

مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

سال تحصیلی ۱۴۰۴-۰۵



مرحله هفتم

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.

نام درس	مباحث	مؤلف	ویراستار	از صفحه	تا صفحه
حسابان و ریاضیات پایه	حسابان ۲ دوازدهم: فصل ۱ صفحه ۱ تا ۲۲ + مباحث مرتبط ریاضی دهم: فصل ۵ صفحه ۹۴ تا ۱۱۷ حسابان ۱ یازدهم: فصل ۲ صفحه ۳۷ تا ۷۰	علی شهبازی	مهدی خوشنویس ابوالفضل ناصری سینا نیک‌نژاد	۲	۱۰
هندسه	هندسه دهم: فصل ۲ صفحه ۲۹ تا ۵۲ هندسه دوازدهم: فصل ۱ صفحه ۹ تا ۳۹	علیرضا نصراللهی	شقایق راهبریان محسن فراهانی بردیا نصیری سینا نیک‌نژاد	۱۰	۱۴
ریاضیات گسسته و آمار و احتمال	ریاضیات گسسته دوازدهم: فصل ۱ (درس ۱ و ۲) صفحه ۱ تا ۱۷ آمار و احتمال یازدهم: فصل ۱ (درس ۲) صفحه ۱۶ تا ۳۴	سروش موثینی	محسن فراهانی پیام ابراهیم‌نژاد سینا نیک‌نژاد	۱۵	۱۶
فیزیک	فیزیک دهم: فصل ۳ صفحه ۵۳ تا ۸۲ فیزیک دوازدهم: فصل ۱ صفحه ۱ تا ۲۸	نوید شاهی داوود پاشا	امین امینی علی حسن‌زاده	۱۶	۲۱
شیمی	شیمی دهم: فصل ۱ (از ابتدای تبدیل اتم‌ها به یون‌ها) و فصل ۲ (تا ابتدای رفتار گازها) صفحه ۳۸ تا ۷۵ شیمی دوازدهم: فصل ۱ صفحه ۱ تا ۳۶	عباس سرمایه معصومه سعیدی سروش عبادی	بنیامین یعقوبی مهدی محمدی	۲۱	۴۸

ویژه کنکورهای ۱۴۰۵





پایه دوازدهم

تابع چندجمله‌ای و تابع درجه ۳

تابع چندجمله‌ای، ۱

مثال	ضابطه
$f(x) = 2x^5 - 8x^7 + x - 7$	$f(x) = ax^n + bx^{n-1} + cx^{n-2} + \dots$
درجه تابع بالایی، ۵ است.	بزرگ‌ترین توان x ، درجه تابع چندجمله‌ای است.
	توابع معروف
	$y = ax^2 + bx + c$ (درجه دو (سه‌می)) $y = ax + b$ (درجه یک (خطی)) $y = c$ (درجه صفر (ثابت))
$f(x) = x^4 - 2x^7 + 1 \Rightarrow D_f = \mathbb{R}$ $f(x) = x^5 - 3x^6 + 2x^7 - 1 \Rightarrow R_f = \mathbb{R}$ $f(x) = x^2 - 6x + 1$	نکات (۱) دامنه‌شان $\mathbb{R}$ است. (۲) اگر درجه فرد باشد، بردش هم $\mathbb{R}$ است. (۳) اگر درجه زوج باشد، بردش به صورت $[-k, +\infty)$ یا $(-\infty, k]$ است. (۴) برای تابع $y = 0$ ، درجه تعریف نمی‌شود.

تابع لگاریتم و وارونش:

دامنه و برد	نمودار	ضابطه
$D_f = R_f = \mathbb{R}$		$f(x) = x^2$
$D_{f^{-1}} = R_{f^{-1}} = \mathbb{R}$		$f^{-1}(x) = \sqrt{x}$

نمودار تابع درجه سوم $y = a(x - \alpha)^3 + \beta$ ، ۲

علامت a	اگر $a > 0$	اگر $a < 0$
یکنواپی	اکیداً صعودی	اکیداً نزولی
مرکز تقارن	(α, β)	(α, β)
نمودار		

برای ساده کردن ضابطه توابع درجه ۳، باید اتحاد مکعب را بلد باشیم، ۳

صورت کلی اتحاد مکعب	مثال‌هایی که در این قسمت زیاد به کار می‌آیند.
$(a \pm b)^3 = a^3 \pm 3a^2b + 3ab^2 \pm b^3$	$(x \pm 1)^3 = x^3 \pm 3x^2 \pm 3x \pm 1$
	$(x \pm 2)^3 = x^3 \pm 6x^2 \pm 12x \pm 8$
	$(2x \pm 1)^3 = 8x^3 \pm 12x^2 \pm 6x \pm 1$

یکنواپی

انواع یکنواپی، ۱

نوع یکنواپی	وضعیت نمودار	مثال نموداری	تعریف ریاضی
یکنوا اکید	فقط رو به بالا می‌رود.		$a > b \Leftrightarrow f(a) > f(b)$



مرورنامه آزمون آزمایشی خیالی سبز

حسابان

تعریف ریاضی	مثال نموداری	وضعیت نمودار	نوع یکنوایی	
$a > b \Leftrightarrow f(a) < f(b)$		فقط رو به پایین می‌رود.	نزولی اکید	یکنوا اکید
$a > b \Rightarrow f(a) \geq f(b)$		یا رو به بالا می‌رود یا ثابت است.	صعودی	یکنوا
$a > b \Rightarrow f(a) \leq f(b)$		یا رو به پایین می‌رود یا ثابت است.	نزولی	
$\forall a, b \in D_f \Rightarrow f(a) = f(b)$		روی یک خط افقی است.	هم صعودی هم نزولی	ثابت
		قسمتی رو به بالا و قسمتی رو به پایین		غیریکنوا

۲ تابعی که هم صعودی باشد هم نزولی، تابع ثابت است.

۳ معروف‌ترین توابع یکنوا:

اسم تابع	ضابطه	شرط اکیدا صعودی بودن	شرط اکیدا نزولی بودن
خطی	$y = mx + h$	$m > 0$	$m < 0$
درجه ۳	$y = a(x + \alpha)^3 + \beta$	$a > 0$	$a < 0$
رادیکالی	$y = \sqrt{ax + b} + c$	$a > 0$	$a < 0$
نمایی	$y = a^x$	$a > 1$	$0 < a < 1$
لگاریتمی	$y = \log_a x$	$a > 1$	$0 < a < 1$
آبشاری	$y = x - a - x - b $	$b \geq a$ (صعودی)	$a \geq b$ (نزولی)

۴ بازه‌های یکنوایی توابع غیریکنوایی معروف:

تابع	ضابطه	نمودار	نقطه مرزی بازه‌های یکنوایی	بازه‌های یکنوایی
سهمی	$y = ax^2 + bx + c$		رأس	$(-\infty, -\frac{b}{2a}]$ یا $[\frac{b}{2a}, +\infty)$
قدرمطلق خطی	$y = \pm ax + b $		ریشه داخلی قدرمطلق	$(-\infty, -\frac{b}{a}]$ یا $[\frac{b}{a}, +\infty)$
گلدانی	$y = x - a + x - b $		ریشه‌های داخلی قدرمطلق	اکید: $(-\infty, a]$ یا $[b, +\infty)$ غیراکید: $(-\infty, b]$ یا $[a, +\infty)$
هموگرافیک	$y = \frac{ax + b}{cx + d}$		ریشه مخرج	$(-\infty, -\frac{d}{c})$ یا $(\frac{d}{c}, +\infty)$

مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز



۵ برای بررسی یکنوایی تابع $f(x) = ax + b + |a'x + b'|$ ، اول آن را دوضابطه‌ای می‌نویسیم:

$$f(x) = \begin{cases} mx + h & x \leq \frac{-b'}{a'} \\ m'x + h' & x \geq \frac{-b'}{a'} \end{cases}$$

حالا داریم:

علامت شیب ضابطه‌ها	نمودار	وضعیت یکنوایی	نتیجه
$m > 0$ $m' > 0$		اکیداً صعودی	شرط اکیداً یکنوایی: $mm' > 0$
$m < 0$ $m' < 0$		اکیداً نزولی	
$m > 0$ $m' < 0$		غیریکنوا	شرط غیریکنوایی: $mm' < 0$
$m < 0$ $m' > 0$		غیریکنوا	
$m = 0$ $m' > 0$		صعودی	شرط یکنوایی: $mm' \geq 0$
$m > 0$ $m' = 0$		صعودی	
$m = 0$ $m' < 0$		نزولی	
$m < 0$ $m' = 0$		نزولی	

۶ اگر f تابعی اکیداً یکنوا باشد، برای حل نامعادله $f(a) > f(b)$ دو حالت پیش می‌آید:

f اکیداً صعودی	در نامعادله $f(a) > f(b)$ ، با حذف f ها، جهت نامساوی تغییر نمی‌کند: $a > b$
f اکیداً نزولی	در نامعادله $f(a) > f(b)$ ، با حذف f ها، جهت نامساوی تغییر می‌کند: $a < b$

۷ یکنوایی و اعمال جبری:

f	g	$f + g$	$f - g$	fg
ص	ص	ص		
ص	ن		ص	
ن	ص		ن	
ن	ن	ن		

تذکر: خانه‌هایی که خالی هستند، هر سه حالت (صعودی، نزولی و غیریکنوا) می‌تواند برایشان رخ دهد.

