	حالت‌های دو دایره
	دو دایره متخارج
	دو دایره مماس خارج



حالت‌های دو دایره	رسم شکل
دو دایره متقاطع	
دو دایره مماس داخل	
دو دایره متداخل	
در همه حالت‌ها، نسبت تجانس برابر است با: $k = \frac{R'}{R}$	

ترکیب تبدیل‌ها

	۱ ترکیب دو انتقال با بردارهای $\vec{V}_1$ و $\vec{V}_2$ انتقالی است با بردار $\vec{V}_1 + \vec{V}_2$.
	۲ ترکیب دو بازتاب با محورهای متقاطع (d_1, d_2)، دورانی است به مرکز تلاقی دو محور و زاویه بین آن‌ها.
	۳ ترکیب دو بازتاب با محورهای موازی (d_1, d_2)، انتقالی است با بردار دو برابر فاصله دو محور بازتاب.

کاربرد تبدیل‌ها: مسائل هم‌پیرامونی و کوتاه‌ترین مسیر

ردیف	مسئله	توضیحات	رسم شکل
۱	تقسیم یک شکل به دو قطعه یکسان	شکل را با برش‌هایی به شکل‌های معروف دایره، مستطیل و... تبدیل می‌کنیم. سپس شکل‌های حاصل را روی محور بازتاب آن برش می‌زنیم.	



ردیف	مسئله	توضیحات	رسم شکل
۲	هم محیطی	سراغ زاویه های بیش از 180° در شکل می رویم و آن ها را بازتاب می دهیم. $ABCDE \rightarrow ABC'DE$ (بدون تغییر محیط، مساحت شکل افزایش می یابد.)	
۳	کوتاه ترین مسیر	● نقطه A را نسبت به خط d بازتاب می دهیم تا A' حاصل شود. از A' به B می رویم تا نقطه M حاصل شود. ● مسیر AMB کوتاه ترین مسیر است.	
۴	کوتاه ترین مسیر (حرکت افقی)	نقطه B را با بردار $\overrightarrow{NM}$ انتقال می دهیم تا B' حاصل شود و تصویر A را نسبت به d، A' می نامیم. از A' به B' وصل می کنیم تا M حاصل شود. مسیر AMNB کوتاه ترین مسیر است.	
۵	کوتاه ترین مسیر (حرکت عمودی)	نقطه B را به اندازه ℓ انتقال می دهیم تا B' حاصل شود. از A به B' وصل می کنیم تا M به دست آید. مسیر AMNB کوتاه ترین مسیر است.	
۶	کوتاه ترین مسیر	بازتاب A و B را نسبت به d_1 و d_2 به ترتیب A' و B' می نامیم. از A' به B' وصل می کنیم تا نقاط M و N به دست آید. مسیر AMNB کوتاه ترین مسیر است.	

فصل سوم: بردارها

اگر دو نقطه $A(x_1, y_1, z_1)$ و $B(x_2, y_2, z_2)$ را در فضای $\mathbb{R}^3$ در نظر بگیریم، داریم:

فاصله دو نقطه	فاصله نقطه از مبدأ مختصات
$AB = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2}$	$OA = \sqrt{x_1^2 + y_1^2 + z_1^2}$ $OB = \sqrt{x_2^2 + y_2^2 + z_2^2}$
قرینه A نسبت به B	مختصات وسط پاره خط
$A' = 2B - A$ $A' = (2x_2 - x_1, 2y_2 - y_1, 2z_2 - z_1)$	$M = \frac{A+B}{2}$ $= (\frac{x_1+x_2}{2}, \frac{y_1+y_2}{2}, \frac{z_1+z_2}{2})$

مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز



مرکز ثقل مثلث و رئوس متوازی الاضلاع

اگر A, B, C سه رأس مثلث باشند، مختصات مرکز ثقل مثلث به صورت زیر به دست می آید:

$$G = \frac{A+B+C}{3} = \left(\frac{x_1+x_2+x_3}{3}, \frac{y_1+y_2+y_3}{3}, \frac{z_1+z_2+z_3}{3} \right)$$

رئوسهای روبه روبرو

$$O = \frac{A+C}{2} = \frac{B+D}{2}$$

محل برخورد قطرها

اگر A, B, C, D رئوس متوازی الاضلاع باشند، داریم:

تصویر، قرینه و فاصله نقطه $A(x_0, y_0, z_0)$ از محورها و صفحات

ویژگی	محورها و صفحه	x	y	z	xy	yz	zx
تصویر		$(x_0, y_0, 0)$	$(0, y_0, 0)$	$(0, 0, z_0)$	$(x_0, y_0, 0)$	$(0, y_0, z_0)$	$(x_0, 0, z_0)$
قرینه		$(x_0, -y_0, -z_0)$	$(-x_0, y_0, -z_0)$	$(-x_0, -y_0, z_0)$	$(x_0, y_0, -z_0)$	$(-x_0, y_0, z_0)$	$(x_0, -y_0, z_0)$
فاصله		$\sqrt{y_0^2 + z_0^2}$	$\sqrt{x_0^2 + z_0^2}$	$\sqrt{x_0^2 + y_0^2}$	$ z_0 $	$ x_0 $	$ y_0 $

طول بردار	تفریق حاصل جمع و دو بردار
$ \vec{a} = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$ $ \vec{b} = \sqrt{b_x^2 + b_y^2 + b_z^2}$	$\vec{a} \pm \vec{b} = (a_x \pm b_x, a_y \pm b_y, a_z \pm b_z)$
بردارهای موازی	راستای نیمساز داخلی و خارجی
$\vec{a} \parallel \vec{b} \Leftrightarrow \frac{a_x}{b_x} = \frac{a_y}{b_y} = \frac{a_z}{b_z}$	(نیمساز خارجی) $\vec{a} \vec{b} - \vec{b} \vec{a}$ (نیمساز داخلی) $\vec{a} \vec{b} + \vec{b} \vec{a}$

خواص جمع بردارها

$\vec{a} + \vec{b} = \vec{b} + \vec{a}$ جابه جایی	$r(\vec{a} + \vec{b}) = r\vec{a} + r\vec{b}$ ضرب اسکالر
$\vec{a} + (\vec{b} + \vec{c}) = (\vec{a} + \vec{b}) + \vec{c}$ شرکت پذیری	$(r+s)\vec{a} = r\vec{a} + s\vec{a}$
$\vec{a} + (-\vec{a}) = \vec{0}$ عضو قرینه $\vec{0}$	$(rs)\vec{a} = r(s\vec{a})$
$\vec{a} + \vec{0} = \vec{a}$ عضو خنثی $\vec{0}$	$\vec{b} = r.\vec{a} \Rightarrow \vec{b} = r. \vec{a} $

ریاضیات گسسته و آمار و احتمال

حفظیات آمار

۱	آمار	آمار، مجموعه‌ای از اعداد، ارقام و اطلاعات است. علم آمار مجموعه روش‌هایی است که شامل جمع آوری اعداد و ارقام، سازماندهی و نمایش، تحلیل و تفسیر داده‌ها و در نهایت نتیجه‌گیری، قضاوت و پیش‌بینی مناسب در مورد پدیده‌ها و آزمایش‌های تصادفی می‌شود.
۲	مراحل علم آمار	نتیجه‌گیری، تفاوت و پیش‌بینی $\rightarrow$ تحلیل و تفسیر داده $\rightarrow$ سازماندهی و نمایش $\rightarrow$ جمع آوری اعداد و ارقام
۳	سرشماری	مطالعه و بررسی کل اعضای جامعه
۴	جمعیت یا جامعه	مجموعه تمام افراد یا اشیایی که درباره یک یا چند ویژگی آن‌ها تحقیق صورت می‌گیرد.
۵	اندازه یا حجم جامعه	تعداد اعضای جامعه



مرورنامه آزمون آزمایشی خیل سبز

گسسته

۶	نمونه	بخشی از جامعه را که برای مطالعه انتخاب می‌شود.
۷	اندازه یا حجم نمونه	تعداد اعضای نمونه
۸	متغیر	ویژگی‌ای از اعضای یک جامعه است که بررسی و مطالعه می‌شود و معمولاً از یک عضو به عضو دیگر تغییر می‌کند.

– انواع متغیر –

گسسته	کم	قابل اندازه‌گیری است و مقادیر گسسته می‌گیرد.		اگر مقادیر a و b را بگیرد، عدد حقیقی بیش‌تر از a و b می‌تواند بگیرد.		قابل مرتب‌کردن است.	
		✓	✓	x	x	✓	✓
پیوسته	کم	✓	✓	✓	✓	✓	✓
اسمی	کیفی	x	x	x	x	x	x
ترتیبی	کیفی	x	x	x	x	✓	✓

پایه یازدهم

فصل سوم: آمار توصیفی

– معیارهای گرایش به مرکز –

مد	میانگین	میانه
تعریف	داده‌ای که بیشترین تکرار را دارد. (داده با بیشترین فراوانی)	جمع داده‌ها تقسیم بر تعداد آن‌ها
فرمول	$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N}$ موزون: $\bar{x} = \frac{\sum f_i x_i}{\sum f_i}$	عددی که در وسط داده‌های مرتب شده است. در تعداد فرد: داده شماره $\frac{n+1}{2}$ در تعداد زوج: میانگین داده‌های شماره $\frac{n}{2} + 1$ و $\frac{n}{2}$
کاربرد	امور تبلیغات و رسانه	وقتی می‌خواهیم تک‌تک داده‌ها اثر داشته باشند.

● اگر میانگین داده‌های اضافی یا حذفی با میانگین گروه اولیه برابر باشد، با اضافه یا کم شدن، $\bar{x}$ عوض نمی‌شود.

● در دنباله حسابی، میانگین و میانه مساوی‌اند.

● روش سریع محاسبه میانگین، از تمام داده‌ها عدد a را کم می‌کنیم، میانگین اعداد $x - a$ را حساب می‌کنیم و a را به جواب اضافه می‌کنیم.

$$11, 12, 14, 17, 25 \xrightarrow[\text{کم می‌کنیم.}]{\text{از همه ۱۱ را کم می‌کنیم.}} -4, -3, -1, 2, 10 \xrightarrow[\text{تعداد}]{\text{میانگین}} \frac{4}{5} = 0.8 \Rightarrow \bar{x} = 15 + 0.8 = 15.8$$

– معیارهای پراکندگی –

فرمول / تعریف	ویژگی‌ها
دامنه تغییرات	اختلاف بیشترین و کم‌ترین داده (R)
وارianس	میانگین مجذور انحراف‌ها از میانگین: $\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n} = \frac{\sum f_i (x_i - \bar{x})^2}{\sum f_i}$
فرمول دوم واریانس	برحسب مجموع مجذورات: $\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum x_i^2 - \bar{x}^2 = \frac{1}{\sum f_i} \sum f_i x_i^2 - \bar{x}^2$
انحراف معیار	جذر واریانس (σ)
ضریب تغییرات	انحراف معیار $CV = \frac{\sigma}{\bar{x}}$ (فقط برای داده‌های مثبت) هر چه CV بالاتر، دقت کم‌تر



فصل چهارم: آمار استنباطی

تعریف، با استفاده از اطلاعات نمونه به نتایج در مورد جامعه برسیم.

روش‌های نمونه‌گیری احتمالی	خوبی	بدی
- تصادفی ساده، به طور تصادفی n از واحدهای آماری را برمی‌داریم. - احتمال انتخاب هر عضو $\frac{n}{N}$ است.	سادگی کار	نیاز به داشتن فهرست کل جامعه
- خوشه‌ای، جامعه چند قسمت (خوشه) شده و به طور تصادفی، چندتا از قسمت‌ها را انتخاب می‌کنیم و تمام واحدهای آماری آن‌ها را در نمونه می‌آوریم. - احتمال انتخاب هر عضو، $\frac{n}{N}$ است.	سادگی	از بعضی قسمت‌ها هیچ عضوی در نمونه نیست.
- طبقه‌ای، جامعه به قسمت‌هایی تقسیم شده است؛ به طوری که عضوهای هر قسمت دارای ویژگی مشترک هستند. در نمونه n عضو از هر قسمت متناسب با سهم آن از کل جامعه برمی‌داریم؛ مثلاً گروه n_1 عضوی در نمونه n عضو به تعداد $\frac{n_1}{N} \times n$ عضو سهم دارد. - شانس انتخاب هر عضو جامعه $\frac{n}{N}$ است.	توزیع نمونه در طبقه‌ها یکنواخت است.	محاسبه لازم است.
سامانمند (سیستماتیک)، جامعه را به قسمت‌های مساوی تقسیم می‌کنیم. از قسمت اول یک عضو برداریم و شماره بقیه اعضای انتخابی با دنباله حسابی به دست می‌آید.	نظم و یکنواختی در انتخاب وجود دارد.	محاسبه دارد.

مثلاً در جامعه ۲۰۰ عضوی نمونه ۴۰ عضوی می‌خواهیم.

تصادفی ساده	خوشه‌ای	طبقه‌ای	سیستماتیک
۴۰ تا با قرعه‌کشی برداریم - شانس هر نفر $\frac{40}{200} = \frac{1}{5}$ است.	- جامعه را به ۱۰ گروه ۲۰ نفری تقسیم و دو گروه برداریم. - شانس هر نفر در گروه‌ها $\frac{2}{10}$ است.	- جامعه به گروه‌های ۳۰، ۷۰ و ۱۰۰ نفری تقسیم شده است که در نمونه ۴۰ عضوی به ترتیب ۶، ۲۰ و ۱۴ عضو سهم دارند. - شانس هر نفر $\frac{20}{100} = \frac{6}{30} = \frac{14}{70}$ است.	- جامعه را در ۴۰ گروه ۵ نفری تقسیم می‌کنیم و از هر گروه نفر سوم را برمی‌داریم. - شانس انتخاب هر نفر $\frac{1}{5}$ است.