۸ تعیین وضعیت یکنوایی fog : اگر صعودی بودن را + و نزولی بودن را - در نظر بگیریم، برای تعیین وضعیت یکنوایی fog ، علامت‌ها را در هم ضرب می‌کنیم؛ مثلاً اگر f صعودی و g نزولی باشد، آن‌گاه:

$fog \Rightarrow$ مثبت در منفی می‌شود منفی

f	g	fog
صعودی	صعودی	صعودی
صعودی	نزولی	نزولی
نزولی	صعودی	نزولی
نزولی	نزولی	صعودی



مرورنامه آزمون آزمایشی خیال سبز

حسابان

۹ اگر $f(x)$ تابعی اکیداً صعودی (نزولی) باشد، آن گاه:

• $f(-x)$ و $-f(x)$ ، اکیداً نزولی‌اند (صعودی‌اند).

• تابع $\frac{1}{f(x)}$ به شرطی که برد f تغییر علامت ندهد، اکیداً نزولی (صعودی) است، ولی اگر f تغییر علامت بدهد، تابع $\frac{1}{f}$ غیریکنوا می‌شود.

بخش پنجم و تقسیم

- قضیه تقسیم -

اگر $f(x)$ و $P(x)$ چندجمله‌ای باشند و درجه $P(x)$ از صفر بزرگ‌تر باشد، آن گاه چندجمله‌ای منحصر به فرد $q(x)$ و $r(x)$ وجود دارند.

$$f(x) = p(x)q(x) + r(x)$$

که $r(x) = 0$ یا درجه $r(x)$ کم‌تر از $P(x)$ است.

نکته: باقی‌مانده تقسیم چندجمله‌ای $f(x)$ بر $ax + b$ عبارت است از $r(x) = f\left(\frac{-b}{a}\right)$.

- ۳ اتحاد مهم -

$$x^n - a^n = (y - a)(x^{n-1} + ax^{n-2} + a^2x^{n-3} + \dots + a^{n-2}x + a^{n-1}), n \in \mathbb{N}$$

$$x^n + a^n = (x + a)(x^{n-1} - ax^{n-2} + a^2x^{n-3} - \dots - a^{n-2}x + a^{n-1}), n \in \mathbb{N}, \text{ فرد } n$$

$$x^n - a^n = (x + a)(x^{n-1} - ax^{n-2} + a^2x^{n-3} - \dots + a^{n-2}x - a^{n-1}), n \in \mathbb{N}, \text{ زوج } n$$

تابع

- مقدمات (تعریف تابع، دامنه و برد) -

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

۲ روش‌های نمایش تابع:

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



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

مثال تابع مساحت مربع برحسب محیط آن؟

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

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

۴ مقدار تابع در یک نقطه:

روش نمایش تابع	پیکانی	زوج مرتبی	جدولی	نموداری	توصیفی	ضابطه‌ای								
مثال		$f = \{(1, 2), (2, 6)\}$	<table><tr><td>x</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>y</td><td>-3</td><td>6</td><td>2</td></tr></table>	x	1	2	3	y	-3	6	2		f تابعی است که به هر عددی، مکعبش را نسبت می‌دهد.	$f(x) = \frac{x^3 + 1}{\sqrt{2x + 5}}$
x	1	2	3											
y	-3	6	2											
مقدار تابع در $x = 2$	$f(2) = 9$	$f(2) = 6$	$f(2) = 6$	$f(2) = 1$	$f(2) = 2^3 = 8$	$f(2) = \frac{8}{3}$								

۵ نقاط برخورد مهم:

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

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

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

۷ همان‌طور که گفته شد، یک تابع از مجموعه A به مجموعه B، رابطهای بین این دو مجموعه است که در آن به هر عضو A، دقیقاً یک عضو از B نسبت داده می‌شود. A

را دامنه و B را هم‌دامنه می‌نامیم. برد تابع زیرمجموعه‌ای از هم‌دامنه است.

f : {هم‌دامنه → دامنه
ضابطه}

۸ برابری دو تابع:

دو تابع f و g را برابر می‌نامیم هر گاه:

الف) دامنه f و دامنه g با هم برابر باشند.

ب) برای هر x از این دامنه یکسان داشته باشیم:

$$f(x) = g(x)$$



مرورنامه آزمون آزمایشی خیال سبز

حسابان

انواع توابع

چند تابع خاص

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

انتقال نمودار توابع

۱ انتقال، قرینه‌یابی، انبساط و انقباض:

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

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

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

۲ چند تابع معروف با نمودارشان.

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

توابع گویا

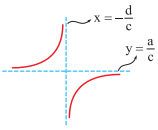
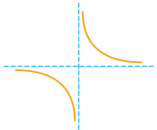
۱ مطالب اولیه تابع گویا.

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



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

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

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

توابع رادیکالی

۱ مطالب اولیه تابع رادیکالی.

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

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

علامت a	علامت b	شکل نمودار	مختصات نقطه شروع (S)
۱	+		S
۲	-		S
۳	+		S
۴	-		S

عدد بیرونی

ریشه داخل رادیکال

جزء صحیح

۱ تابع پله‌ای.

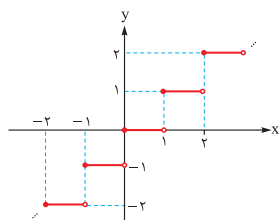
تعریف	تابع چندضابطه‌ای که هر کدام از ضابطه‌هایش یک تابع ثابت است.
نمودار	از تعدادی پاره‌خط افقی تشکیل شده است.
مثال	$f(x) = \begin{cases} 1 & -1 \leq x < 1 \\ -2 & 1 \leq x < 4 \end{cases}$



مرورنامه آزمون آزمایشی خیالی سبز

حسابان

۲ تابع برآکت،

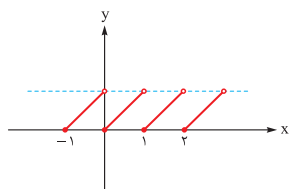


بزرگ‌ترین عدد صحیح کوچک‌تر از عدد x : $[x]$

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

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

$$x - [x]$$



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

نکته

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

وارون تابع

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

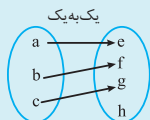
نکته

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

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

نکته

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



$$y = |x| - 2$$

$$x \leq 4$$

● می‌توان با محدود کردن دامنه، یک تابع غیر یک‌به‌یک را تبدیل به تابعی یک‌به‌یک کرد. مثال:

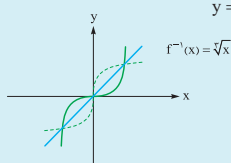
$$\text{اگر } (y, x) \in f^{-1}, (x, y) \in f$$

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

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

نکته

اگر f تابعی یک‌به‌یک باشد، برای به دست آوردن نمودار f^{-1} قرینه نمودار f را نسبت به خط $y = x$ به دست می‌آوریم؛ مثلاً: $y = x^2$



مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز



– اعمال روی توابع –

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

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

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

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

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

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

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

هندسه

•• وارون ماتریس و دترمینان ••

– وارون ماتریس 2×2 –

ماتریس 2×2	دترمینان ماتریس	وارون ماتریس 2×2
$A = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}$	$ A = ad - bc$	$A^{-1} = \frac{1}{ A } \begin{bmatrix} d & -b \\ -c & a \end{bmatrix}$

وارون ماتریس‌های معروف 2×2

	اسکالر	قطری	شبه قطری
A	$\begin{bmatrix} x & 0 \\ 0 & x \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} x & 0 \\ 0 & y \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & x \\ y & 0 \end{bmatrix}$
A^{-1}	$\begin{bmatrix} \frac{1}{x} & 0 \\ 0 & \frac{1}{x} \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} \frac{1}{x} & 0 \\ 0 & \frac{1}{y} \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & \frac{1}{x} \\ \frac{1}{y} & 0 \end{bmatrix}$

• خواص وارون، اگر A و B دو ماتریس مربعی وارون‌پذیر، k یک عدد حقیقی و n یک عدد طبیعی باشد داریم:

وارون جای دو ماتریس را در ضرب عوض می‌کند.	وارون ضریب را عکس می‌کند.	جای وارون و توان قابل تعویض است.	وارون وارون هر ماتریس، برابر خود ماتریس است.
$(AB)^{-1} = B^{-1}A^{-1}$	$(kA)^{-1} = \frac{1}{k} \times A^{-1}$	$(A^n)^{-1} = (A^{-1})^n$	$(A^{-1})^{-1} = A$
$(ABC)^{-1} = C^{-1}B^{-1}A^{-1}$	$(\Delta A)^{-1} = \frac{1}{\Delta} A^{-1}$	$(A^T)^{-1} = (A^{-1})^T$	$A^{-1} = B \Leftrightarrow A = B^{-1}$

– دستگاه معادلات –

حل معادله ماتریسی و دستگاه	معادله ماتریسی	ماتریس مجهولات	ماتریس مقادیر معلوم	ماتریس ضرایب	دستگاه دو معادله دوجمله‌ای
$AX = B \Rightarrow X = A^{-1}B$	$AX = B$	$X = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$	$B = \begin{bmatrix} c \\ c' \end{bmatrix}$	$A = \begin{bmatrix} a & b \\ a' & b' \end{bmatrix}$	$\begin{cases} ax + by = c \\ a'x + b'y = c' \end{cases}$
					فرم ماتریسی
					$\begin{bmatrix} a & b \\ a' & b' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c \\ c' \end{bmatrix}$



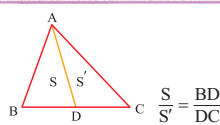
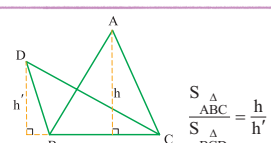
– بحث در تعداد جواب‌های دستگاه –