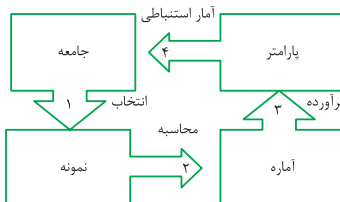
آماره

عددی که از بررسی نمونه به دست می‌آید و از نمونه‌ای به نمونه‌ای دیگر می‌تواند متفاوت باشد. (مثلاً میانگین نمونه)

پارامتر

عددی که از بررسی جامعه به دست می‌آید و ثابت است. (مثلاً میانگین جامعه)

در یک جامعه n عضوی به تعداد $\binom{n}{k}$ نمونه k عضوی داریم که ممکن است آماره برای بعضی از آن‌ها مساوی باشد؛ پس مثلاً جامعه ۵ عضوی به تعداد $\binom{5}{2} = 10$ نمونه ۲ عضوی دارد.



نکته

در جامعه با اعضای $1, 2, 3, \dots, n$ میانگین برابر $\frac{n+1}{2}$ و میانگین نمونه، برآوردی از این عدد است.

انحراف معیار میانگین در نمونه‌های n عضوی

اگر انحراف معیار جامعه σ باشد و نمونه‌های n عضوی مختلف از جامعه را برداریم و میانگین (آماره) آن‌ها را حساب کنیم، انحراف معیار این میانگین‌ها $\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ است.

پس انحراف معیار میانگین‌ها با $\frac{1}{\sqrt{n}}$ متناسب است و مثلاً اگر حجم نمونه‌ها ۴ برابر شود $\sigma_{\bar{x}}$ نصف می‌شود و داریم:

$$\frac{\sigma_{\bar{x}_1}}{\sigma_{\bar{x}_2}} = \sqrt{\frac{n_2}{n_1}}$$



بازۀ اطمینان ۹۵ درصدی برآورد میانگین

در جامعه با انحراف معیار σ ، اگر از نمونه n عضوی میانگین $\bar{x}$ به دست آید، با اطمینان ۹۵ درصد می توان گفت μ (میانگین جامعه) در بازۀ زیر است:

$$\mu \in \left[\bar{x} - \frac{\sqrt{2}\sigma}{\sqrt{n}}, \bar{x} + \frac{\sqrt{2}\sigma}{\sqrt{n}} \right]$$

پس طول بازۀ اطمینان $\frac{\sqrt{2}\sigma}{\sqrt{n}}$ است.

– مفاهیم اولیه –

رئوس مجاور	دو رأس که با یال مستقیم وصل شده‌اند.
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:
یال‌های 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 یال‌های ممکن: $q = \binom{p}{2}$
درجۀ رأس (v_i)	تعداد یال هر رأس $(0 \leq \deg v(i) \leq p-1)$

p	مرتبه (تعداد رئوس) گراف
q	اندازۀ (تعداد یال) گراف
$V(G)$	مجموعۀ رئوس گراف G
$E(G)$	مجموعۀ یال‌های گراف G
$\deg v_i$	درجۀ رأس v_i
δ	مینیمم درجۀ رئوس
Δ	ماکزیمم درجۀ رئوس

– گراف منتظم –

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

– گراف مکمل $(\bar{G})$ –

با همان رئوس G ، شامل یال‌هایی 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 $q_G + q_{\bar{G}} = \binom{p}{2}$

– روابط بین درجۀ رئوس –

$\sum \deg v_i = 2q$ ؛ تعداد رئوس فرد، زوج است؛ $\delta \leq \frac{2q}{p} \leq \Delta$ (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 رئوس 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 درجۀ ۱ $\delta = 1$ و درجۀ سایر رئوس $\Delta = 2$. 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:



و ...

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 $\frac{(m-1)!}{p}$ دور به طول m داریم. $(3 \leq m \leq p)$

خازن

- ظرفیت خازن -

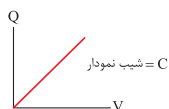
بارخازن برحسب کولن (C) $\rightarrow C = \frac{Q}{V}$ ← ظرفیت خازن برحسب کولن بر ولت ($\frac{C}{V}$) یا فاراد (F)
 اختلاف پتانسیل بین صفحات برحسب ولت (V) $\rightarrow C = \frac{Q}{V}$



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

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

نمودار بار خازن برحسب اختلاف پتانسیل بین صفحات آن:



ظرفیت خازن برحسب کمیت های ساختمانی آن:

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

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

ضریب گذردهی الکتریکی خلأ

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

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

فروریزش الکتریکی:

بیشینه اختلاف پتانسیل قابل تحمل خازن > اختلاف پتانسیل دو سر خازن $\leftarrow$ جداسدن الکترون های ماده دی الکتریک $\leftarrow$ تخلیه خازن

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

فرار دادن دی الکتریک قطبی یا غیر قطبی بین صفحه های خازن $\leftarrow$ ظرفیت خازن افزایش می یابد.
 جدا کردن ولتاژ قابل تحمل خازن افزایش می یابد. $\leftarrow$



مرورنامه آزمون آزمایشی خیالی سبز

فیزیک

میدان الکتریکی بین صفحات خازن:

رابطه: $E = \frac{V}{d} = \frac{Q}{K\epsilon_0 A}$

جهت: از صفحه + به صفحه -

بار ذخیره شده در خازن (C) اختلاف پتانسیل دو صفحه (V) $\rightarrow$ اندازه میدان الکتریکی E (N/C یا V/m) $\rightarrow$ مساحت صفحه‌های خازن (m²) $\rightarrow$ ضریب دی‌الکتریک فاصله دو صفحه (m)

- انرژی خازن -

بار خازن بر حسب کولن (C) $\rightarrow$ انرژی پتانسیل ذخیره شده در خازن بر حسب ژول (J) $\rightarrow$ اختلاف پتانسیل صفحات خازن بر حسب ولت (V) $\rightarrow$ ظرفیت خازن بر حسب فاراد (F) $\rightarrow$ $U = \frac{1}{2} QV$

ظرفیت خازن بر حسب فاراد (F) $\rightarrow$ انرژی پتانسیل ذخیره شده در خازن بر حسب ژول (J) $\rightarrow$ اختلاف پتانسیل صفحات خازن بر حسب ولت (V) $\rightarrow$ $U = \frac{1}{2} C V^2$

بار خازن بر حسب کولن (C) $\rightarrow$ انرژی پتانسیل ذخیره شده در خازن بر حسب ژول (J) $\rightarrow$ اختلاف پتانسیل صفحات خازن بر حسب ولت (V) $\rightarrow$ $U = \frac{Q^2}{2C}$

تغییر انرژی خازن بدون تغییر ظرفیت خازن:

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

$\Delta U = \frac{1}{2C} (Q_2^2 - Q_1^2)$ $\frac{U_2}{U_1} = \left(\frac{Q_2}{Q_1}\right)^2$	تغییر Q
$\Delta U = \frac{1}{2} C (V_2^2 - V_1^2)$ $\frac{U_2}{U_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2$	تغییر V

تغییر انرژی خازن در اثر تغییر ظرفیت خازن:

$\frac{U_2}{U_1} = \frac{C_2}{C_1}$	$\Delta U = \frac{1}{2} \Delta Q \times V$ $\Delta U = \frac{1}{2} \Delta C \times V^2$	$\Delta Q = \Delta C \times V$ $\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{C_2}{C_1}$	ثابت، V	خازن متصل به باتری
$\frac{U_2}{U_1} = \frac{C_1}{C_2}$	$\Delta U = \frac{1}{2} Q \times \Delta V$ $\Delta U = \frac{1}{2} Q^2 \left(\frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_1}\right)$	$\Delta V = Q \left(\frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_1}\right)$ $\frac{V_2}{V_1} = \frac{C_1}{C_2}$	ثابت، Q	خازن جدا از باتری

توان متوسط تخلیه انرژی خازن:

یک تمرین مهم کتاب درسی:

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

اگر در یک خازن بار q' از $\left\{ \begin{array}{l} \text{صفحه} + \text{ به صفحه} - \\ \text{صفحه} - \text{ به صفحه} + \end{array} \right\}$ منتقل شود $\rightarrow$ $Q_2 = Q_1 - q'$ $Q_2 = Q_1 + q'$

بار اولیه خازن: Q_1

بار ثانویه خازن: Q_2

علامت q' در نظر گرفته می‌شود.

بخش ۱: جریان الکتریکی و مقاومت الکتریکی

- جریان الکتریکی -

آهنگ شارش بار الکتریکی خالص در یک رسانا

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

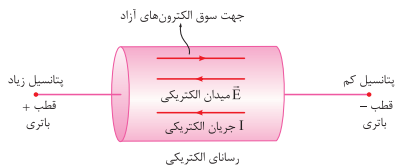
مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز



نکته

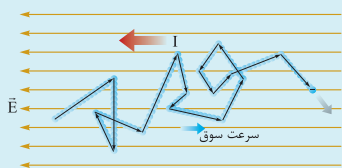
جریان الکتریکی ناشی از شارش بارهای متحرک است، اما همه بارهای متحرک جریان ایجاد نمی کنند (باید بار خالص عبوری از سطح مقطع رسانا غیر صفر باشد تا جریان ایجاد شود).

جهت جریان الکتریکی:



نکته

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



نکته

هنگام برقراری اختلاف پتانسیل، الکترون ها هم چنان به این طرف و آن طرف می روند، اما برآیند حرکت آن ها در خلاف جهت میدان (به سمت پتانسیل بیشتر) است. در این حالت به سرعت پیشروی الکترون ها در خلاف جهت میدان، سرعت سوق می گوئیم. سرعت سوق خیلی کوچک (10^{-5} m/s یا 10^{-4} m/s) است.

نکته

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

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

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

جریان الکتریکی متوسط (آمپر: A)

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

جریان الکتریکی، نرده ای، اصلی (آمپر جزء یکاهای اصلی است).

نکته

کولن برابر آمپر ثانیه (A.s) است.

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow \Delta q = I \Delta t \xrightarrow{\text{جای گذاری یکاها}} C = A.s, \text{ ثانیه} \times \text{آمپر} = \text{کولن}$$

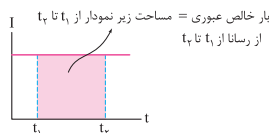
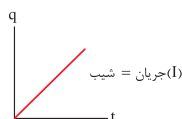
نکته

آمپر ساعت (Ah) از یکاهای بار الکتریکی و برابر ۳۶۰۰ C است.

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

آمپر ساعت باتری: حداکثر باری که باتری از مدار عبور می دهد تا به طور ایمن تخلیه شود.

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





مرورنامه آزمون آزمایشی خیل سبز

فیزیک

مقاومت الکتریکی

نشان دهندهٔ ممانعت اتم‌های رسانا در برابر عبور الکترون‌های آزاد است.

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

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

جریان عبوری از رسانا (آمپر: A) مقاومت الکتریکی (اهم: Ω)

نماد در مدار:

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

رسانای اهمی و غیراهمی:

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

نکته

چند نکته دربارهٔ رساناهای اهمی:

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

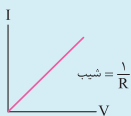
۲) جریان عبوری از آن‌ها با اختلاف پتانسیل دو سرشان متناسب است:

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

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

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

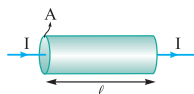
مقاومت الکتریکی



۴) نمودار!

عوامل مؤثر بر مقاومت الکتریکی رسانای اهمی

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



مقاومت الکتریکی (اهم: Ω)

$R = \rho \frac{L}{A}$ (متر: m) طول رسانا

(متر مربع: m^2) سطح مقطع رسانا

مقاومت ویژه (اهم‌متر: $\Omega \cdot m$)

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

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

نکته

وابسته به ساختار اتمی و دمای رسانا

برای هر ماده در دمای معین عدد ثابتی است.

هر چه کم‌تر باشد، جسم رساناتر است.

مثل ژرمانیم و سیلیسیم

$$\rho_{\text{رسانا}} < \rho_{\text{نیمه‌رسانا}} < \rho_{\text{نا رسانا}}$$

مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز



شعاع مقطع R — قطر مقطع D

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

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

رابطه نسبتی:

نکته

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

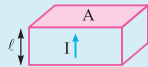
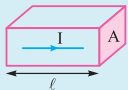
اگر با ثابت ماندن حجم (یا جرم) سیم، ابعاد آن عوض شود:

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

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

مثلاً

نکته



ℓ : موازی جریان عبوری

A : عمود بر جریان عبوری

اگر جسم رسانا به صورت مکعب مستطیل باشد،

— اثر دما روی مقاومت الکتریکی —

رابطه تغییر مقاومت ویژه با تغییر دما

ضریب دمایی مقاومت
ویژه $\left(\frac{1}{K} \text{ یا } \frac{1}{^\circ C}\right)$
تغییر مقاومت ویژه
(اهم‌متر، $\Omega.m$)

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

تغییرات دما
(K یا $^\circ C$)
مقاومت ویژه اولیه
(اهم‌متر، $\Omega.m$)

تغییر مقاومت (اهم، Ω)

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

مقاومت اولیه (اهم، Ω)

رابطه تغییر مقاومت با تغییر دما

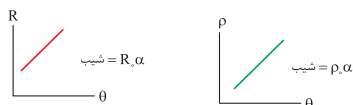
نکته

چند نکته درباره دو رابطه بالا:

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

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

نمودار مقاومت و مقاومت ویژه برحسب دما



اثر دما روی مقاومت ویژه رساناها

مقاومت ویژه: افزایش

تعداد برخورد حاملان بار با شبکه
اتمی رسانا: افزایش

تعداد حاملان بار (الکترون‌های آزاد، تقریباً ثابت

ارتعاشات کاتوره‌ای اتم‌ها و یون‌ها: افزایش

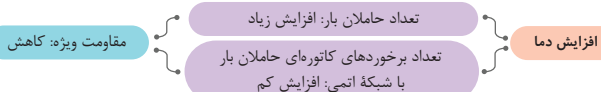
افزایش دما



مرورنامه آزمون آزمایشی خیال سبز

فیزیک

اثر دما روی مقاومت ویژه نیم رساناها



نکته

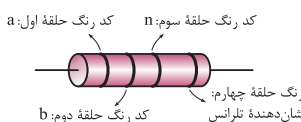
در دماهای پایین تعداد حاملان بار نیم رساناها ناچیز است و نیم رسانا مانند یک نارسانا رفتار می کند.