مقاطع	موازی	منطبق	وضعیت دو خط
دستگاه فقط یک جواب دارد.	دستگاه جواب ندارد.	دستگاه بی‌شمار جواب دارد.	تعداد جواب‌ها
$\frac{a}{a'} \neq \frac{b}{b'}$	$\frac{a}{a'} = \frac{b}{b'} \neq \frac{c}{c'}$	$\frac{a}{a'} = \frac{b}{b'} = \frac{c}{c'}$	وضعیت ضرایب

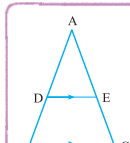
نسبت تناسبی

نام	رابطه	مثال عددی
طرفین وسطین	$\frac{a}{b} = \frac{c}{d} \Leftrightarrow ad = bc$	$\frac{2}{3} = \frac{4}{6} \Leftrightarrow 2 \times 6 = 3 \times 4$
معکوس کردن طرفین	$\frac{a}{b} = \frac{c}{d} \Leftrightarrow \frac{b}{a} = \frac{d}{c}$	$\frac{2}{3} = \frac{4}{6} \Leftrightarrow \frac{3}{2} = \frac{6}{4}$
تعویض صورت و مخرج	$\frac{a}{b} = \frac{c}{d} \Leftrightarrow \frac{d}{b} = \frac{c}{a}$	$\frac{2}{3} = \frac{4}{6} \Leftrightarrow \frac{6}{3} = \frac{4}{2}$
ترکیب صورت و مخرج	$\frac{a}{b} = \frac{c}{d} \Leftrightarrow \frac{a+c}{b+d} = \frac{a}{b} = \frac{c}{d}$	$\frac{2}{3} = \frac{4}{6} \Leftrightarrow \frac{2+4}{3+6} = \frac{2}{3}$
ترکیب نسبت در صورت	$\frac{a}{b} = \frac{c}{d} \Leftrightarrow \frac{a+b}{b} = \frac{c+d}{d}$	$\frac{2}{3} = \frac{4}{6} \Leftrightarrow \frac{2+3}{3} = \frac{4+6}{6}$
ترکیب نسبت در مخرج	$\frac{a}{b} = \frac{c}{d} \Leftrightarrow \frac{a}{a+b} = \frac{c}{c+d}$	$\frac{2}{3} = \frac{4}{6} \Leftrightarrow \frac{2}{2+3} = \frac{4}{4+6}$
تفضیل در صورت	$\frac{a}{b} = \frac{c}{d} \Leftrightarrow \frac{a-b}{b} = \frac{c-d}{d}$	$\frac{2}{3} = \frac{4}{6} \Leftrightarrow \frac{2-3}{3} = \frac{4-6}{6}$
تفضیل در مخرج	$\frac{a}{b} = \frac{c}{d} \Leftrightarrow \frac{a}{a-b} = \frac{c}{c-d}$	$\frac{2}{3} = \frac{4}{6} \Leftrightarrow \frac{2}{2-3} = \frac{4}{4-6}$
ترکیب صورت و مخرج	$\frac{a}{b} = \frac{c}{d} = \frac{e}{f} \Leftrightarrow \frac{a+c+e}{b+d+f} = \frac{a}{b}$	$\frac{2}{3} = \frac{4}{6} = \frac{6}{9} \Leftrightarrow \frac{2+4+6}{3+6+9} = \frac{2}{3}$

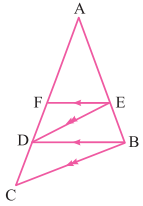
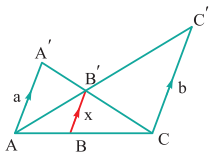
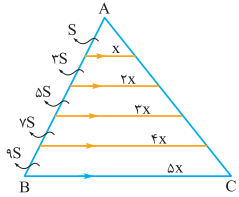
مساحت مثلث

$\frac{a}{b} = \frac{h_b}{h_a}, \frac{1}{h_a} + \frac{1}{h_b} + \frac{1}{h_c} = \frac{1}{S} = \frac{P}{S}$	در هر مثلث نسبت اضلاع با عکس نسبت ارتفاع نظیر آن‌ها، متناسب است.
 $\frac{S}{S'} = \frac{BD}{DC}$	اگر دو مثلث دارای ارتفاع‌های برابر باشند، نسبت مساحت آن‌ها برابر نسبت قاعده‌هاست.
 $\frac{S_{ABC}}{S_{ADE}} = \frac{h}{h'}$	اگر دو مثلث دارای قاعده‌های برابر باشند، نسبت مساحت آن‌ها برابر نسبت ارتفاع‌هاست.

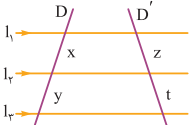
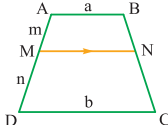
قضیه تالس و نتایج آن در مثلث

 $DE \parallel BC \Rightarrow \begin{cases} \frac{AD}{DB} = \frac{AE}{EC} \\ \frac{AD}{AB} = \frac{AE}{AC} \\ \frac{BD}{AB} = \frac{CE}{AC} \end{cases} = \frac{DE}{BC}$	اگر در مثلثی، خطی موازی ضلعی رسم شود، به طوری که دو ضلع دیگر را قطع کند، پاره‌خط‌های متناسب ایجاد می‌شود.
--	---

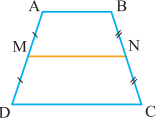
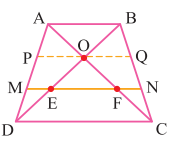


 $AD^2 = AF \times AC$	اگر در مثلثی دو جفت خط موازی مطابق شکل داشته باشیم، بین پاره‌خط‌های ایجادشده روی یک ضلع، رابطهٔ ویژگی‌های شکل می‌گیرد.
 $\frac{1}{x} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$	اگر دو مثلث که در آن‌ها خط موازی مشترکی وجود دارد با هم ادغام شوند، رابطهٔ جالبی شکل می‌گیرد.
	اگر یک ضلع مثلث به n قسمت مساوی تقسیم شود و از هر یک خطی موازی قاعده رسم شود، بین پاره‌خط‌های تولیدشده تصاعد عددی شکل می‌گیرد. مساحت‌های محصور بین خطوط، تشکیل تصاعد عددی با قدر نسبت $2S$ می‌دهند.

تعمیم قضیهٔ تالس (تالس در دوزنقه)

 $1) \frac{x}{y} = \frac{z}{t}$ $2) \frac{x}{x+y} = \frac{z}{z+t}$	اگر دو خط مورب، چند خط موازی را قطع کند، نسبت پاره‌خط‌های ایجادشده روی خطوط مورب یکسان است.
 $1) \frac{AM}{MD} = \frac{BN}{NC}$ $2) MN = \frac{na + mb}{n + m}$	اگر در یک دوزنقه پاره‌خطی موازی دو قاعده رسم شود، نسبتی که روی ساق‌ها پدید می‌آورد، یکسان است.

دورابطهٔ مهم در دوزنقه

 $MN = \frac{AB + CD}{2}$	اندازهٔ پاره‌خطی که وسط‌های دو ساق دوزنقه را به هم وصل می‌کند، میانگین دو قاعده است.
 $1) EF = \frac{CD - AB}{2}$ $2) OP = OQ$ $3) \frac{2}{PQ} = \frac{1}{AB} + \frac{1}{CD}$	● اندازهٔ پاره‌خط محصور بین دو قطر و خط میانگین، نصف تفاضل قاعده‌هاست. ● اگر از محل برخورد قطرهای خطی به موازات قاعده‌ها رسم کنیم، پاره‌خط‌های ایجادشده برابرند.



تشابه مثلث‌ها

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

تشابه و مثلث قائم الزاویه

شکل	روابط
	$AH \times BC = AB \times AC$ $BH \times BC = AB^2$ $CH \times BC = AC^2$ $BH \times CH = AH^2$

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

نسبت مساحت آن‌ها برابر با مربع نسبت تشابه است.

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

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

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

پایه دوازدهم

فصل اول

درس ۲: دترمینان

$A_{2 \times 2} = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}$	$ A = ad - bc$
$A_{3 \times 3} = \begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{bmatrix}$	$ A = \begin{vmatrix} e & f \\ h & i \end{vmatrix} - b \begin{vmatrix} d & f \\ g & i \end{vmatrix} + c \begin{vmatrix} d & e \\ g & h \end{vmatrix}$ (سطر اول به روش بسط حول یک سطر)
$A_{3 \times 3} = \begin{bmatrix} a & b & c & a & b \\ d & e & f & d & e \\ g & h & i & g & h \end{bmatrix}$	$ A = (aei + bfg + cdh) - (ceg + afh + bdi)$ روش ساروس



- درمیان ماتریس‌های مثلثی و شبه‌مثلثی -

ماتریس‌های مثلثی و قطری	درمیان ماتریس‌های مثلثی و قطری برابر است با حاصل ضرب درایه‌های قطر اصلی	$\begin{vmatrix} a & \circ & \circ \\ x & b & \circ \\ y & z & c \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a & x & y \\ \circ & b & z \\ \circ & \circ & c \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a & \circ & \circ \\ \circ & b & \circ \\ \circ & \circ & c \end{vmatrix} = abc$
ماتریس‌های شبه‌مثلثی و شبه‌قطری	درمیان ماتریس‌های شبه‌مثلثی و شبه‌قطری برابر است با قرینه حاصل ضرب درایه‌های قطر قرعی.	$\begin{vmatrix} \circ & \circ & a \\ \circ & b & x \\ c & y & z \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} y & z & a \\ x & b & \circ \\ c & \circ & \circ \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \circ & \circ & a \\ \circ & b & \circ \\ c & \circ & \circ \end{vmatrix} = -abc$