نکته

ضریب دمایی مقاومت ویژه (α) نیم رساناها منفی است ($\alpha < 0$ نیم رسانا).

- مقاومت های ترکیبی (کرنی) -

- معمولاً از کرن، برخی نیم رساناها و لایه های نازک فلزی ساخته می شوند.
 - در اندازه های خاص استاندارد تولید می شوند.
- محاسبه مقاومت:



مقاومت الکتریکی (هم: Ω)

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

عدد دورقمی
با دهگان a و یکان b

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

نکته

- حلقه چهارم طلایی، نقره ای یا بی رنگ است که درصد انحراف مجاز از مقدار محاسبه شده را نشان می دهد.
- مقاومت را طوری باید گرفت که حلقه تولرانس (که در فاصله بیشتری از بقیه حلقه ها قرار دارد) سمت راست باشد.
- حلقه سوم هم می تواند به رنگ طلایی یا نقره ای باشد.

- مقاومت های پیچهای -

- شامل پیچهای از سیم نازک از جنس آلیاژی مثل نیکروم و منگانیوم
- کاربرد: به دست آوردن مقاومت های پایین بسیار دقیق و توان های بالا

- مقاومت های خاص -



نام مقاومت	نماد یا نمادها در مدار	تصویر	تکات و کاربرد
رئوستا			(1) رئوستا یک مقاومت متغیر پیچهای است. (2) اگر ورودی جریان به رئوستا محل اتصال A و خروجی جریان از رئوستا اتصال B باشد، با حرکت لغزنده به سمت B، مقاومت رئوستا افزایش می یابد.



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

♦♦ بخش ۲: مدار تک‌حلقه ♦♦

– نیروی محرکه الکتریکی (ε یا emf) –

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

کار انجام‌شده توسط منبع نیروی محرکه (ژول: J)

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

↓

نیروی محرکه (ولت: V) بار عبوری از منبع (کولن: C) نیروی محرکه (ولت: V)

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



مرورنامه آزمون آزمایشی خیال سبز

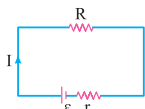
فیزیک

انواع منبع نیروی محرکه (باتری)

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

محاسبهٔ جریان در مدار تک حلقه (با یک باتری و یک مقاومت) -

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



نیروی محرکهٔ منبع: ε (ولت؛ V)
 مدار (آمپر؛ A)

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

 مقاومت خارجی: R (اوم؛ Ω)
 مقاومت درونی: r (اوم؛ Ω)

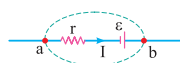
حرکت در مدار برای تعیین اختلاف پتانسیل دو نقطه



هنگام عبور از باتری جهت جریان اهمیت ندارد.

اختلاف پتانسیل دو سر باتری (باتری)

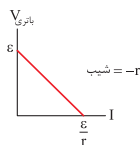
منظور از باتری $V_{\text{باتری}}$ اختلاف پتانسیل دو نقطه a و b ($V_b - V_a$) در شکل زیر است:



مقاومت درونی: r (اوم؛ Ω)
 باتری (ولت؛ V)

$$V_{\text{باتری}} = \varepsilon - rI$$

 جریان عبوری از باتری: I (آمپر؛ A)
 نیروی محرکه: ε (ولت؛ V)



نمودار $V - I$ باتری

آمپرسنج

● وسیله‌ای برای نشان دادن جریان عبوری از یک شاخه از مدار

● نماد:

● مقاومت الکتریکی: بسیار کم

● در مدار می‌توان آن را به سیم بدون مقاومت تبدیل کرد.

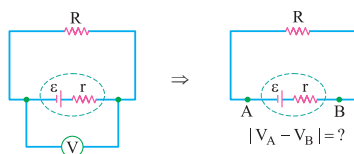


ولتسنج

وسایلهای برای نشان دادن اختلاف پتانسیل دو نقطه در مدار

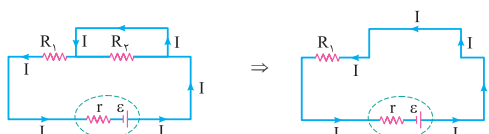
نماد: $\text{---} \text{V} \text{---}$

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



اتصال کوتاه

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



نکته

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

حضور خازن پرشده در مدار

خازن پرشده اجازه برقراری جریان در شاخه خود را نمی دهد.



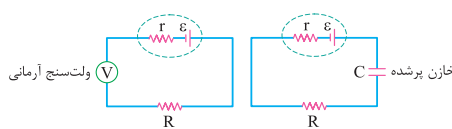
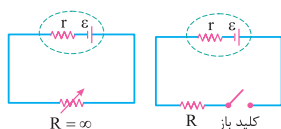
حضور کلید ک. در مدار

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

بررسی دو حالت خاص در مدار تک حلقه

(الف) وقتی جریان عبوری از باتری صفر است،

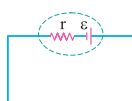
$$I = 0 \quad V_{\text{باتری}} = \varepsilon$$



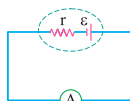
مثل مدارهای مقابل:

(ب) وقتی مقاومت خارجی مدار صفر است،

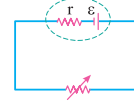
$$I = \frac{\varepsilon}{r} \quad V_{\text{باتری}} = 0$$



اتصال دو سر باتری به هم با سیم بدون مقاومت



آمپرسنج آرمانی



مقدار مقاومت متغیر: صفر

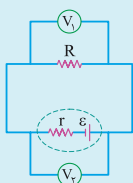
نکته

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

افت پتانسیل در باتری = افت پتانسیل در مقاومت درونی باتری ri



نکته

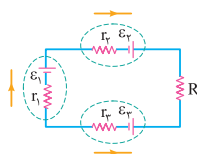


در مدار شکل روبه‌رو اختلاف پتانسیل دو سر باتری با اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت خارجی برابر است.

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

یعنی $\varepsilon - rI = RI$ است.

– مدار تک‌حلقه با چند باتری –



جریان در مدار تک‌حلقه با چند باتری:

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

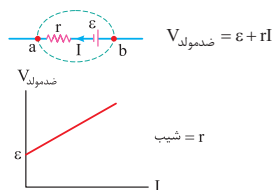
ب) اندازه جریان:

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

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

مولد در حال شارژ (ضدمولد!)

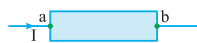
اگر جریان به شکل زیر از پایانه $\ominus$ مولد خارج شود، مولد در حال دریافت انرژی از مدار است (مثل باتری در حال شارژ).



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

بخش ۳: توان الکتریکی

– توان الکتریکی یک وسیلهٔ رسانا –



توان الکتریکی
(W: وات)

$$P = V I$$

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

این رابطه برای هر وسیلهٔ رسانایی قابل استفاده است.

• اگر جریان عبور از رسانا از پتانسیل $\left\{ \begin{array}{l} \text{بیشتر به کمتر} \\ \text{کمتر به بیشتر} \end{array} \right\}$ باشد، انرژی الکتریکی $\left\{ \begin{array}{l} \text{وارد رسانا} \\ \text{از رسانا خارج} \end{array} \right\}$ می‌شود.

انرژی الکتریکی

انرژی الکتریکی (ژول: J)

$$U = P t$$

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



نکته

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

کیلووات ساعت (kWh)

$$U = P \cdot t$$

↑ ساعت (h)
↓ کیلووات (kW)

توان الکتریکی مقاومت (توان مصرفی مقاومت) -

R: مقاومت الکتریکی بر حسب اهم (Ω)

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

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

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

توان مصرفی مقاومت (وات): (W)

تذکر

با توجه به داده‌های تست از یکی از رابطه‌ها استفاده می‌کنیم.

نکته

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

توان اسمی (P_s)، ولتاژ اسمی (V_s)

این دو عدد روی وسیله‌های برقی حک می‌شوند.

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

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

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

$V > V_s$ ← وسیله آسیب می‌بیند.

نکته

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

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

توان منبع نیروی محرکه (باتری) -

برای باتری شکل روبه‌رو سه توان تعریف می‌شود:



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

rI^2 : توان تلف شده: $P_{\text{تلف}} = rI^2$

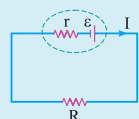
$\mathcal{E}I - rI^2$: توان مفید: $P_{\text{خارجی}} = \mathcal{E}I - rI^2$

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

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

نکته

در مدار زیر طبق قانون پایستگی انرژی:



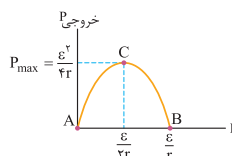
توان مصرفی مقاومت خارجی = توان خروجی باتری

$$P_{\text{خارجی}} = P_R$$

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

نمودار توان خروجی باتری بر حسب جریان

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





مرورنامه آزمون آزمایشی خیل سبز

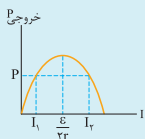
فیزیک

بررسی سه نقطه مهم در نمودار:

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

نکته

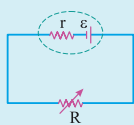
با توجه به تقارن سهمی، اگر به ازای جریان‌های متمایز I_1 و I_2 ، توان خروجی باتری یکسان باشد داریم:



$$\frac{\epsilon}{2r} = \frac{I_1 + I_2}{2}$$

نکته

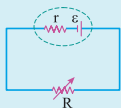
در مدار شکل زیر، هر چه مقدار مقاومت خارجی به مقدار مقاومت درونی باتری نزدیک‌تر باشد، توان خروجی باتری بیشتر است. مثلاً اگر $r = 5 \Omega$ باشد:



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

نکته

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



$$rR_1 = R_2^2$$

– توان ورودی مولد در حال شارژ –

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



در این حالت:

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

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

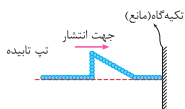
توان وارد شده به باتری در حال شارژ

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

بازتاب موج

– بازتاب موج در یک بُعد –

تپ تابیده در ریسمان به صورت وارونه از انتها ثابت بازتاب می‌شود.



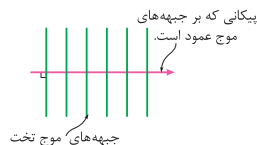
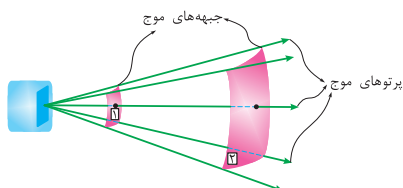


نکته

قانون سوم نیوتون علت وارونه شدن موج بازتابی است.

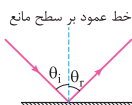
بازتاب جبهه‌های موج تخت از مانع تخت

نمودار پرتویی: پیکانی جهت‌دار و مستقیم که هم‌جهت با انتشار موج و بر جبهه‌های موج عمود است.



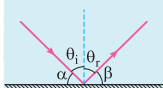
زاویه تابش (θ_i)	زاویه بازتابش (θ_r)
زاویه بین پرتوی تابش و خط عمود بر سطح مانع	زاویه بین پرتوی بازتابش و خط عمود بر سطح مانع

قانون بازتاب عمومی: در تمامی امواج زاویه تابش و بازتاب برابر است.



$$\theta_i = \theta_r$$

نکته



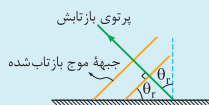
$$\alpha = \beta = 90^\circ - \theta_i$$

نکته

(الف) زاویه بین جبهه موج تخت فرودی و سطح مانع برابر زاویه تابش است.

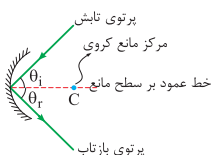


(ب) زاویه بین جبهه موج تخت بازتابی و سطح مانع برابر زاویه بازتابش است.



بازتاب از سطوح مقعر:

قانون بازتاب عمومی برای مواع کروی هم برقرار است.



$$\theta_i = \theta_r$$

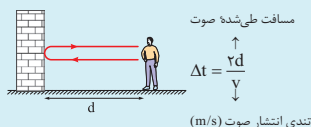
نکته

دو حالت خاص در سطوح مقعر

اگر پرتوهای تابیده شده موازی یکی از قطره های مانع کروی باشند، پرتوهای بازتابی موازی می شوند.	اگر پرتوهای تابیده شده موازی یکی از قطره های مانع کروی باشند، پرتوهای بازتابی در کانون متمرکز می شوند.

نکته

محاسبه اختلاف زمان شنیدن پژواک و صوت اصلی:



توجه: حداقل فاصله زمانی لازم برای تفکیک صوت پژواکی از صورت اصلی ۰/۱ s است.

مکان یابی پژواکی:

تعیین مکان جسم با استفاده از امواج صوتی بازتابیده شده

کاربردها:

- دستگاه سونار کشتی ها، دستگاه سونوگرافی
- خفاش ها و دلفین ها برای تعیین مکان اجسام اطراف خود

بازتاب امواج الکترومغناطیسی:

از قانون بازتاب عمومی پیروی می کنند.

بازتاب نامنظم (پخشنده)	بازتاب منظم (آینه ای)	نکات
(۱) سطح بازتابنده ناهموار است. (۲) ابعاد ناهمواری های سطح < طول موج فرودی	(۱) سطح بازتابنده باید بسیار هموار باشد. (۲) ابعاد ناهمواری های سطح > طول موج فرودی	
		شکل
$\theta_{i1} = \theta_{r1}, \theta_{i2} = \theta_{r2}, \theta_{i3} = \theta_{r3}$	$\theta_{i1} = \theta_{r1} = \theta_{i2} = \theta_{r2} = \theta_{i3} = \theta_{r3}$	

پرتوی تابیده به سطح تخت

پرتوهای فرودی موازی	پرتوهای فرودی واگرا	پرتوهای فرودی هم گرا
پرتوهای بازتابیده هم موازی	پرتوهای بازتابیده واگرا	پس از بازتاب پرتو بازتابیده هم گرا و سپس واگرا



زاویه انحراف در دو مانع تخت متقاطع		
زاویه بین دو آینه $< 90^\circ$	زاویه بین دو آینه $= 90^\circ$	زاویه بین دو آینه $> 90^\circ$

توجه: D ، زاویه انحراف است.

تغییر وضعیت پرتو تابش و سطح	
تغییر زاویه تابش	چرخش سطح حول نقطه O
اگر پرتو تابش به اندازه α بچرخد، پرتو بازتاب به اندازه α و خلاف جهت آن می‌چرخد.	اگر سطح به اندازه α در جهت ساعتگرد بچرخد، پرتو بازتابش به اندازه 2α در همان جهت می‌چرخد.

بازتاب نور از آینه‌های کروی	
آینه مقعر	آینه محدب

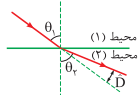
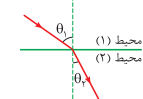
توجه: خط عمود بر سطح کره در امتداد شعاع کره است.

شکست موج

عبور تپ از طناب ضخیم به نازک	
توضیح	الف) تپ بازتابیده با همان بسامد، طول موج و تندی، ولی با دامنه کوچک‌تر به صورت فرو رفتگی برمی‌گردد. ب) تپ عبوری، با همان بسامد، ولی تندی و طول موج کوچک‌تر به صورت برآمدگی عبور می‌کند.
شکل	

تعاریف اصلی:

خط عمود بر مرز دو محیط



الف) زاویه تابش (θ_i) ، زاویه بین پرتوی تابش و خط عمود به مرز دو محیط

ب) زاویه شکست (θ_r) ، زاویه بین پرتوی شکسته‌شده در محیط دوم و خط عمود بر دو محیط

پ) زاویه انحراف (D) ، زاویه بین امتداد پرتوی تابش و پرتوی شکست

$$D = |\theta_r - \theta_i|$$



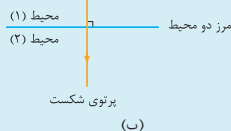
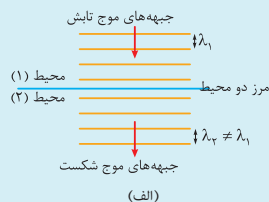
مرورنامه آزمون آزمایشی خیل سبز

فیزیک

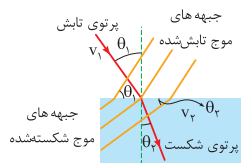
مقایسه تندی موج در محیط‌های اول و دوم	اتفاقی که برای پرتو و جبهه موج رخ می‌دهد	شکل شکست پرتو موج	شکل شکست جبهه‌های موج	مقایسه بسامد موج در هر دو محیط	مقایسه طول موج در هر دو محیط
$v_1 > v_2$	پرتو موج به خط عمود نزدیک می‌شود. جبهه موج شکست با مرز دو محیط زاویه کوچک‌تری می‌سازد.			$f_1 = f_2$	$\lambda_1 > \lambda_2$
$v_1 < v_2$	پرتو موج از خط عمود دور می‌شود. جبهه موج شکست با مرز دو محیط زاویه بزرگ‌تری می‌سازد.			$f_1 = f_2$	$\lambda_1 < \lambda_2$

نکته

اگر پرتو موج به طور عمود بر مرز جدایی دو محیط برسد، شکست رخ نمی‌دهد. پرتوی تابش



قانون شکست عمومی



$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

نکته

این قانون برای تمام امواج برقرار است.

ضریب شکست

تندی نور در خلأ
($c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$)

$$n = \frac{c}{v}$$

تندی نور
در محیط

نکته

ضریب شکست خلأ برابر یک و هوا تقریباً برابر یک و ضریب شکست سایر محیط‌ها بیشتر از یک است.

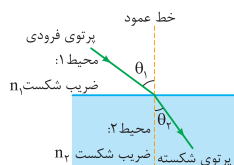
نکته

ضریب شکست دو محیط با تندی انتشار نور در آن دو محیط رابطه عکس دارد:

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



قانون شکست اسنل -



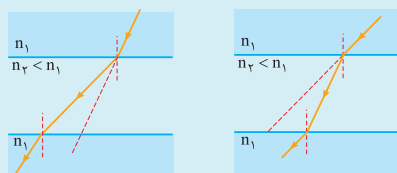
$$\left. \begin{aligned} \frac{v_1}{v_2} &= \frac{n_2}{n_1} \\ \frac{v_2}{v_1} &= \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow n_2 \sin \theta_2 = n_1 \sin \theta_1 \quad \text{یا} \quad \frac{v_2}{v_1} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

نکته

اگر پرتوی نور از چندین محیط با مرزهای موازی عبور کند:
یعنی قانون شکست و اسنل را برای دو محیط موازی و غیر متوالی هم می‌توان استفاده کرد.
ضریب شکست کمتر $\Rightarrow$ تندی بیشتر $\Rightarrow$ زاویه پرتو با خط عمود بیشتر

نکته

اگر محیط اول و آخر یکسان باشند، پرتوی خروجی و ورودی موازی می‌شوند.



پدیده‌های ناشی از شکست نور

هوای گرم هوای گرم‌تر سطح زمین تندی کم‌تر تندی بیشتر	با افزایش دمای هوا، چگالی و ضریب شکست هوا کاهش می‌یابد و در روزهای گرم، لایه‌های نزدیک به سطح زمین داغ‌تر از لایه‌های بالایی است.	سراب
نور هوای گرم‌تر در نزدیکی سطح زمین	پرتوهای نور به علت رقیق‌تر شدن محیط انتشار رفته‌رفته شکسته می‌شوند.	
قرمز نارنجی زرد سبز آبی بنفش نور سفید	نور سفید از رنگ‌ها یعنی طول موج‌های مختلف تشکیل شده است که با تغییر محیط، رنگ‌ها از هم جدا می‌شوند. $\Rightarrow \text{قرمز} < \lambda < \text{نارنجی} < \lambda < \text{زرد} < \lambda < \text{سبز} < \lambda < \text{آبی} < \lambda < \text{بنفش}$ $\text{قرمز} > n > \text{نارنجی} > n > \text{زرد} > n > \text{سبز} > n > \text{آبی} > n > \text{بنفش}$	باشندگی نور

نکته

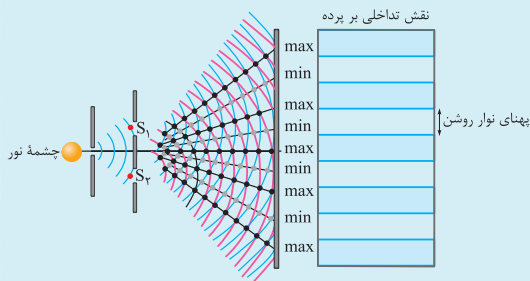
ضریب شکست خلأ برای تمام رنگ‌ها یک است.



نکته

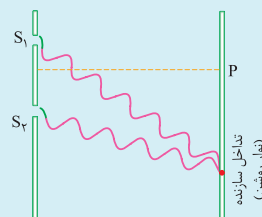
۳. تداخل امواج نوری (آزمایش یانگ):

نقش ایجادشده بر روی پرده به صورت نوارهای تاریک و روشن نشان‌دهنده تداخل امواج الکترومغناطیسی (نور) است.



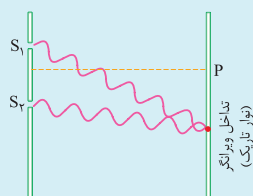
نکات مهم

(الف) در نوارهای روشن تداخل سازنده رخ داده است.



(الف)

(ب) در نوارهای تاریک، تداخل ویرانگر رخ داده است.



(ب)

(پ) پهنای نوارها با طول موج نور متناسب است.

$$\frac{w_2}{w_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

w : پهنای نوار
λ : طول موج

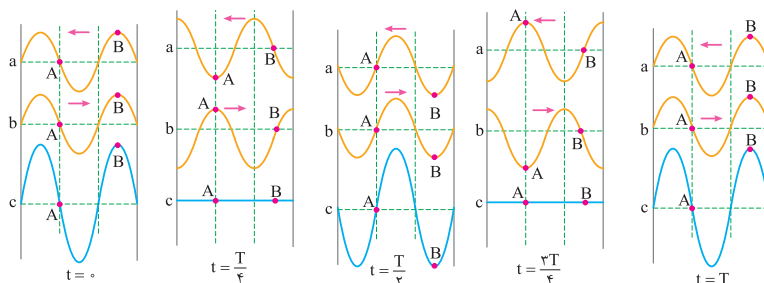
(ت) پهنای نوارهای روشن و تاریک برابر است.

– موج ایستاده –

گره: نقاطی که در آن‌ها تداخل ویرانگر رخ داده و فاقد نوسان هستند.

شکم: نقاطی که در آن‌ها تداخل سازنده رخ داده و با بیشترین دامنه نوسان می‌کنند.

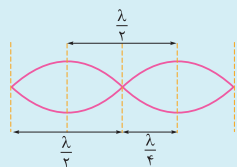
تعریف: موج حاصل از برهم‌نهی دو موج سینوسی هم‌دامنه، هم‌بسامد با نوسان‌های هم‌راستا که در خلاف جهت یکدیگر در یک ریمان منتشر می‌شوند.





نکات مهم

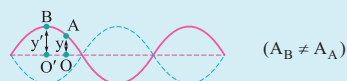
(۱) $\frac{\lambda}{4}$ = فاصله دو شکم متوالی = فاصله دو گره متوالی = فاصله یک گره و شکم مجاور $\frac{\lambda}{4}$



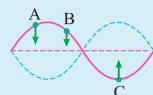
(۲) تمام نقاط بین دو گره متوالی هم‌گام هستند.

(۳) موج ایستاده حرکت نمی‌کند و مکان گره‌ها و شکم‌ها ثابت است.

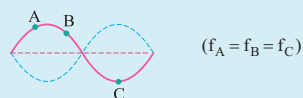
(۴) دامنه نوسان تمامی نقاط با هم برابر نیست، اما دامنه نوسان یک نقطه مشخص ثابت است.



(۵) نقاط دو طرف گره، ناهمگام نوسان می‌کنند.



(۶) بسامد نوسان تمامی نقاط یکسان است.



(۷) موج ایستاده، انرژی را منتقل نمی‌کند. گره‌ها انرژی ندارند.

شکم‌ها بیشترین انرژی را دارند.

– بسامد تشدید تار –

در یک تار مرتعش فقط به ازای بسامدهای معینی، موج ایستاده بارز در تار ایجاد می‌شود.

بر هر موج بارز ایستاده یک مه نوسان می‌گوییم.

شماره هماهنگ (مد)	تعداد گره	تعداد شکم	شکل موج درون تار	رابطه طول طناب با طول موج	بسامد تشدیدی تار
$n = 1$	۲	۱		$L = \frac{\lambda_1}{2}$	$f_1 = \frac{v}{2L}$
$n = 2$	۳	۲		$L = \frac{2\lambda_2}{2}$	$f_2 = \frac{2v}{2L}$
$n = 3$	۴	۳		$L = \frac{3\lambda_3}{2}$	$f_3 = \frac{3v}{2L}$
n	$n + 1$	n		$L = \frac{n\lambda_n}{2}$	$f_n = \frac{nv}{2L}$

توجه: تعداد گره منهای یک = تعداد شکم = شماره هماهنگ n

نکته

(۱) به ازای $n = 1$ ، بسامد اصلی ایجاد می‌شود:

$$f_1 = \frac{v}{2L}$$

(۲) رابطه بین بسامد هماهنگ n ام و بسامد اصلی:

$$f_n = nf_1$$

(۳) اختلاف بسامد دو هماهنگ متوالی برابر بسامد اصلی (f_1) است.



– موج ایستاده و تشدید در لوله‌های صوتی –

صوت ایجاد شده در لوله پر از هوا، در انتهای لوله بازتاب شده و در اثر تداخل با صوت تابیده، موج ایستاده ایجاد می‌شود.

موج ایستاده و تشدید در لوله با دو انتهای باز	موج ایستاده و تشدید در لوله با یک انتهای باز
تعداد گره = تعداد شکم + ۱	تعداد گره = تعداد شکم
 $L = \frac{\lambda_1}{2}$ $L = 3 \frac{\lambda_2}{2}$ $L = 5 \frac{\lambda_3}{2}$	 $L = \frac{\lambda_1}{4}$ $L = 3 \frac{\lambda_2}{4}$ $L = 5 \frac{\lambda_3}{4}$

توجه هرچه طول لوله صوتی بلند باشد، بسامد صوت اصلی آن کم‌تر و صدا به‌تر می‌شود.

نکته

در انتهای باز، شکم و در انتهای بسته گره ایجاد می‌شود.

نکته

اساس کار اجاق مایکروفر (اجاق میکروموج) تداخل امواج الکترومغناطیسی و تشکیل موج ایستاده است.

تشکیل نقاط گرم $\rightarrow$ تداخل سازنده

تشکیل نقاط سرد $\rightarrow$ تداخل ویران‌گر

علت چرخش غذا در مایکروفر: تغییر مکان نقاط گرم روی غذا و گرم‌شدن یکنواخت آن.

تشدید در بطری و تشدیدگر هلمهولتز.