- درمیان‌هایی که برابر صفر هستند -

$\begin{vmatrix} a & b & c \\ \circ & \circ & \circ \\ d & e & f \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \circ & a & b \\ \circ & c & d \\ \circ & e & f \end{vmatrix} = \circ$	۱) اگر سطر یا ستون از ماتریسی برابر صفر باشد.
$\begin{vmatrix} a & d & a \\ b & e & b \\ c & f & c \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ a & b & c \end{vmatrix} = \circ$	۲) اگر دو سطر یا دو ستون ماتریسی مانند هم باشند.
$\begin{vmatrix} 2 & 4 & 6 \\ 1 & 2 & 3 \\ 5 & -2 & 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 2 & 10 \\ 2 & 4 & 5 \\ 3 & 6 & -2 \end{vmatrix} = \circ$	۳) اگر دو سطر یا دو ستون از ماتریسی ضربی از هم باشند.
$A = [2i - 4j] \Rightarrow A = \circ$	۴) ماتریس‌های به فرم $A = [ai + bj]_{2 \times 2}$

- ویژگی‌های درمیان -

$k \begin{vmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} ka & kb & kc \\ kd & ke & kf \\ kg & kh & ki \end{vmatrix}$	۱) اگر عددی در یک درمیان ضرب شود، تنها در یک سطر (یا یک ستون) درمیان ضرب می‌شود و برعکس.
$\begin{vmatrix} a & d & g \\ b & e & h \\ c & f & i \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a+kg & d & g \\ b+kh & e & h \\ c+ki & f & i \end{vmatrix}$	۲) اگر در یک درمیان، مضربی از یک سطر را به سطر دیگر یا مضربی از یک ستون را به ستونی دیگر اضافه کنیم، مقدار درمیان تغییر نمی‌کند.
$\begin{vmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} x & y & z \\ d & e & f \\ g & h & i \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a+x & b+y & c+z \\ d & e & f \\ g & h & i \end{vmatrix}$	۳) اگر دو درمیان، تمام سطرها یا ستون‌ها مثل هم باشد و تنها یک سطر آن‌ها متفاوت باشد، می‌توان این درمیان‌ها را با هم جمع و تفریق کرد.
$\begin{vmatrix} a & d & g \\ b & e & h \\ c & f & i \end{vmatrix} - \begin{vmatrix} a & x & g \\ b & y & h \\ c & z & i \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a-d-x & g \\ b-e-y & h \\ c-f-z & i \end{vmatrix}$	۴) اگر دو درمیان، تمام ستون‌ها یا سطر‌ها مثل هم باشند و تنها یک ستون آن‌ها متفاوت باشد، می‌توان این درمیان‌ها را با هم جمع و تفریق کرد.
$\begin{bmatrix} a & b \\ c & d \\ e & f \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} x & y & z \\ t & w & l \end{bmatrix} = \circ$	۵) اگر A یک ماتریس 3×2 و B یک ماتریس 2×3 باشد، در این صورت درمیان ماتریس AB همواره صفر است.
$\begin{vmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{vmatrix} = x \Rightarrow \begin{vmatrix} d & e & f \\ a & b & c \\ g & h & i \end{vmatrix} = -x$	۶) اگر جای دو سطر یا دو ستون را در درمیان جابه‌جا کنیم، مقدار درمیان منفی می‌شود.

- قوانین درمیان ماتریس -

اگر A و B دو ماتریس مربعی و k یک عدد حقیقی باشد، آن‌گاه:

$ AB = BA = A B $	$ A^n = A ^n$	$ kA_{n \times n} = k^n A $	$ I^n = I = 1$
$ A^{-1} = \frac{1}{ A }$		$ A^{-1} + B^{-1} = \frac{ A+B }{ A B }$	$ A+B \neq A + B $



آمار و احتمال و ریاضیات گسسته

جبر مجموعه‌ها

$$(\forall x \in A \Rightarrow x \in B \Rightarrow A \subseteq B)$$

$n(A)$	۱	۲	۳	۴	۵
تعداد افزایش	۱	۲	۵	۱۵	۵۲

$$\frac{n!}{n_1! n_2! \dots \times (n_k)!}$$

$$1) (A')' = A, \emptyset' = U, U' = \emptyset, A \subseteq B \Leftrightarrow B' \subseteq A'$$

$$2) A \cap B = \emptyset \Rightarrow A \subseteq B', B \subseteq A', A - B = A, B - A = B$$

$$3) A \cup A = A, A \cap A = A, A - A = \emptyset$$

$$4) A \cup \emptyset = A, A \cap \emptyset = \emptyset, A - \emptyset = A$$

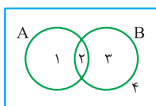
$$5) A \cup U = U, A \cap U = A, U - A = A'$$

$$6) A - B = A \cap B'$$

$$7) A \subseteq B \Leftrightarrow \begin{cases} A \cup B = B \\ A \cap B = A \\ A - B = \emptyset \end{cases}$$

$$8) \begin{cases} A \cup (A \cap B) = A \\ A \cap (A \cup B) = A \end{cases} \text{ قوانین جذب}$$

$$9) (A \cup B)' = A' \cap B', (A \cap B)' = A' \cup B' \text{ قوانین دمورگان}$$



۶ در حل سؤالات جبر مجموعه‌ها، می‌توانیم شکل بکشیم و با توجه به شماره ناحیه‌ها سؤال را حل کنیم.

$$\text{مثلاً } (A \cup B)' \cup (B - A) = (1, 2, 3)' \cup (3) = 4 \cup 3 = (3, 4) = A'$$

خواص عددگردین

۱ تعریف: $a | b$ یعنی b مضرب a است (بر b بخش پذیر است) و داریم: $\exists q \in \mathbb{Z}; b = aq$

۲ اسمی: b مضرب a است؛ a شمارنده، عامل یا مقسوم‌علیه b است. $\forall a \in \mathbb{Z}; a | 0, a | a, a | \pm 1$ عادت‌کن‌های بدیهی: ۳

$$a | b, b | a \Rightarrow a = \pm b \quad 4) a | b \xrightarrow{b \neq 0} |a| \leq |b| \quad 5) a | 1 \Rightarrow a = \pm 1$$

$$a^n | b^n \Leftrightarrow a | b \quad 6) ka | kb \Leftrightarrow a | b \quad k \neq 0$$

$$\forall n \in \mathbb{N}, \forall k \in \mathbb{Z}; a | b \Rightarrow a | b^n, a | kb \quad 7) a | b \Rightarrow \pm a | \pm b \quad 8) a | b, a | c \Rightarrow a | mb + nc$$

$$a | b, c | d \Rightarrow ac | bd \quad 9) \begin{cases} \forall n \in \mathbb{N}; a - b | a^n - b^n \\ \text{زوج } n; a + b | a^n - b^n \\ \text{فرد } n; a - b | a^n + b^n \end{cases} \quad 10)$$

۱۳ اگر $x - a | f(x)$ آن‌گاه $x - a | f(a)$ یعنی اجازه داریم ریشه چپ را در راست جای‌گذاری کنیم.

۱۴ اگر $a | b$ و دو عدد a و b عامل مشترکی نداشته باشند، آن‌گاه $a | c$.

اعداد اول

عدد طبیعی $p > 1$ وقتی اول است که به‌جز ۱ و خودش شمارنده مثبت دیگری نداشته باشد.

اعداد اول عبارت‌اند از $2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, \dots$ خواص:

۱ بی‌شمار عدد اول داریم.

۲ عدد $n! \pm r$ وقتی $2 \leq r \leq n$ باشد، هرگز اول نیست (به ۲ می‌خورد).

۳ عدد $2^n - 1$ فقط وقتی می‌تواند اول باشد که n اول باشد.



مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

آمار و احتمال

۴) عدد $3^n + 1$ فقط وقتی می‌تواند اول باشد که n به صورت 3^k باشد.

۵) اگر $p \geq 5$ عدد اول باشد، $p = 6k \pm 1$ و $p = 24t + 1$.

۶) اگر $p \mid ab$ ، آن‌گاه $p \mid a$ یا $p \mid b$.

۷) اگر $p \mid a^n$ ، آن‌گاه $p \mid a$.

۸) اگر p اول باشد، تمام اعداد $\binom{p}{1}$ و $\binom{p}{2}$ و ... و $\binom{p}{p-1}$ به p بخش‌پذیرند.