شیمی

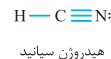
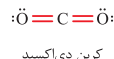
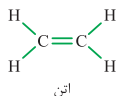
پایه یازدهم

نفت، هدیهای شگفت‌انگیز

- نفت خام باعث حل مشکل حمل‌ونقل و ساخت داروهای تازه شد.
- بیش از ۹۰ درصد برای تأمین انرژی سوزانده می‌شود.
 - حدود ۵۰ درصد: سوخت در وسایل نقلیه
 - حدود ۴۰ درصد: تأمین گرما و انرژی الکتریکی
- مصادر مصرف نفت خام
 - کم‌تر از ۱۰ درصد: تولید مواد
- بخش عمده نفت خام: هیدروکربن‌های گوناگون $\rightarrow$ ترکیب‌هایی شامل هیدروژن و کربن

کربن، اساس استخوان‌بندی هیدروکربن‌ها

- ترکیب‌های شاخه‌شده از کربن، از مجموع ترکیب‌های شاخه‌شده از دیگر عنصرهای جدول دوره‌ای بیشتر است.
- اتم کربن افزون بر تشکیل پیوند اشتراکی یگانه، توانایی تشکیل پیوندهای اشتراکی دوگانه و سه‌گانه را با خود و برخی اتم‌های دیگر دارد.



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

آلکان‌ها، هیدروکربن‌هایی با پیوندهای یگانه

- فرمول عمومی آلکان‌ها: $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$
- ساده‌ترین و نخستین آلکان: CH_4 (متان)



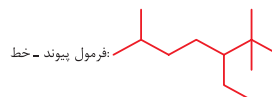
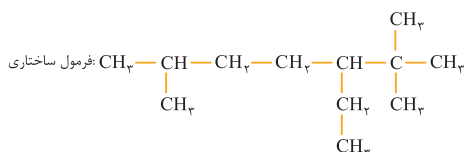
مرورنامه آزمون آزمایشی خیل سبز

شیمی

● سوخت فندک گازی: بوتان (C_4H_{10}) که تحت فشار پرمی‌شود.

ساختار آلکان‌ها: راست‌زنجیر: هر اتم کربن به یک یا دو اتم کربن دیگر متصل است. شاخه‌دار: برخی کربن‌ها به سه یا چهار اتم کربن دیگر متصل‌اند.

انواع نمایش ترکیب‌های آلی



فرمول ساختاری فشرده $(CH_3)_2CH(CH_2)_3CH(CH_3)_2$

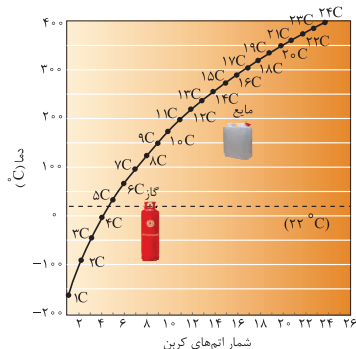
تبدیل ساختار فشرده به ساده را بلد باشید. در برخی تست‌های نام‌گذاری، فرمول فشرده را می‌دهند؛ باید اول فرمول ساختاری ساده را رسم کنیم تا به راحتی نام‌گذاری کنیم.
● در فرمول فشرده، معمولاً شاخه فرعی داخل پرانتز گذاشته می‌شود. دقت کن که CH_3 داخل پرانتز، شاخه فرعی نیست!

خواص فیزیکی آلکان‌ها

- قطبیت: ناقطبی (گشتاور دوقطبی حدود صفر است).
- نیروی بین مولکولی: واندروالسی
- حالت: نامحلول در آب
- از جمله کاربردها:

- حفاظت از فلزها (جلوگیری از خوردگی) اندود کردن سطح فلزها و وسایل فلزی با آنها
- شمار اتم‌های کربن نقش مهمی در رفتار هیدروکربن‌ها دارد:

$\frac{1}{\text{فشاربودن}} \sim \text{گران‌روی (عدم تمایل به جاری‌شدن)} \sim \text{نقطه جوش} \sim \text{نیروی بین مولکولی} \sim \text{جرم مولی} \sim \text{اندازه مولکول} \sim \text{تعداد اتم‌های کربن}$



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

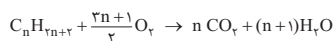
● به فرمول تقریبی گریس $(C_{18}H_{38})$ و وازلین $(C_{25}H_{52})$ دقت کنید: گریس $(C_{18}H_{38}) >$ وازلین $(C_{25}H_{52})$ چسبندگی

نمودار نقطه جوش آلکان‌های راست‌زنجیر

- حالت فیزیکی ۴ آلکان اول در دمای اتاق: گاز
- با افزایش شمار اتم‌های کربن، اختلاف نقطه جوش آلکان‌ها رفته‌رفته کاهش می‌یابد.
- نقطه جوش بوتان (C_4H_{10}): حدود $0^\circ C$

رفتار شیمیایی آلکان‌ها

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



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

(۱) تعداد کربن‌ها (n) $\rightarrow$ ضریب CO_2

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

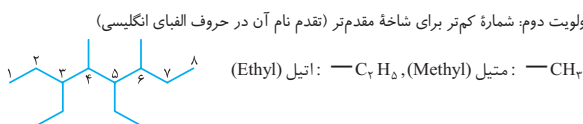
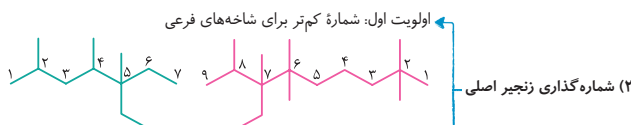
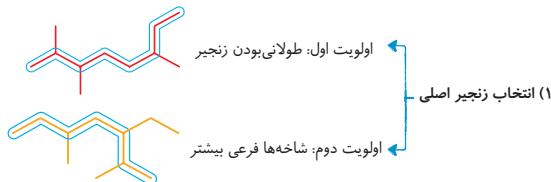
— نام‌گذاری آلکان‌ها —

آلکان‌های راست‌زنجیر:

C_1H_{17}	C_4H_{10}	C_8H_{18}	C_9H_{16}	C_9H_{14}	C_8H_{12}	C_7H_{10}	C_7H_8	C_7H_6	CH_4	فرمول مولکولی
دکان	نونان	اوکتان	هپتان	هکزان	پنتان	بوتان	پروپان	اتان	متان	نام

– آلکان‌های شاخه‌دار –

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

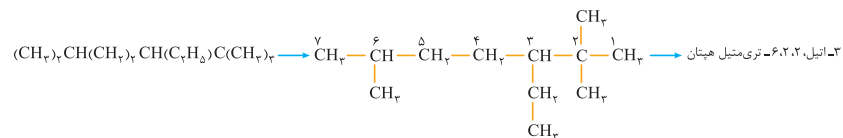


(۳) نوشتن نام: **اول** شماره کربن شاخه فرعی، **دوم** نام شاخه فرعی و **سوم** نام آلکان زنجیر اصلی

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

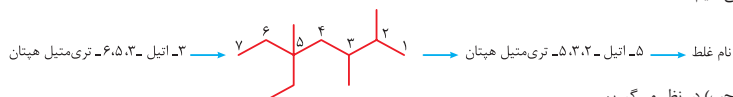
● شاخه‌های فرعی متفاوت: به ترتیب الفبای انگلیسی

● اگر فرمول ساختاری فشرده‌دادن ← اول ساختار باز را رسم می‌کنیم ← بعد نام‌گذاری می‌کنیم.



— روش تشخیص درست یا غلط بودن نام—

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



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

۲ ساختار رسم شده را نام گذاری می کنیم.

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

تذکر در مثال بالا همین که فهمیدیم شماره گذاری اشتباه است، دیگر نیازی به انجام بقیه مراحل نیست.



مرورنامه آزمون آزمایشی خیل سبز

شیمی

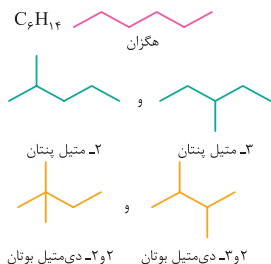
نکاتی برای تشخیص سریع بعضی نام‌های غلط:

- شاخه‌ها به ترتیب الفبای لاتین نباشد ← مثلاً اول متیل بیاد بعد اتیل
 - شاخه ۱- متیل یا n- متیل باشد (n: تعداد کربن‌های زنجیر اصلی)
 - شاخه ۱- اتیل، ۲- اتیل یا n- اتیل، (n-۱) اتیل باشد.
 - دقت داشته باشید که همه نام‌های غلط با این سه نکته قابل بررسی نیست.
- × ۳، ۲- دی-متیل - ۴- اتیل هگزان : ×
 × ۳- اتیل - ۵، ۲- دی-متیل پنتان : ×
 × ۵، ۳- دی-اتیل - ۴، ۳، ۲- تری-متیل هگزان ، ۲- اتیل - ۵- متیل هگزان : ×

- ایزومر یا همپار -

ترکیباتی با فرمول مولکولی یکسان و ساختار متفاوت.

۱) رسم ایزومر: با برداشتن کربن‌ها و قراردادن آن‌ها در موقعیت‌های متفاوت، ایزومرها را رسم می‌کنیم. به صورت زیر:



(I) رسم آلکان راست‌زنجیر n-کربنه

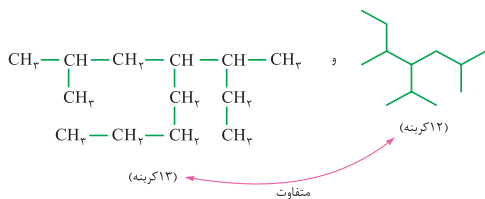
(II) رسم آلکان‌های (n-۱) کربنه با یک شاخه متیل

(III) رسم آلکان‌های (n-۲) کربنه با یک شاخه اتیل ← نداریم

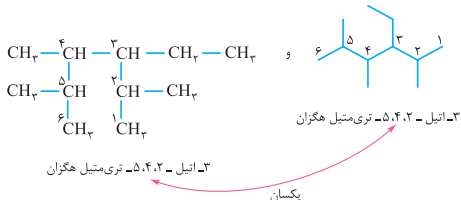
(IV) رسم آلکان‌های (n-۲) کربنه با دو شاخه متیل

۲) تشخیص ارتباط دو ساختار:

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

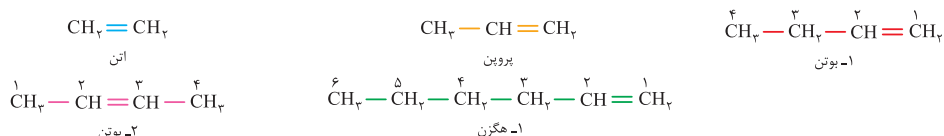


۳) اگر فرمولی مولکولی یکسان بود، یک راه برای تشخیص ایزومر یا یکسان بودن، بررسی نام آلکان است. ← نام یکسان، دو ساختار مربوط به یک آلکان است.



آلکن‌ها، هیدروکربن‌هایی با یک پیوند دوگانه

- به دلیل وجود یک پیوند $C=C$ از آلکان هم کربن خود، ۲ هیدروژن کم‌تر دارند ← فرمول عمومی: C_nH_{2n} ($n \geq 2$)
- نام آلکن راست‌زنجیر: مشخص کردن محل پیوند دوگانه با نخستین کربن پیوند دوگانه





نام قدیمی: اتیلن

نخستین عضو آلکن‌ها

اتن در بیشتر گیاهان وجود دارد.

موز و گوجه‌فرنگی رسیده گاز اتن آزاد می‌کنند.

عمل آورنده: موجب رسیدن سریع‌تر میوه‌های نارس

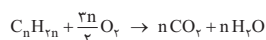
رفتار شیمیایی آلکن‌ها

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

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

● گاز اتن سنگ بنای صنایع پتروشیمی است.

(۱) واکنش سوختن:

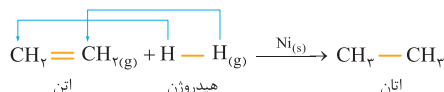
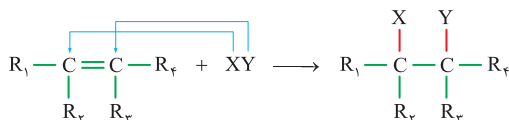


هشدار: هم‌چنان می‌توانیم از این نکته‌ها استفاده کنیم:

تعداد کربن‌ها (n) ضرب CO_2

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

(۲) واکنش‌های افزایشی: فرآورده سیر شده



(آ) واکنش با هیدروژن

محصول: آلکان

کاتالیزگر: نیکل ($Ni_{(s)}$)

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

(ب) واکنش با آب

محصول: الکل

کاتالیزگر: اسید (مثل H_2SO_4)

الکلی دوکربنی، بی‌رنگ و فزاینده

به هر نسبتی در آب حل می‌شود.

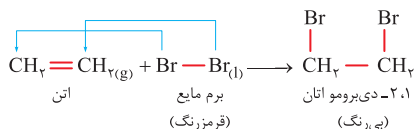
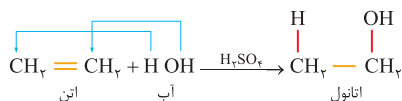
اتانول یکی از مهم‌ترین حلال‌های صنعتی

کاربرد در تهیه مواد دارویی، بهداشتی و آرایشی

ضد عفونی کننده در بیمارستان‌ها

(پ) افزایش هالوژن‌ها

محصول: دی‌هالو آلکان



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

● مولکول چربی موجود در گوشت، سیر نشده است.

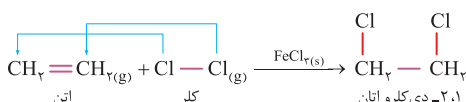
واکنش گاز اتن با کلر

محصول: دی‌کلرو آلکان

کاتالیزگر: $FeCl_{3(s)}$

(ت) پلیمری شدن (فصل ۳/۳ یا ۴)

(ث) واکنش با هیدروژن‌هالید: محصول: هالو آلکان (فصل ۴/۴ دوازدهم)





مرورنامه آزمون آزمایشی خیالی سبز

شیمی

آلکین ها، سیر نشده تر از آلکن ها

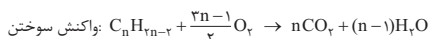
● به دلیل یک پیوند $C \equiv C$ ، از آلکن هم کربن خود، ۴ هیدروژن کم تر دارد ← فرمول عمومی: $C_n H_{2n-2}$ ($n \geq 2$)

● نام آلکین راست: زنجیر: مشخص کردن محل پیوند سه گانه با نخستین کربن پیوند سه گانه



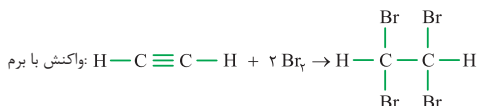
نام قدیمی: استیلن
ساده ترین آلکین
اتین

تأمین دمای لازم برای جوش دادن قطعه های فلزی در جوش کاربیدی با سوختن گاز اتین



● آلکین ها واکنش پذیری زیادی دارند.

آلکین ها برای سیر شدن با دو مول H_2 واکنش می دهند. $C_n H_{2n-2} + 2 H_2(g) \rightarrow C_n H_{2n+2}$ واکنش با هیدروژن

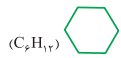
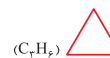


هیدروکربن های حلقوی:

فرمول عمومی $C_n H_{2n}$ ← با آلکن های هم کربن، ایزومر هستند.

هیدروکربن حلقوی با پیوندهای یگانه کربن-کربن

سیر شده



سیکلو آلکن ها

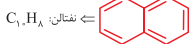
هیدروکربن های سیر نشده

سرگروه آن ها: بنزن (C_6H_6)



یک حلقه ۶ ضلعی با ۳ پیوند $C=C$

ترکیب های آروماتیک در ساختار خود حداقل یک حلقه بنزنی دارند.



دو حلقه ۶ ضلعی با ۵ پیوند $C=C$

کاربرد نفتالین: ضد بید برای نگهداری فرش و لباس

درصد جرمی عناصر در ترکیب ها

این بخش در ترکیب های آلی پرتکرار است.

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

$C_7H_8 \rightarrow C = \frac{7 \times 12}{96} \times 100 = 87.5\%$

آلکان ($C_n H_{2n+2}$) با افزایش تعداد کربن: درصد جرمی کربن: افزایش
درصد جرمی هیدروژن: کاهش

آلکن و سیکلو آلکان ($C_n H_{2n}$) با افزایش تعداد کربن: درصد جرمی کربن: ثابت
درصد جرمی هیدروژن: ثابت

آلکین ($C_n H_{2n-2}$) با افزایش تعداد کربن: درصد جرمی کربن: کاهش
درصد جرمی هیدروژن: افزایش

شمار پیوندهای اشتراکی

کل پیوندهای اشتراکی در ترکیب های آلی خنثی:

هالوژن: $\frac{(4 \times C) + (1 \times H) + (2 \times O) + (3 \times N) + (1 \times X)}{2}$

مثلاً: $\frac{(4 \times C) + (1 \times H)}{2} \rightarrow C_n H_{2n+2}$ کل پیوندهای آلکان $= \frac{4n + 2n + 2}{2} = 3n + 1$

کل پیوندهای اشتراکی در هیدروکربن ها:

در آلکن: $C = H$ پیوندهای $C = H$ در آلکن $= 2n + 2$

کل پیوندهای $C - H$ در هیدروکربن ها: برابر تعداد اتم های H
بقیه پیوندها بین کربن و کربن است.

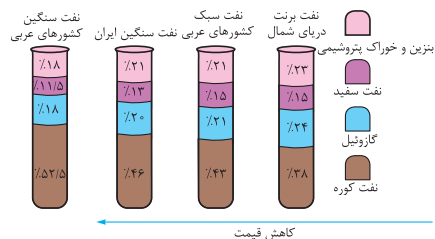
جمع بندی:

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

نفت، ماده‌ای که اقتصاد جهان را دگرگون ساخت

بخش عمده هیدروکربن‌های موجود در نفت خام: آلکان‌ها ← واکنش‌پذیری کم ← اغلب به عنوان سوخت

کاربرد نفت خام
بیش از ۹۰٪ ← سوزاندن و تأمین انرژی
کمتر از ۱۰٪ ← خوراک پتروشیمیایی



دسته‌های متفاوت هیدروکربن‌ها در نفت خام

مواد سبک‌تر، ارزش بیشتری دارد.

نفتی که مواد سبک‌تر بیشتری دارد، قیمت بیشتری دارد.

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

متان (CH_4): گازی سبک، بی‌بو و بی‌رنگ

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

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

یکی از مسائل مهم در تأمین سوخت، انتقال آن است. ← حدود ۶۶ درصد انتقال سوخت از طریق خطوط لوله انجام می‌شود.

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

فصل دوم: در پی غذای سالم

اجزای بنیادی جهان مادی را ماده و انرژی می‌دانند که می‌توانند به هم تبدیل شوند.

تنها منبع حیات بخش انرژی، خورشید است.

کاهش جرم خورشید، تبدیل ساده به انرژی را تأیید می‌کند.



- منابع شیمیایی بسیار (کودها و آفتکش‌ها و ...)
- نیازهای صنایع غذایی
 - سطح وسیعی از زمین‌های بایر
 - حجم عظیمی از آب‌های قابل استفاده در کشاورزی (آب شیرین)
- نقش غذا در بدن
 - تأمین انرژی
 - تأمین مواد اولیه برای ساخت و رشد بخش‌های مختلف بدن

● فرایندهای بالا وابسته به انجام واکنش‌های شیمیایی هستند که هر یک **آهنگ ویژه‌ای** دارند: واکنش‌هایی که **دمای بدن** را نیز کنترل و تنظیم می‌کند.

- منابع موجود در برخی **خوراکی‌ها**
 - گوشت قرمز و ماهی: پروتئین، انواع ویتامین و مواد معدنی
 - شیر و فراورده‌های آن: پروتئین و کلسیم (پیشگیری و ترمیم پوکی استخوان)

غذا، ماده و انرژی

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

دمای یک ماده از چه خبر می‌دهد؟

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

نکته

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

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

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

● یکای رایج دما: درجه سلسیوس ($^{\circ}\text{C}$)

● یکای دما در SI: کلوین (K)

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

● **دما:** میانگین انرژی جنبشی ذره‌های سازنده یک نمونه ماده است. ← به تعداد ذره‌ها وابسته نیست.

● **انرژی گرمایی:** مجموع انرژی جنبشی ذره‌های سازنده یک نمونه ماده است. ← به تعداد ذره‌ها وابسته است.

● انرژی گرمایی کمیتی است که هم به **دما** و هم به **جرم** (تعداد ذرات سازنده) ماده بستگی دارد.

← اگر دمای جسم X بیشتر از Y باشد لزوماً انرژی گرمایی جسم X بیشتر نیست. به مثال‌های زیر توجه کنید:

● انرژی گرمایی: یک لیوان آب 25°C > یک لیوان آب 9°C ، یک لیوان آب 9°C > یک استخر آب 25°C

تفاوت دما و گرما

- دما برای توصیف یک نمونه ماده، ولی تغییر دما برای توصیف یک فرایند است.
- گرما از ویژگی‌های یک نمونه ماده نیست ← برای توصیف یک فرایند است.
- اشاره به گرمای یک نمونه ماده اشتباه علمی است.

● **گرما:** به مقدار انرژی گرمایی که به دلیل تفاوت دما در یک فرایند جاری می‌شود، گفته می‌شود.

● گرما همواره از جسمی با دمای بالاتر (حتی اگر انرژی گرمایی‌اش کم‌تر باشد) به جسمی با دمای پایین‌تر جاری می‌شود.

مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز



مقایسه دما، انرژی گرمایی و گرما

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

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

$$1 J = 1 kg.m^2.s^{-2}, \quad |Ca| = 4/18 J$$

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

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

یکای اندازه‌گیری گرمای (q) در (SI) ژول (J) است.

ظرفیت گرمایی به ۴ عامل وابسته است:

۱) دما ۲) فشار ۳) نوع ماده ۴) جرم

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

گرمای ویژه به ۳ عامل وابسته است:

۱) دما ۲) فشار ۳) نوع ماده

رابطه بین ظرفیت گرمایی (C) و گرمای ویژه (c) $C = mc$

نکته

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

- به ازای q برابر: هر چه ظرفیت گرمایی بیشتر $\Delta\theta$ کمتر
- به ازای $\Delta\theta$ برابر: هر چه ظرفیت گرمایی بیشتر گرما (q) بیشتر مدت‌زمان (t) بیشتر
- آب یکی از بیشترین گرماهای ویژه را دارد.
- به مقایسه گرمای ویژه ماده‌های روبه‌رو دقت کنید:

آب < روغن زیتون < سیب‌زمینی < نان

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

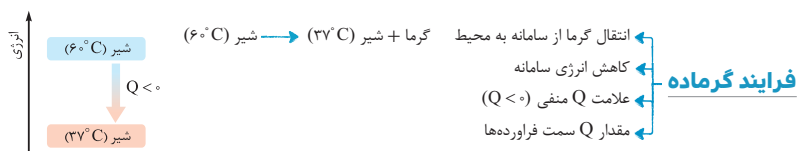
نکته

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

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

موادی که گرما می‌گیرند موادی که گرما از دست می‌دهند

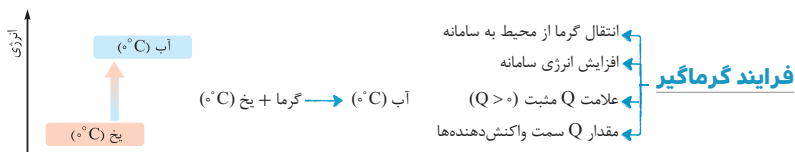
– جاری‌شدن انرژی گرمایی –





مرورنامه آزمون آزمایشی خیل سبز

شیمی



نکته

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

به علامت $\Delta\theta$ کاری نداشته باشید. سامانه گرما داد ← گرماده ، $Q < 0$
سامانه گرما گرفت ← گرماگیر ، $Q > 0$

گوارش فرایندی گرماده است.

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

گرما در واکنش‌های شیمیایی (گرماشیمی)

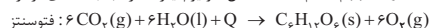
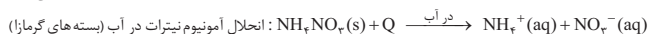
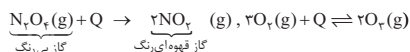
ویژگی بنیادی همهٔ واکنش‌ها: دادوستد گرما با محیط پیرامون

تأمین انرژی بدن: گوارش غذا
کاربرد گرما و واکنش‌ها ← تأمین انرژی حمل‌ونقل یا گرم کردن محیط: سوختن سوخت‌ها
واکنش دهنده و تأمین‌کنندهٔ انرژی استخراج آهن: زغال کک

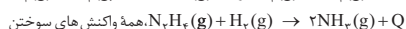
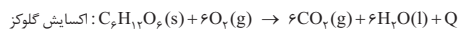
سطح انرژی مواد با پایداری آن‌ها رابطهٔ عکس دارد:

در واکنش‌های گرماگیر: واکنش دهنده‌ها پایداری از فراورده‌ها هستند: مثال:

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



در واکنش‌های گرماده، فراورده‌ها پایداری از واکنش دهنده‌ها هستند: مثال:



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

هر ماده‌ای دو نوع انرژی دارد:

1) انرژی گرمایی ← مجموع انرژی جنبشی ذره‌ها

2) انرژی پتانسیل ← انرژی ناشی از نیروهای نگه‌دارندهٔ ذره‌های سازندهٔ ماده (انرژی نهفته) مثل پیوندهای شیمیایی.

انجام واکنش شیمیایی ← شکسته‌شدن پیوندهای اولیه ← تشکیل پیوندهای جدید ← تفاوت انرژی پتانسیل مواد ← مبادلهٔ گرما

«گرمای مبادله‌شده در واکنش‌های شیمیایی به طور عمده وابسته به تفاوت انرژی پتانسیل مواد واکنش دهنده و فراورده است.»

«گرمای مبادله‌شده در دمای ثابت، ناشی از تفاوت انرژی گرمایی در مواد واکنش دهنده و فراورده نیست.»

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

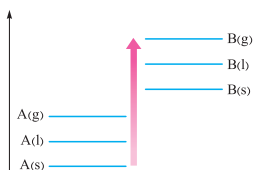
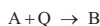
1) نوع مواد واکنش دهنده و فراورده

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

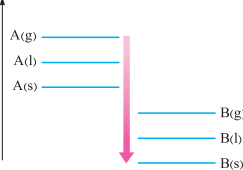
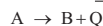


۲) حالت فیزیکی مواد واکنش دهنده و فراورده

مقایسه سطح انرژی: جامد > مایع > گاز



در فرایندهای گرماگیر، هر چه سطح انرژی واکنش دهنده پایین تر و سطح انرژی فراورده ها بالاتر باشد، گرمای مصرف شده، بیشتر می شود.



در فرایندهای گرماده، هر چه سطح انرژی واکنش دهنده بالاتر و سطح انرژی فراورده ها پایین تر باشد، گرمای آزاد شده، بیشتر می شود.

نکته

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

راحت ترین راه برای حل تست های مقایسه ای، رسم نمودار سطح انرژی مواد است.

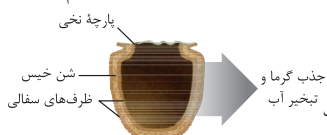
بررسی مقایسه گرما صرفاً مقدار عددی مهم است، نه علامت آن!