- م.م.م -

بزرگ‌ترین مقسوم‌علیه مشترک دو عدد صحیح a و b ، عدد طبیعی d است و می‌نویسیم: $d = (a, b)$

الف) $d \mid a, d \mid b$

شرایط

ب) $x \mid a, x \mid b \Rightarrow x \leq d$

روش‌های محاسبه م.م.م:

نام روش	تجزیه	نردبانی	تعریفی یا متغیر	خواص
عملکرد	ضرب پایه‌های مشترک با توان کمتر	به جای عدد بزرگ‌تر باقی‌مانده آن در تقسیم بر عدد کوچک‌تر را قرار دهیم. $(a, b) = (b, r)$	$d \mid a$ و در طرف راست متغیر را حذف می‌کنیم. $d \mid b$	$n \in \mathbb{N}; (a^n, b^n) = d^n$ $k \neq 0; (ka, kb) = k d$ $k \in \mathbb{Z}; (a, b) = (a, b \pm ka)$ $a \mid b \Leftrightarrow (a, b) = a $
مثال	م.م.م دو عدد $60 = 2^2 \times 3 \times 5$ و $126 = 2 \times 3^2 \times 7$ برابر $3^1 \times 3^1$ است.	$(136, 60) =$ باقی‌مانده 136 بر 60 برابر 16 است. $= (16, 60)$ باقی‌مانده 16 بر 60 برابر 12 است. $= (12, 16) = 4$	اگر $d = (2n-1, 2n+1)$ باشد، داریم: $d \mid 2n-1$ $d \mid 2n+1$ $\Rightarrow d \mid 2(2n-1) - 2(2n+1)$ $\Rightarrow d \mid -5 \Rightarrow d = 1$ یا 5	الف) $(2a^2, 2b^2) = 2(a, b)^2$ ب) $(2a, 6ab) = 2a$ ج) $(a, 7a-b) = (a, -b)$

- ک.م.م -

کوچک‌ترین مضرب مشترک دو عدد a و b ، عدد طبیعی c است و می‌نویسیم: $c = [a, b]$

خواص ک.م.م:

$$[2^2 \times 3 \times 5^2, 2 \times 3^2 \times 7] = 2^2 \times 3^2 \times 5^2 \times 7$$

$$[ka, kb] = |k| [a, b] \text{ و } [a^n, b^n] = [a, b]^n$$

۱) از ضرب کلی پایه‌های مشترک و غیرمشترک با توان بیشتر به دست می‌آید.

۲) ضرب و توان خارج می‌شوند:

۳) در حالت بخش‌پذیری b بر a : $a \mid b \Leftrightarrow [a, b] = |b|$

۴) درباره دو عدد a و b داریم: حاصل ضرب = کم‌م.م.م

$$(a, b) \times [a, b] = |ab|$$

۵) برای دو عدد که نسبت به هم اول‌اند $[a, b] = |ab|$

۶) قانون جذب: $[a, (a, b)] = (a, [a, b]) = |a|$

روش متباین‌سازی

عدد	a	b	$a \pm b$	ab	$[a, b]$	(a, b)
جایگزین	a'd	b'd	$d(a' \pm b')$	$a'b'd^2$	$a'b'd$	d

در این روش، کلید حل مسئله $(a', b') = 1$ است.

فیزیک

انرژی جنبشی

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

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

(kg) (J) (m/s)

نکته

$$\Delta K = K_f - K_i = \frac{1}{2} m v_f^2 - \frac{1}{2} m v_i^2 = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2)$$

رابطه تغییرات انرژی جنبشی:



نکته

$$\frac{K_r}{K_l} = \frac{m_r}{m_l} \times \left(\frac{v_r}{v_l}\right)^2$$

نسبت انرژی جنبشی‌ها:

نکته



نمودار انرژی جنبشی بر حسب سرعت:

– کار انجام شده توسط نیروی ثابت –

مقدار کار از رابطه روبه‌رو به دست می‌آید:

$$W = Fd \cos \theta$$

$\uparrow$ زاویه بین F و d ، نیرو (N)
 $\downarrow$ جابه‌جایی (m) ، کار (J)

نکته

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

نکته

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

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

$\downarrow$
 ma

نکته

نیرو و جابه‌جایی برحسب بردارهای یک‌ه:

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

نکته

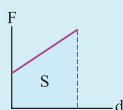
کار نیروی وزن:

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

$\uparrow$ d
 $\downarrow$ F

نکته

نمودار نیرو برحسب جابه‌جایی:



کار انجام شده = مساحت زیر نمودار

$$S = W$$



نکته

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

کار و انرژی پتانسیل

(J) (kg) (m)

$$U = m g h$$

شتاب گرانشی زمین (N/kg)

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

انرژی پتانسیل گرانشی:

انرژی پتانسیل الکتریکی:

انرژی پتانسیل فنر

انرژی پتانسیل یا انرژی ذخیره‌ای نمونه‌های متنوعی دارد

نکته

انرژی پتانسیل برخلاف انرژی جنبشی ویژگی یک سامانه است.

نکته

$$\Delta U = -W_{\text{وزن}}$$

رابطه انرژی پتانسیل گرانشی و کار نیروی وزن:

نکته

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

پایستگی انرژی مکانیکی

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

انرژی جنبشی (J)

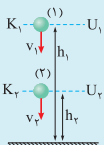
$$E = K + U$$

انرژی پتانسیل (J) انرژی مکانیکی (J)

نکته

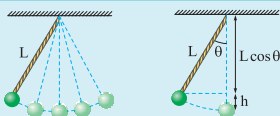
پایستگی انرژی مکانیکی، اگر نیروهای اتلافی نباشند، انرژی مکانیکی در تمامی نقاط یکسان و پایسته است.

$$E_1 = E_2 \Rightarrow U_1 + K_1 = U_2 + K_2 \Rightarrow \Delta U + \Delta K = 0$$



نکته

بررسی اختلاف ارتفاع در حرکت آونگ.



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

کار و انرژی درونی

انرژی درونی، مجموع انرژی‌های ذرات تشکیل‌دهنده یک جسم

نکته

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

انرژی تلف‌شده (J)

محاسبه انرژی تلف‌شده،



مرورنامه آزمون آزمایشی خیال سبز

فیزیک

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

توان و بازده

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

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

$\uparrow$ کار انجام شده (J)
 $\downarrow$ توان متوسط (W)
 $\downarrow$ مدت زمان
 $\downarrow$ انجام کار (s)

نکته

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

نکته

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

اسب‌بخار

نکته

رابطه توان و تندی:

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

تندی ثابت = تندی متوسط حرکت جسم

تذکر

در رابطه بالا، تندی جسم باید ثابت باشد.

بازده (Ra)، نسبت انرژی خروجی به انرژی ورودی

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

(درصد بازده)

حرکت با شتاب ثابت

$$\text{ثابت} = \text{شتاب لحظه‌ای در هر لحظه} = \text{شتاب متوسط در هر بازه زمانی} \Rightarrow a_{av} = a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

سرعت متحرک، a تا a تغییر می‌کند (در هر ثانیه a).

شتاب $\uparrow$

$$v = at + v_0 \rightarrow \text{سرعت اولیه} \Rightarrow \text{معادله سرعت - زمان}$$

مکان اولیه $\uparrow$

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 \Rightarrow \text{معادله مکان - زمان}$$

روابط حرکت با شتاب ثابت

نام فرمول	کمیت‌ها	v_0	Δx	v	t	a	فرمول
مستقل از جابه‌جایی	✓	✓	✗	✓	✓	✓	$v = at + v_0$
مستقل از سرعت نهایی	✓	✓	✓	✗	✓	✓	$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t$
مستقل از زمان	✓	✓	✓	✓	✗	✓	$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x$
مستقل از شتاب	✓	✓	✓	✓	✓	✗	$\Delta x = \frac{v + v_0}{2}t$
جابه‌جایی در ثانیه n ام	✓	✓	✓	✗	به جای t ، ثانیه n ام داریم.	✓	$\Delta x_{n\text{th}} = (n - 0.5)a + v_0$

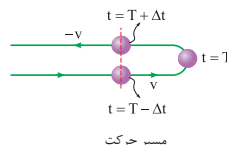
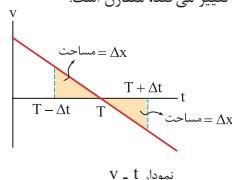
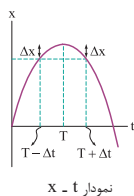


– نمودارهای حرکت با شتاب ثابت –

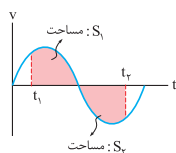
معادله	ویژگی	$a > 0$ $v_0 > 0$	$a > 0$ $v_0 < 0$	$a > 0$ $v_0 = 0$	$a < 0$ $v_0 > 0$	$a < 0$ $v_0 < 0$	$a < 0$ $v_0 = 0$
$a = \text{مقدار ثابت}$							
$v = at + v_0$							
$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$							
نوع حرکت		همواره تندشونده	ابتدا کندشونده و سپس تندشونده	همواره تندشونده	ابتدا کندشونده و سپس تندشونده	همواره تندشونده	همواره تندشونده
جهت حرکت		عوض نمی‌شود.	یک‌مرتبه عوض می‌شود.	عوض نمی‌شود.	یک‌مرتبه عوض می‌شود.	عوض نمی‌شود.	عوض نمی‌شود.

– تقارن در حرکت با شتاب ثابت –

در حرکت با شتاب ثابت، حرکت متحرک، حول لحظه‌ای که جهت حرکت آن تغییر می‌کند، متقارن است:



جابه‌جایی و مسافت در نمودار $v - t$

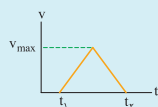


بالای محور t ؛ + و پایین محور t ؛ - : $\Delta x = S_1 + (-S_2) \Rightarrow$ جابه‌جایی

بالا و پایین محور t ؛ + : $\ell = S_1 + S_2 \Rightarrow$ مسافت

نکته

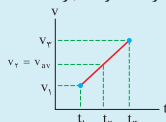
اگر در بازه‌ای نمودار $v - t$ به شکل مثلث باشد، سرعت متوسط متحرک در این بازه برابر با نصف ارتفاع مثلث است:



$$v_{av}(t_1 \text{ تا } t_2) = \frac{1}{2} v_{\max}$$

نکته

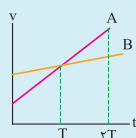
در حرکت با شتاب ثابت، سرعت متوسط در یک بازه زمانی معین برابر با میانگین سرعت در ابتدا و انتهای آن بازه و همچنین برابر با سرعت در لحظه وسط بازه است.



$$t_r = \frac{t_1 + t_2}{2} \Rightarrow v_{av} = \frac{v_1 + v_2}{2} = v_r$$



نگته



وقتی دو متحرک با شتاب ثابت حرکت می کنند و در مبدأ زمان در یک مکان قرار دارند، اگر در لحظه T سرعتشان برابر شود، در لحظه $2T$ به هم می رسند.