۳) مقدار مواد واکنش دهنده ها



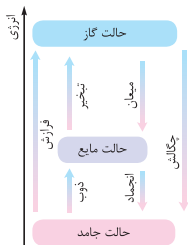
$$4 \text{ g } CH_4 \times \frac{1 \text{ mol } CH_4}{16 \text{ g } CH_4} \times \frac{-890 \text{ kJ}}{1 \text{ mol } CH_4} = -222.5 \text{ kJ}$$

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



دو ظرف سفالی، فضای بینشان شن خیس، درپوش نخعی
خشک شدن غذا بدون انرژی الکتریکی
عملکرد: جذب گرما از فضای درونی ظرف برای تبخیر آب

یخچال صحرایی

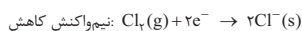
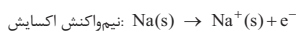
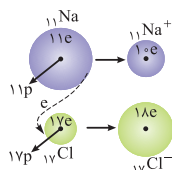
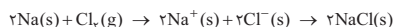


تغییر حالت فیزیکی مواد خالص با تغییر انرژی همراه است.

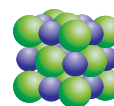
پایه دوازدهم

چینش زیبا، منظم و سه بعدی یونها در جامد یونی -

- از آن جا که مجموع بار الکتریکی کاتیون ها و آنیون ها در هر ترکیب یونی با هم برابر است، ترکیبات یونی از لحاظ بار الکتریکی خنثی هستند.
- هر ترکیب یونی دوتایی را می توان فراورده واکنش یک فلز با یک نافلز دانست. در این واکنش، اتم ها با یکدیگر الکترون داد و ستد می کنند. در واکنش هایی از این دست، اتم فلز با از دست دادن الکترون و اتم نافلز با به دست آوردن الکترون، به ترتیب به کاتیون و آنیون تبدیل می شوند.
- از واکنش فلز سدیم با گاز کلر (که زرد رنگ است)، جامد یونی سفید رنگی بر جای می ماند که همان نمک خوراکی است.
- نور زرد رنگ و گرمای زیاد آزاد شده در این واکنش نشان می دهد که واکنش مورد نظر بسیار گرماده است. معادله کلی واکنش تولید نمک خوراکی (سدیم کلرید) از عناصر سازنده آن به صورت زیر است:



یون کلرید
یون سدیم





۵ پس از دادوستد الکترون و تشکیل یون‌ها، میان یون‌های ناهمنام، نیروی جاذبه و میان یون‌های همنام، نیروی دافعه پدید می‌آید. اگر هر یک از یون‌ها همانند کره‌ای باردار باشد، انتظار می‌رود نیروهای جاذبه و دافعه از همۀ جهت‌ها به آن وارد شود. به عبارت دیگر، این نیروها به شمار معینی از یون‌ها محدود نشده بلکه میان همه آن‌ها و در فاصله‌های گوناگون وارد می‌شود.

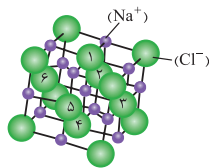
۶ واژه شبکه بلوری برای توصیف آرایش سه‌بعدی و منظم اتم‌ها، مولکول‌ها و یون‌ها در حالت جامد به کار می‌رود.

۷ آرایش یون‌ها در سرتاسر یک شبکه بلوری از یک الگوی تکراری پیروی می‌کند، به طوری که هر کاتیون با شمار معینی آنیون و هر آنیون با شمار معینی کاتیون احاطه شده است. فرمول شیمیایی هر ترکیب یونی، ساده‌ترین نسبت کاتیون‌ها و آنیون‌های سازنده آن را نشان می‌دهد.

۸ وقتی یون‌ها در شبکه بلور به هم نزدیک می‌شوند، یون‌های با بار ناهمنام در نزدیکی هم قرار می‌گیرند و یون‌های با بار همنام تا حد امکان از هم فاصله می‌گیرند و در نتیجه، نیروی جاذبه بین یون‌های با بار ناهمنام خیلی بیشتر از نیروی دافعه میان یون‌های با بار همنام است؛ آن‌چنان که شمار بسیاری زیادی از یون‌ها به سوی یکدیگر کشیده می‌شوند. چنین روندی، دلیل پدید آمدن آرایش منظمی از یون‌ها در سه‌بعد و تشکیل شبکه بلوری جامد یونی است.

۹ جامد یونی در حالت جامد نارسانا و در حالت مذاب و محلول رسانا است.

– عدد کوئوردیناسیون –



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

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

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

– مقایسه شعاع یون‌ها و چگالی بار یون –

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

۲ برای مقایسه شعاع یون‌هایی که با تعداد الکترون یکسان (یون‌های هم‌الکترون)، یونی که تعداد پروتون کم‌تری در هسته خود دارد، شعاع بیشتری دارد؛ زیرا جاذبه هسته بر آخرین لایه الکترونی آن کم‌تر می‌شود. برای مثال، مقایسه شعاع چند یون هم‌الکترون به صورت زیر است:

همگی ۱۰ الکترونی هستند. $\Rightarrow {}_{13}Al^{3+} > {}_{12}Mg^{2+} > {}_{11}Na^+ > {}_9F^- > {}_8O^{2-} > {}_7N^{3-}$ مقایسه شعاع

۳ به طور کلی آنیون‌ها اندازه یا شعاع بزرگ‌تری از اتم خنثی خود و کاتیون‌ها اندازه یا شعاع کوچک‌تری در مقایسه با اتم خنثی خود دارند.

$N(186) > Cl^{-}(181) > Na^{+}(102) > Cl(99)$

• مقایسه شعاع اتمی و شعاع یونی گونه‌ها در تشکیل سدیم کلرید:

۴ در یک گروه جدول دوره‌ای، درست مانند شعاع اتمی، شعاع یونی هم از بالا به پایین افزایش می‌یابد.

مثال

شعاع یونی فلزهای قلیایی: $Li^+ < Na^+ < K^+ < Rb^+ < Cs^+$

شعاع یونی هالیدها: $F^- < Cl^- < Br^- < I^-$

۵ در هر دوره، شعاع کاتیون‌ها، با افزایش عدد اتمی، کاهش و شعاع آنیون‌ها هم با افزایش عدد اتمی، کاهش می‌یابد.

• در دوره‌های دوم و سوم، کاتیون‌ها نسبت به آنیون‌ها یک لایه الکترونی کم‌تر دارند، به همین دلیل، شعاع کاتیون‌ها از شعاع آنیون‌ها کوچک‌تر است.

مثال: دوره سوم: $P^{3-} < S^{2-} < Cl^- < {}_{11}Na^+ < {}_{12}Mg^{2+} < {}_{13}Al^{3+}$
۱۸ الکترون دارند. ۱۰ الکترون دارند.

نمودار روند کلی تغییر شعاع اتمی و یونی برای عنصرهای دوره سوم به صورت زیر است:



۶ تفاوت شعاع آنیون‌های یک دوره، خیلی ناچیز بوده و کم‌تر از تفاوت شعاع کاتیون‌های آن دوره است. به طور مثال در دوره سوم، تفاوت شعاع S^{2-} و Cl^- تنها 3 pm ($181 - 184$) است در حالی که تفاوت شعاع Na^+ و Mg^{2+} 30 pm ($102 - 72 = 30$) می‌باشد.

– چگالی بار یون‌ها –

اگر هر یون را کره‌ای باردار در نظر بگیریم، چگالی بار آن هم‌ارز با نسبت بار به حجم آن است؛ برای مقایسه چگالی بار یون‌ها می‌توان از نسبت ساده‌تر مقدار بار یون به شعاع استفاده کرد؛ در واقع هر چه نسبت مقدار بار یون به شعاع آن بیشتر باشد، چگالی بار آن یون بیشتر است.

$$\frac{\text{مقدار بار یون}}{\text{شعاع یون}} \propto \text{چگالی بار}$$



نُوجه به طور کلی در مقایسه چگالی بار یون‌ها، اولویت با مقایسه بار آن‌ها است؛ یعنی هر چه بار یون بیشتر باشد چگالی بار آن بیشتر است و اگر بار دو یون یکسان باشد، هر چه شعاع یون کوچک‌تر باشد، چگالی بار آن بیشتر خواهد بود.

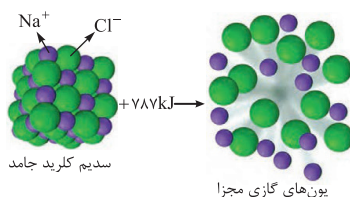
مثال



● از جگالی بار و در نتیجه نسبت بار به شعاع یون‌ها، می‌توان برای مقایسه میزان برهم‌کنش میان یون‌ها استفاده کرد. هر چه مقدار جگالی بار یک یون بیشتر باشد، نیروی جاذبه میان آن یون با یون‌های نااهمنام اطرافش، بیشتر خواهد بود؛ به عبارت دیگر هر چه جگالی بار یک کاتیون و یک آنیون بیشتر باشد، نیروی جاذبه میان آن‌ها قوی‌تر است. به طور مثال نیروی جاذبه میان Mg^{2+} و O^{2-} از نیروی جاذبه میان Mg^{2+} و S^{2-} قوی‌تر است.

— آنتالیی فرویاشی —

۱) به مقدار گرمای لازم برای تبدیل یک مول از شبکه بلوری یک ترکیب یونی جامد به یون‌های (نه اتم‌های) گازی مجزای آن، آنتالپی فروپاشی شبکه می‌نامند و آن را با ΔH_f نمایش می‌دهند.

$$\text{NaCl(s)} + \gamma \gamma \text{ kJ} \rightarrow \text{Na}^+(\text{g}) + \text{Cl}^-(\text{g}) \quad \Delta H_f = +\gamma \gamma \text{ kJ mol}^{-1}$$


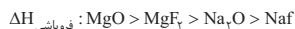
۲) ΔH همواره مثبت (فرایندی گرماگیر) است.

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

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

(۱) هر چه مجموع قدرمطلق بار یک کاتیون و یک آنیون در یک ترکیب یونی بزرگتر باشد، فروپاشی ΔH شبکه آن بزرگتر است.

۲) در صورت برابری مجموع قدرمطلق بار یون‌ها، شعاع یون‌ها را با هم مقایسه می‌کنیم. ترکیبی که دارای شعاع یون‌های کوچک‌تری باشد، فروپاشی ΔH بالاتری دارد. برای مثال، داریم:



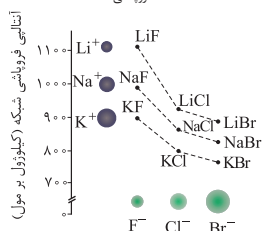
● در MgO مجموع قدرمطلق بارهای آنیون و کاتیون مساوی ۴ است، پس این ترکیب بیشترین $\Delta H_{\text{فویاشی}}$ را دارد. برای مقایسه $\Delta H_{\text{فویاشی}}$ در MgF_2 و Na_2O به سراغ

شعاع یون‌های آن‌ها می‌رویم، زیرا مجموع قدرمطلق بارهای آنیون و کاتیون در این دو ترکیب برابر است. شعاع یونی $O^{2-} < F^{-}$ و $Na^{+} < Mg^{2+}$ است، بنابراین

آنتالپی فروپاشی شبکه بلور MgF_2 بیشتر از Na_2O است. در NaF مجموع قدرمطلق بارهای آنیون و کاتیون برابر با ۲ است، این ترکیب کمترین ΔH_f را دارد.

به طور کلی میان آنتالپی فروپاشی شبکه و نقطه ذوب و جوش ترکیب‌های یونی رابطه مستقیم وجود دارد.

۶ نمودار مقابل، آنتالپی فروپاشی شبکه بلور هالیدهای فلزات قلیایی را مقایسه می‌کند:



● با افزایش شعاع کاتیون فلزهای قلیایی، آنتالپی فروپاشی شبکه هالید آن‌ها، کاهش پیدا می‌کند.

مثال $\text{LiF} > \text{NaF} > \text{KF}$: آنتالپی فروپاشی شبکه

● با افزایش شعاع آنیون هالید نیز، آنتالپی فروپاشی هالیدهای یک فلز قلیایی کاهش می‌یابد.

مثال $\text{NaF} > \text{NaCl} < \text{NaBr}$: آنتالپی فروپاشی شبکه

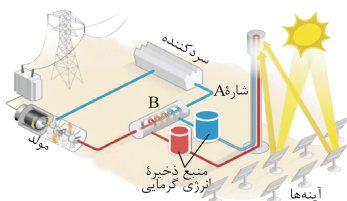


● تفاوت فروپاشی ΔH شبکه بلور هالیدهای یک فلز قلیایی، با افزایش شمع هالوزن کاهش می‌یابد. یعنی: $(\text{NaCl}, \text{NaBr}) < (\text{NaF}, \text{NaCl})$ تفاوت آنالیزی فروپاشی

– هنرنمایی شاره (سیال)های مولکولی و یونی برای تولید برق –

۱) دانشمندان برای استفاده بهینه از انرژی خدادهای و رایگان خورشید، به دنبال فناوری‌هایی هستند که بتوانند بخشی از آن را ذخیره نموده و به شکل انرژی الکتریکی وارد چرخه مصرف نمایند.

۲) شکل زیر نمایی از فناوری پیشرفته برای تولید انرژی الکتریکی از پرتوهای خورشیدی را نشان می‌دهد:



۳) در این فرایند پرتوهای خورشیدی پس از بازتاب از سطح آینه‌ها، در بالاترین نقطه برج متمرکز شده و انرژی خود را به سیال A (سدیم کلرید مذاب) که در حال عبور کردن از این قسمت است منتقل می‌کنند و موجب افزایش دمای این ماده می‌شوند. شاره A پس از افزایش دما به سمت منبع ذخیره انرژی گرمایی جریان پیدا کرده و در این مخزن می‌ماند.