– سقوط آزاد –

جسمی که تحت تأثیر جاذبه گرانشی، در نزدیکی سطح زمین سقوط می کند و اثر مقاومت هوا بر آن ناچیز است. (مقاومت هوا = صفر)

سقوط آزاد بدون سرعت اولیه:

پرتاب به سمت بالا: $g > 0$

سقوط به زمین: $g < 0$

$$\begin{aligned} v &= -gt & (\text{مستقل از مکان}) & \quad m/s \\ g &= -\frac{1}{2}gt^2 + y_0 & (\text{مستقل از سرعت}) & \quad m/s^2 \end{aligned}$$

t: زمان

شیمی

پایه دهم

– یون ها و آرایش الکترونی آنها –

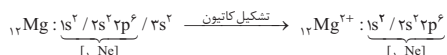
گفتیم که یکی از روش های رسیدن اتم ها به آرایش هشت تایی، مبادله با انتقال الکترون است. اتم ها می توانند با از دست دادن یا گرفتن یک یا چند الکترون به ذره های بار داری به نام یون تبدیل شوند. یون با بار مثبت را کاتیون و یون با بار منفی را آنیون می نامند. فلزهای دسته s و p ، عنصرهایی هستند که اتم آنها با از دست دادن الکترون های ظرفیت خود اغلب به آرایش هشت تایی گاز نجیب قبل از خود (دوره قبل) می رسند^۱، در حالی که نافلزها عنصرهایی هستند که با گرفتن الکترون به آرایش پایدار گاز نجیب بعد از خود (هم دوره خود) دست می یابند. با استفاده از شماره گروه عنصرها در جدول تناوبی (عنصرهای گروه ۲، ۱۳ تا ۱۷) می توان بار یون مربوط به آنها را تعیین کرد:

شماره گروه عنصر	۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
بار یون	+۱	+۲	+۳	یون تشکیل نمی دهند ^۲	-۳	-۲	-۱

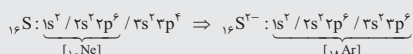
توجه

فلزهای دسته d (به جز فلز Sc) با تشکیل کاتیون به آرایش الکترونی گازهای نجیب نمی رسند.

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

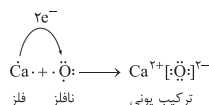


● برای نوشتن آرایش الکترونی یون منفی (آنیون)، پس از نوشتن آرایش الکترونی اتم مورد نظر، به تعداد بار یون به آخرین زیرلایه، الکترون اضافه می شود.



مثال

ترکیب های یونی: ترکیب هایی که ذره های سازنده آنها یون ها هستند، ترکیب های یونی نامیده می شوند. این ترکیب ها معمولاً در اثر دادوستد الکترون بین اتم های فلزی و نافلزی و در نتیجه تشکیل یون های مثبت و منفی ایجاد می شوند. در یک ترکیب یونی میان یون های با بار ناهم نام، نیروی جاذبه بسیار قوی برقرار می شود که از آن به پیوند یونی یاد می شود.



ترکیب های یونی دوتایی: هر ترکیب یونی که تنها از دو عنصر ساخته شده، ترکیب یونی دوتایی نامیده می شود. این ترکیب ها می توانند از واکنش فلزها با نافلزها

پدید آیند. مانند: NaCl ، MgCl_2 .

● هر ترکیب یونی از لحاظ بار الکتریکی خنثی است، زیرا مجموع بار الکتریکی کاتیون ها در آنها با مجموع بار الکتریکی آنیون ها برابر است.

۱- اغلب عناصر فلزی دسته d و f با از دست دادن الکترون و تشکیل یون مثبت به آرایش هشت تایی گاز نجیب نمی رسند.
۲- به جز عناصر Pb و Sn در این گروه

مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز



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

توجه یون‌هایی مانند NO_3^- ، O_3^{2-} یون‌های چنداتمی هستند، زیرا از بیش از یک اتم تشکیل شده‌اند.

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

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

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

نام و نماد شیمیایی برخی کاتیون‌های تک‌اتمی که باید بدانید -

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

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

کاتیون گروه (۱۳) Al^{3+} یون آلومینیم

نام و نماد شیمیایی برخی آنیون‌های تک‌اتمی -

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

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

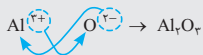
آنیون‌های گروه (۱۵) N^{3-} یون نیتريد، P^{3-} یون فسفید

مراحل فرمول نویسی ترکیبات یونی -

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

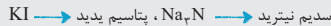
۲) بار کاتیون را به عنوان زیروند آنیون و بار آنیون را به عنوان زیروند کاتیون قرار می‌دهیم.

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



مثال

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



مثال

نکات مهم

۱) در تشکیل ترکیب‌های یونی، میان اتم فلز و نافلز الکترون مبادله می‌شود. برای به دست آوردن تعداد الکترون‌های مبادله‌شده در هنگام تشکیل n مول ترکیب یونی می‌توان از روابط زیر استفاده نمود.

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

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

۳) دقت کنید که ترکیب یونی دوتایی از دو نوع اتم یا دو نوع عنصر تشکیل شده، ولی تعداد یون‌های سازنده می‌تواند بیشتر از دو هم باشد! مانند Na_2O ، Al_2S_3 و ...

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

($\text{Na} = 23$ ، $\text{O} = 16$: g.mol⁻¹)

$$(1) \quad 1/24 \times 10^{-22} \times 10^{23} \times 16 = 0.02 \quad (2) \quad 2/40.8 \times 10^{22} \times 10^{-22} \times 16 = 0.04 \quad (3) \quad 1/20.4 \times 10^{22} \times 10^{-22} \times 16 = 0.02 \quad (4) \quad 2/40.8 \times 10^{22} \times 10^{-22} \times 16 = 0.02$$

پاسخ گزینه (۲) فرمول شیمیایی سدیم اکسید Na_2O است و در هر مول از آن، ۲ مول کاتیون وجود دارد:

$$1/24 \text{ g Na}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{O}}{62 \text{ g Na}_2\text{O}} = 0.02 \text{ mol Na}_2\text{O}$$

$$0.02 \text{ mol Na}_2\text{O} \times \frac{2 \text{ mol Na}^+}{1 \text{ mol Na}_2\text{O}} = 0.04 \text{ mol Na}^+$$

در تشکیل هر مول Na_2O ، ۲ مول الکترون مبادله می‌شود:

قدرمطلق بار آنیون $\times$ تعداد آنیون = بار کاتیون $\times$ تعداد کاتیون = تعداد الکترون‌های مبادله‌شده

$$\text{Na}_2\text{O} \Rightarrow 2 \times 1 = 2$$

$$0.02 \text{ mol Na}_2\text{O} \times \frac{2 \text{ mol e}^-}{1 \text{ mol Na}_2\text{O}} \times \frac{1.6 \times 10^{19} \text{ e}^-}{1 \text{ mol e}^-} = 2/40.8 \times 10^{19} \text{ e}^-$$

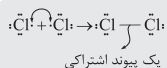


مرورنامه آزمون آزمایشی خیل سبز

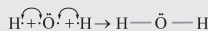
شیمی

تبدیل اتم‌ها به مولکول‌ها -

یکی دیگر از روش‌های رسیدن اتم‌ها به آرایش پایدار گاز نجیب (آرایش هشت‌تایی)، اشتراک الکترون بین اتم‌هاست. معمولاً وقتی که اتم‌های دو نافلز در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند، اشتراک الکترونی بین آن‌ها رخ می‌دهد. به پیوندی که از طریق به اشتراک گذاشتن الکترون بین دو اتم تشکیل می‌شود، پیوند کووالانسی (اشتراکی) می‌گویند. با ایجاد پیوند اشتراکی بین اتم‌ها، واحدهایی دو یا چند اتمی به وجود می‌آید که مولکول نامیده می‌شود. مواد شیمیایی خالصی که در ساختار خود مولکول دارند، مواد مولکولی نامیده می‌شوند. برای نشان دادن نحوه اتصال اتم‌ها به یکدیگر در یک مولکول از آرایش الکترون - نقطه‌ای (ساختار لوویس) استفاده می‌شود. در ساختار لوویس، هر جفت الکترون اشتراکی که جفت الکترون پیوندی هم نامیده می‌شود، به صورت دو نقطه یا یک خط تیره بین اتم‌ها نشان داده می‌شود.



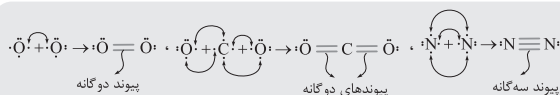
مثال گاز کلر که خاصیت رنگ‌بری و گندزدایی دارد از مولکول‌های دو اتمی (Cl_2) تشکیل شده است.



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

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

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



$\text{H}_2, \text{N}_2, \text{O}_2, \text{F}_2, \text{Cl}_2, \text{Br}_2, \text{I}_2$

هفت عنصر موجود در جدول تناوبی در دما و فشار اتاق به شکل مولکول‌های دواتمی وجود دارند.

نمایش فرمول‌های شیمیایی -

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

مدل فضاپرکن			
فرمول مولکولی	CH_4	NH_3	HCl
نام ماده	متان	آمونیاک	هیدروژن کلرید

فصل دوم: ردپای گازها در زندگی

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

هواکره -

- به لایه گازی و فیروزه‌ای رنگ پیرامون زمین، اتمسفر زمین (هواکره) می‌گویند که اغلب هوا نامیده می‌شود.
 - زمین تنها سیاره در سامانه خورشیدی است که اتمسفری دارد که امکان زندگی روی آن را فراهم می‌کند. این اتمسفر مخلوطی از گازهای گوناگون است که تا فاصله 500 کیلومتری از سطح زمین امتداد یافته است.
 - اتمسفر را می‌توان به اقیانوسی از مولکول‌های گازی تشبیه کرد که ما در کف آن زندگی می‌کنیم. جاذبه زمین گازهای تشکیل دهنده هواکره را در اطراف خود نگه می‌دارد و جلوی خروج آن‌ها از اتمسفر را می‌گیرد و از سوی دیگر، انرژی گرمایی مولکول‌ها سبب می‌شود تا پیوسته آن‌ها در حال جنب‌وجوش باشند و در سرتاسر هواکره توزیع شوند.
 - اغلب (نه همه) گازها نامرئی (بی‌رنگ) هستند. در میان گازهای هواکره، واکنش‌های شیمیایی گوناگونی رخ می‌دهد که اغلب (نه همه) آن‌ها برای ساکنان زمین سودمند هستند، اما برخی از این واکنش‌ها مفید نبوده و فراورده‌هایی که تولید می‌کنند برای ساکنان این سیاره خاکی مضر هستند.
- تکات تغییر دما و اجزاء سازنده هواکره برحسب ارتفاع از سطح زمین

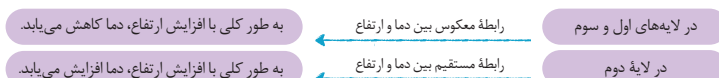
مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز



(۱) هواکره را براساس روند تغییر دمای آن می‌توان به چهار لایه تقسیم نمود:

گونه‌های شیمیایی موجود	محدوده دما (°C) (روند تغییر دما با افزایش ارتفاع)	محدوده ارتفاع (km)	لایه
$H_2O, N_2, O_2, CO_2, O_3$	از $+14$ تا -55 (کاهش)	$0 - 11/5$	تروپوسفر
N_2, O_2, CO_2, O_3	از -55 تا $+7$ (افزایش)	$11/5 - 50$	استراتوسفر
N_2, O_2, CO_2, O_3 پ	از $+7$ تا -87 (کاهش)	$50 - 80$	مژوسفر
$N_2, O_2, O_3^+, N_2^+, O, O^+, H^+, He^+$	از -87 تا $+1300$ (افزایش)	$80 - 500$	ترموسفر

(۲) ارتباط دمای هواکره با ارتفاع آن:



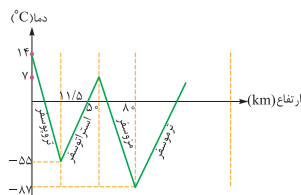
– لایه اول (تروپوسفر) –

- پایین‌ترین لایه هواکره است که تا ارتفاع $12 - 10$ کیلومتری از سطح زمین را شامل می‌شود.
- حدوداً 75% از جرم (نه حجم) کل هواکره در تروپوسفر متمرکز شده است و تغییرات آب‌وهوایی در این لایه اتفاق می‌افتد.
- در این لایه با افزایش ارتفاع به ازای هر کیلومتر، دما در حدود $6^\circ C$ افت می‌کند و در انتهای این لایه (ارتفاع $11/5$ کیلومتری)، دما به حدود $55^\circ C - (218 K)$ می‌رسد؛ دمای سطح زمین به طور میانگین، $14^\circ C (287 K)$ می‌باشد.

نکات مهم

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

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

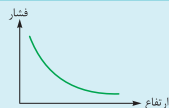


– فشار هوا در لایه‌های هواکره –

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

نکات مهم

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



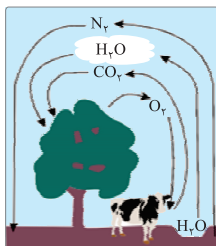
مسئله‌های مربوط به تغییرات دمایی هواکره با تغییر ارتفاع

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

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

θ_0 : دمای سطح زمین
 h : ارتفاع از سطح زمین
 θ : دما در ارتفاع h کیلومتری

هوا معجونی ارزشمند -

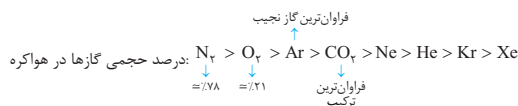


۱ هواکره و زیست کره مدام با یکدیگر در تعامل می باشند. در واقع برهم کنش این دو به نوعی تضمین کننده حیات موجودات زنده است؛ به بیان دیگر زندگی جانداران گوناگون در زیست کره با گازهای هوا، گره خورده است. موجودات زنده برای تنفس نیازمند اکسیژن هستند. جانداران ذره بینی، گاز نیتروژن هواکره را برای مصرف گیاهان در خاک تثبیت می کنند.

نکته

N_2 ، O_2 و CO_2 از جمله گازهای هواکره هستند که در زندگی روزانه نقش حیاتی دارند.

۲ درصد حجمی گازهای تشکیل دهنده هوای پاک و خشک در تروپوسفر به صورت زیر است:



- با توجه به این که سه گاز نیتروژن، اکسیژن و آرگون بیشترین درصد حجمی را در میان اجزای هواکره دارا می باشند، می توان گفت که هوا منبعی غنی برای این گازها می باشد.
- توجه کنید که رطوبت هوا متغیر بوده و میانگین بخار آب در هوا حدود ۱٪ است، هرچند این مقدار از جایی به جایی دیگر، از روزی به روز دیگر و حتی از ساعتی به ساعتی دیگر تغییر می کند.
- مقدار گازهای نجیب موجود در هواکره بسیار کم است؛ از این رو به گازهای کمیاب معروف هستند.
- ۳ چند مورد از کاربردهای گاز نیتروژن که اصلی ترین جزء هواکره می باشد در زیر آورده شده است:
 - ۱) بسته بندی برخی مواد خوراکی
 - ۲) پرکردن تایر خودرو
 - ۳) صنعت سرماسازی برای انجماد مواد غذایی
 - ۴) نگهداری نمونه های بیولوژیکی در پزشکی

تقطیر جزء به جزء هوای مایع -

- ۱ عبور هوا از صافی ها به منظور گرفته شدن گرد و غبار
- ۲ کاهش پیوسته دما با استفاده از تغییر فشار
- ۳ جداسدن رطوبت هوا به صورت یخ در دمای $0^{\circ}C$
- ۴ جداسدن کربن دی اکسید به حالت جامد در دمای $-78^{\circ}C$ (چگالش گاز CO_2)
- ۵ تهیه هوای مایع با سرد کردن بیشتر دما تا $-200^{\circ}C$
- ۶ عبور هوای مایع (مخلوط چند مایع بسیار سرد) از ستون تقطیر و جداسازی اجزای آن براساس تفاوت نقطه جوش اجزاء

نکات مهم

نکات مهم تقطیر جزء به جزء هوای مایع:

- ۱ ترتیب جداسدن گازها از هوای مایع وابسته به دمای جوش آن ها است. پس از ورود هوای مایع به برج تقطیر و افزایش تدریجی دما، هر ماده ای که به نقطه جوش خود می رسد، به سرعت به گاز تبدیل شده و از مخلوط جدا می شود. بنابراین هر چه دمای جوش یک گاز پایین تر (منفی تر) باشد، زودتر از مخلوط هوای مایع جدا می شود.
- ۲ در مخلوط هوای مایع، ابتدا گاز نیتروژن (N_2) که نقطه جوش پایین تری دارد، خارج می شود؛ بعد آرگون (Ar) و سپس گاز اکسیژن (O_2)!

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

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

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



۳

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

(در گرم کردن مخلوطی مایع از A و B. جزء B زودتر به گاز تبدیل و از مخلوط جدا می شود.

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

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

آرگون -

- ۱ در میان گازهای سازنده هواکره در هوای پاک و خشک، پس از دو گاز نیتروژن (N_2) و اکسیژن (O_2)، رتبه سوم بیشترین درصد حجمی گازهای هواکره را از آن خود کرده است.
- ۲ آرگون یک گاز نجیب، بی رنگ، بی بو و غیرسمی است.
- ۳ واژه آرگون به معنای تنبل، است، زیرا واکنش پذیری آن بسیار ناچیز بوده و در عمل واکنش ناپذیر است.
- ۴ هنگام جوشکاری و یا برش فلزها، دما به شدت بالا می رود و امکان ترکیب شدن این فلزات با اکسیژن هوا زیاد است. یکی از کاربردهای آرگون ایجاد محیط بی اثر هنگام جوشکاری است؛ این روش بر استحکام و طول عمر فلز جوشکاری شده می افزاید.
- ۵ در لامپ های رشته ای نیز به کار می رود و در پتروشیمی شیراز از تقطیر جزء به جزء هوای مایع با خلوص بسیار زیاد تهیه می شود.