۴) در هنگام نیاز به انرژی الکتریکی، شاره A از منبع انرژی گرمایی به طرف محل انتقال حرارت جاری شده و بخشی از انرژی خود را به شاره B (آب) می‌دهد و آن را به بخار تبدیل می‌کند. پس از انتقال حرارت، دمای شاره A مجدداً کاهش پیدا کرده و این ماده دوباره به سمت برج گیرنده جاری می‌شود. در این فرایند، وظیفه شاره A رساندن حرارت خورشید به شاره B است.

۵) بخار آب تولیدشده در مخزن انتقال حرارت، به سمت یک توربین (مولد) حرکت کرده و با چرخاندن آب سبب تولید انرژی الکتریکی می‌شود. پس از به حرکت درآوردن توربین، بخار آب به سمت سردکننده جاری می‌شود تا دوباره در چرخه تولید بخار قرار بگیرد.

۶) ماده‌ای که به عنوان شاره A انتخاب می‌شود، باید ظرفیت گرمایی بالایی داشته و در گستره دمایی بزرگی به حالت مایع باشد تا بتواند انرژی گرمایی خورشید را برای مدت طولانی‌ترین نگه دارد. از سدیم کلرید مذاب که یک شاره یونی است، به عنوان این شاره استفاده می‌کنیم.

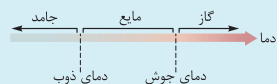
۷) گستره تغییرات دمایی NaCl مذاب در این فناوری بین 1350°C تا 850°C است. مواد مولکولی در این گستره دمایی نمی‌توانند به حالت مایع باشند.

ماده	نوع شاره	کاربرد
سدیم کلرید مذاب	یونی	منبع ذخیره انرژی گرمایی
بخار آب	مولکولی	به حرکت درآوردن توربین برای تولید انرژی الکتریکی

نکات مهم

● بالا بودن نقطه ذوب و جوش ترکیب‌های یونی، از جمله ویژگی‌های مهم این مواد است. در این ترکیب‌ها، به خاطر قوی بودن جاذبه میان یون‌ها (پیوند یونی)، نقطه ذوب و جوش تفاوت زیادی داشته و به همین خاطر، از این مواد در برخی از نیروگاه‌های خورشیدی استفاده می‌شود.

● مطابق یک قاعده کلی، هر چه تفاوت بین نقطه ذوب و جوش یک ماده خالص بیشتر باشد، آن ماده در گستره دمایی بیشتری به حالت مایع بوده و نیروهای جاذبه میان ذرات سازنده مایع قوی‌تر است.



● مقایسه گستره دمایی که سه ماده زیر در آن به حالت مایع هستند:

ماده	نقطه ذوب ($^{\circ}\text{C}$)	تفاوت نقطه ذوب و جوش (گستره مایع بودن) ← نقطه جوش ($^{\circ}\text{C}$)
N_2 (مولکولی)	-210	$-196 \leftarrow 14^{\circ}\text{C}$
HF (مولکولی)	-83	$19 \leftarrow 102^{\circ}\text{C}$
NaCl (یونی)	801	$1413 \leftarrow 612^{\circ}\text{C}$

– فلزها، عنصرهایی شکل‌پذیر با جلایی زیبا –

۱) تمدن‌های آغازی براساس گستره کاربری فلزها که همواره برای زندگی انسان و ادامه آن ضروری و ارزشمند بوده‌اند، نام‌گذاری شده‌اند.

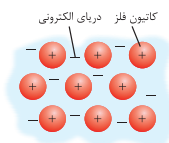


- ۲ در گذشته، در تمدن‌های مختلف به ترتیب سنگ، برنز و سپس آهن کاربرد فراوان داشته است.
- ۳ فلزها هنوز هم کلید رشد، گسترش و ارتقای کیفیت زندگی به شمار می‌روند؛ آن‌چنان که بسیاری باور دارند پایداری جامعه پیشرفته با فناوری کارآمد به گستردگی استفاده از عنصرهای فلزی وابسته است.
- ۴ فلزها بخشی عمده عنصرهای جدول دوره‌ای را تشکیل می‌دهند. این عناصر در هر ۴ دسته s، p، d و f جدول دوره‌ای جای داشته و به طور کلی، خواص مشابهی دارند، البته، برخی از رفتارهای فیزیکی و شیمیایی فلزها متنوع و متفاوت از هم است.

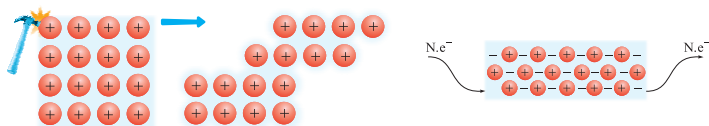
نکات مهم

- **فلزها** - رفتارهای فیزیکی، داشتن جلا، رسانایی الکتریکی، رسانایی گرمایی و شکل‌پذیری (چکش‌خواری)
- رفتارهای شیمیایی، واکنش‌پذیری (تمایل به از دست دادن الکترون)، تنوع اعداد اکسایش
- فلزهای دسته s جدول دوره‌ای، فلزات قلیایی و قلیایی خاکی، به ترتیب دارای عدد اکسایش +1 و +2 در ترکیب‌های خود هستند. هم‌چنین برخی فلزهای دسته p (مانند Al) و برخی فلزهای دسته d جدول دوره‌ای (مانند Zn، Sc و ...) نیز دارای یک عدد اکسایش هستند.

- ۵ شکل زیر یک الگوی ساده از شبکه بلوری فلزها را نشان می‌دهد که برای توجیه برخی رفتارهای فیزیکی (نه رفتارهای شیمیایی) آن‌ها ارائه شده و به مدل دریای الکترون معروف است:

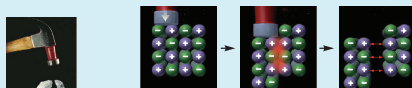


- ۶ براساس مدل دریای الکترونی، ساختار فلزها آرایش منظمی از کاتیون‌ها در سه بعد است که در فضای میان آن‌ها سست‌ترین الکترون‌های موجود در اتم (الکترون لایه ظرفیت)، دریایی را ساخته و در آن آزادانه جابه‌جا می‌شوند.
- ۷ در مدل دریای الکترونی، به دلیل حرکت آزادانه الکترون‌ها، نمی‌توان هر الکترون موجود در بلور فلز را تنها متعلق به یک اتم معین دانست.
- ۸ دریای الکترونی عاملی است که چیدمان کاتیون‌ها را به دلیل جاذبه‌ای که با آن‌ها ایجاد می‌کند، در شبکه بلوری فلز حفظ می‌کند. هم‌چنین این الکترون‌ها هستند که باعث خاصیت چکش‌خواری و رسانایی الکتریکی فلزات می‌شوند. تصاویر زیر، نمایی از توجیه این دو ویژگی را نشان می‌دهد:



نکات مهم

- با وارد شدن یک نیروی خارجی مثل ضربه به بلور ترکیب یونی، لایه‌های سازنده این ترکیب جابه‌جا شده و یون‌های همنام موجود در آن مقابل هم قرار می‌گیرند. در چنین شرایطی، نیروی دافعه ایجاد شده میان یون‌های همنام باعث شکستن شبکه بلور و جداسازی قطعات آن از هم می‌شود. بنابراین، جامدهای یونی شکننده هستند.



- در شبکه بلوری فلزی که می‌تواند کاتیون X^{n+} تشکیل دهد، تعداد کل الکترون‌ها باید n برابر تعداد کل کاتیون‌ها باشد تا تعادل بار الکتریکی در کل شبکه رعایت شود.
- در جامدهای فلزی بین کاتیون‌ها و دریای الکترونی، تعادل بار الکتریکی برقرار است؛ پس وقتی جریان الکتریکی حاوی N الکترون، از یک طرف وارد جسم فلزی می‌شود، تعادل بار الکتریکی شبکه بلوری به هم می‌خورد و برای حفظ تعادل، باید همان تعداد الکترون از طرف دیگر دریای الکترونی خارج شود.

– رنگ، نماد زیبایی –

- ۱ نور مرئی، بخشی از پرتوهای الکترومغناطیسی بوده که طول موج آن‌ها در گستره بین ۴۰۰ nm تا ۷۰۰ nm است و چشم ما آن‌ها را می‌بیند.
- ۲ مواد رنگی، بخشی از نور سفید تابیده شده را جذب و باقی‌مانده آن را عبور داده یا بازتاب می‌کنند. چشم ما مواد رنگی را با طول موج‌های عبوری یا بازتاب‌شده از آن‌ها می‌بیند.

۳ اگر در محیطی نور مرئی نباشد، انسان نمی‌تواند پیرامون خود را ببیند. رفتار نور در برخورد با اجسام مختلف، تفاوت دارد. در جدول زیر، رفتار مختلف نور را بررسی می‌کنیم.

نور جذب‌شده	نور بازتاب‌شده	
—	همه طول موج‌های مرئی	جسم سفید
همه طول موج‌های مرئی	—	جسم سیاه
همه طول موج‌های مرئی به‌جز رنگ خود جسم	رنگ جسم	جسم رنگی



۴ سازنده اصلی یک ماده رنگی که به آن رنگ می‌بخشد، رنگدانه نام دارد.

برای نمونه، TiO_2 ← رنگدانه سفید

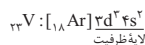
Fe_2O_3 ← رنگدانه قرمز

و دوده نیز یک رنگدانه به رنگ سیاه است.

این مواد، از جمله رنگدانه‌های معدنی هستند. در گذشته انسان، رنگدانه‌ها را از منابع طبیعی همچون گیاهان، جانوران و برخی کانی‌ها تهیه می‌کرد.

۵ رنگ‌های پوششی، نوعی کلوئید هستند که با ایجاد لایه‌ای نازک روی سطح، علاوه بر زیبایی، مانع خوردگی جسم در برابر اکسیژن، رطوبت و مواد شیمیایی می‌شوند.

۶ وانادیم (^{23}V) فلزی واسطه از دوره چهارم و گروه پنجم جدول دوره‌ای است. آرایش الکترونی وانادیم به صورت زیر است:



۷ وانادیم یک عنصر از دسته d است که اعداد اکسایش متفاوتی (صفر، +۲، +۳، +۴، +۵) دارد و با عددی اکسایش متفاوت، رنگ‌های متفاوتی در محلول‌های خود دارد:



محلول	محلولی از نمک وانادیم (V)	محلولی از نمک وانادیم (IV)	محلولی از نمک وانادیم (III)	محلولی از نمک وانادیم (II)
رنگ محلول	زرد	آبی	سبز	بنفش

۸ با افزودن مقدار کافی گرد Zn به محلول نمک وانادیم، با اکسایش Zn و مشاهده تغییر رنگ محلول، می‌توان عدد اکسایش وانادیم در محلول ایجادشده را تشخیص داد.

نکات مهم

- وانادیم در ترکیب‌هایش با عدد اکسایش +۵ (بالاترین عدد اکسایش)، تنها قادر به دریافت الکترون و کاهش یافتن می‌باشد؛ بنابراین وانادیم (V) فقط نقش اکسند را دارد.
- مطابق کتاب درسی پایه یازدهم، وانادیم تنها دو یون پایدار V^{2+} و V^{3+} تشکیل می‌دهد که همانند اغلب کاتیون‌های فلزهای واسطه به آرایش گاز نجیب نمی‌رسند.

– تیتانیم، فلزی فراتر از انتظار –

- فلزها افزون بر رفتارهای مشابه، تفاوت‌های آشکاری در برخی رفتارها نشان می‌دهند. در واقع، هر فلز افزون بر رفتارهای مشترک، رفتارهای ویژه خود را نیز دارد.
- فلزهای دسته d همانند فلزهای دسته s و p، دارای ویژگی‌هایی مانند جلا، رسانایی الکتریکی، رسانایی گرمایی و شکل‌پذیری هستند، اما در ویژگی‌هایی مانند سختی، نقطه ذوب و تنوع اعداد اکسایش با آن‌ها تفاوت دارند.
- در میان عنصرهای دسته d از دوره چهارم جدول تناوبی، تیتانیم (^{48}Ti) با ویژگی‌های باورنکردنی، فلزی فراتر از انتظار است. ماندگاری و استحکام مناسب از جمله این ویژگی‌ها است.
- تیتانیم (^{48}Ti) فلزی از دوره چهارم و گروه چهارم جدول دوره‌ای است. آرایش الکترونی فشرده تیتانیم به صورت مقابل است:



مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز



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

ویژگی	ماده	تیتانیوم	مقایسه	فولاد
نقطه ذوب (°C)	۱۶۶۷	<	۱۵۳۵	
چگالی (g.mL ^{-۱})	۴/۵۱	>	۷/۹۰	
واکنش با ذره‌های موجود در آب دریا	ناچیز	>	متوسط	
مقاومت در برابر خوردگی	عالی	<	ضعیف	
مقاومت در برابر سایش	عالی	=	عالی	

۶ چند مورد از موارد مصرف تیتانیم و علت استفاده آن:

مورد استفاده	دلیل استفاده
ساخت برخی از اجزای ثابت و متحرک موتور جت	بالابودن نقطه ذوب تیتانیم و پایین بودن چگالی آن
ساخت پروانه کشتی اقیانوس‌پیما	مقاومت در برابر خوردگی و واکنش‌پذیری کم
پوشش بیرونی بناهای ماندگار همانند موزه گوگنهایم	مقاومت بالا در برابر خوردگی
آلیاژ نیتینول، در ساخت فراورده‌های صنعتی و پزشکی	شرک در ساختار آلیاژهای هوشمند
بدنه دوچرخه	چگالی کم و مقاومت در برابر خوردگی و سایش

۷ نیتینول آلیاژی از نیکل و تیتانیم است که به آلیاژ هوشمند معروف است. از این آلیاژ در ساخت فراورده‌های صنعتی و پزشکی مانند استنت برای رگ‌ها، سازه ارتودنسی و قاب عینک استفاده می‌شود.