هلیوم -

- ۱ هلیوم به عنوان سبک ترین گاز نجیب (در دوره اول و جزء عناصر دسته S جدول دوره ای)، بی رنگ، بی بو و بی مزه است.
 - ۲ هلیوم در کره زمین به مقدار خیلی کم یافت می شود، به طوری که مقدار ناچیزی از آن در هوا و مقدار بیشتری در لایه های زیرین پوسته زمین وجود دارد، از این رو منابع زمینی آن از هواکره سرشارتر و برای تولید هلیوم در مقیاس صنعتی مناسب ترند.
 - ۳ هلیوم از واکنش های هسته ای در ژرفای زمین تولید می شود و این گاز پس از نفوذ به لایه های زمین، وارد میدان های گازی می شود.
 - ۴ حدود 7% حجمی از مخلوط گاز طبیعی را هلیوم تشکیل می دهد و البته این مقدار، در میدان های گازی مختلف متفاوت است.
 - ۵ چند مورد از کاربردهای هلیوم:
- ۱) پرکردن بالن های هواشناسی، تفریحی و تبلیغاتی
۲) خنک کردن قطعات الکترونیکی در دستگاه های تصویربرداری مانند MRI
۳) جوشکاری
۴) کپسول غواصی

اکسیژن، گازی واکنش پذیر در هواکره -

- ۱ یکی از مهم ترین گازهای تشکیل دهنده هواکره است که بیشتر به صورت مولکول های دواتمی O_2 یافت می شود.
 - ۲ مقدار این گاز در لایه های مختلف هواکره متفاوت است؛ ولی دقت کنید که درصد حجمی این گاز در سه لایه اول هواکره تقریباً ثابت و حدود 21% است.
 - ۳ اکسیژن در آب کره، در ساختار مولکول های آب وجود دارد و در سنگ کره، به صورت ترکیب با دیگر عناصرها وجود دارد و در ساختار همه مولکول های زیستی مانند کربوهیدرات ها، چربی ها و پروتئین ها یافت می شود.
 - ۴ اکسیژن واکنش پذیری زیادی دارد و با اغلب عناصرها و مواد واکنش می دهد به همین دلیل اکثر واکنش های شیمیایی پیرامون ما به دلیل وجود گاز اکسیژن در محیط است.
 - ۵ هر چه از سطح زمین بالاتر می رویم، هواکره رقیق تر شده و تعداد کل ذرات موجود در هر لیتر هوا کاهش می یابد؛ بنابراین می توان نتیجه گرفت که با افزایش ارتفاع، فشار همه مولکول های گازی از جمله اکسیژن کاهش می یابد.
- اگرچه با افزایش ارتفاع، غلظت یا فشار اکسیژن (و گازهای دیگر) کاهش می یابد اما درصد حجمی آن ها تقریباً ثابت است.
- فشار گاز اکسیژن در هر ارتفاعی از سطح زمین را می توان از رابطه زیر حساب کرد:

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

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

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

ترکیب اکسیژن با فلزها و نافلزها -

- اکسیژن در سنگ کره به شکل اکسیدهای گوناگون یافت می شود.

(مثال) فلز آلومینیم به شکل بوکسیت (Al_2O_3) و همراه ناخالصی و سیلیسیم به شکل سیلیس (SiO_2) در طبیعت وجود دارد.

توجه اغلب (نه همه) عناصر در طبیعت به شکل ترکیب وجود دارند. (فلزاتی مانند طلا (Au) و پلاتین به حالت آزاد در طبیعت یافت می شوند و یا نافلزاتی مانند O_2 و N_2 نیز به صورت آزاد در طبیعت وجود دارند.)

- برخی از فلزات مانند آهن در واکنش با اکسیژن (نافلزها)، دو نوع اکسید تولید می کنند. برای نام گذاری (فرمول نویسی) ترکیب های فلزهایی که بیش از یک نوع کاتیون با بار متفاوت دارند، به صورت زیر عمل می کنیم.



مرورنامه آزمون آزمایشی خیل سبز

شیمی

- نام گذاری و فرمول نویسی کاتیون های چند ظرفیتی -

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

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

عدد	۱	۲	۳	۴	۵
نماد رومی	I	II	III	IV	V

مثال

یون آهن (II)	یون آهن (III)	یون کروم (II)	یون کروم (III)	یون مس (I)	یون مس (II)
Fe^{2+}	Fe^{3+}	Cr^{2+}	Cr^{3+}	Cu^+	Cu^{2+}

- برای نوشتن فرمول ترکیب یونی ابتدا کاتیون مربوط به فلز را سمت چپ و سپس آنیون را سمت راست می نویسیم. بار کاتیون را به عنوان زیروند آنیون و بار آنیون (قدرمطلق آن را) به عنوان زیروند کاتیون قرار می دهیم.
- دقت کنید که در صورت ساده شدن زیروندها، آن ها را با هم ساده می کنیم و زیروند ۱ هم نوشته نمی شود.
- برای نام گذاری ترکیب های یونی ابتدا نام کاتیون و سپس نام آنیون را بدون ذکر واژه «یون» می نویسیم.
- برای نام گذاری نام آنیون، از فرمول «یون + نام عنصر یا ریشه نام + ید» استفاده می کنیم.
- مثال** $CrS \leftarrow$ کروم (II) سولفید، $Li_2O \leftarrow$ لیتیم اکسید، $Mn(II) \leftarrow$ اکسید، $O^{2-} \leftarrow$ ، $CuO \leftarrow$ Cu^{2+}

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

- واکنش عنصرها با اکسیژن، تنها به فلزات محدود نمی شوند، بلکه (اغلب) نافلزات نیز با آن واکنش داده و به اکسید نافلزات تبدیل می شوند. در واقع اکسیدهای نافلزی دسته دیگری از ترکیبات شیمیایی هستند که از واکنش نافلزها با اکسیژن تولید می شوند.
- مثال** CO_2 ، NO_2 ، SO_2 ، SO_3 و ...
- هر زیروند در فرمول شیمیایی، نمایانگر شمار اتم های آن عنصر در ترکیب است و به همین دلیل شیمی دان ها برای بیان شمار هر یک از اتم ها، پیشوندهای معرفی شده در جدول زیر را به کار می برند.

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

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

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

نکات مهم

- پیشوندها اعداد یونانی هستند که تعداد اتم عنصر مربوطه را در ترکیب نشان می دهد.
- اگر تعداد اتم نافلز سمت چپ در فرمول برابر یک باشد پیشوند «مونو» برای آن نباید ذکر شود.
- اگر تعداد اتم نافلز سمت راست برابر یک باشد ذکر پیشوند «مونو» برای آن ضروری است.
- برای ترکیبات هیدروژن دار دوتایی عنصرهای گروه ۱۷ جدول دورای (هیدروژن هالیدها)، برای عنصر دوم (هالوژن) هم از پیشوند «مونو» استفاده نمی کنیم.
- مثال** (دی کلرو هیتا اکسید: Cl_2O_7) (کربن تتراکلرید: CCl_4) (هیدروژن فلوئورید: HF)
- برای نوشتن فرمول شیمیایی ترکیبات مولکولی دوتایی به کمک نام آن ها، هیچ وقت در مرحله آخر زیروندها را ساده نکنید. برای مثال اگر زیروندها را در ترکیب N_2O_5 ساده کنیم، NO_5 ایجاد می شود؛ اما این دو ماده، دو ترکیب با خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوت هستند.
- مثال** (Cl_2O) دی کلر مونو اکسید، (N_2O_5) دی نیتروژن تترا اکسید، (NO_2) نیتروژن دی اکسید

- ساختار لوویس -

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

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

مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز



تذکر

تعداد الکترون‌های ظرفیت عناصر S و P (به‌جز هلیوم) برابر با عدد یکان شماره گروه آن عنصر است.

۲

تعیین اتم مرکزی و چیدمان اتم‌های دیگر اطراف آن

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

۳

متصل کردن اتم‌های اطراف به اتم مرکزی با یک پیوند و هشت‌تایی کردن اتم‌های اطراف با قراردادن ۳ جفت الکترون‌های ناپیوندی روی همه اتم‌های مجاور به‌جز هیدروژن

۴

محاسبه باقی‌مانده الکترون‌های ظرفیتی و قراردادن آن‌ها در صورت وجود روی اتم مرکزی

تعداد کل الکترون‌های به‌کاررفته (پیوندی و ناپیوندی) در مرحله (۳) را از شمار کل الکترون‌های ظرفیتی اتم‌ها در مرحله (۱) کم می‌کنیم و در صورت باقی‌ماندن الکترون، آن‌ها را به صورت جفت ناپیوندی روی اتم مرکزی قرار می‌دهیم.

۵

هشت‌تایی کردن اتم مرکزی به شرطی که تا این مرحله هشت‌تایی نشده باشد.

اگر پس از مرحله (۴)، اتم مرکزی هشت‌تایی نشده باشد، برای هشت‌تایی کردن آن می‌توانیم از یک (یا در صورت نیاز دو) اتم کناری یک (یا براساس نیاز دو) جفت ناپیوندی کم کرده و آن را به صورت یک پیوند جدید دوگانه (یا سه‌گانه) با اتم مرکزی درآوریم.

مثال

مراحل رسم ساختار لوویس CO_2

$$1) \text{ محاسبه تعداد کل ظرفیت } = 4 + 2(6) = 16$$

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

۳) $16 =$ تعداد e‌های به‌کاررفته در ساختار $\Rightarrow \text{:}\ddot{\text{O}}\text{--C--}\ddot{\text{O}}\text{:}$ $\Rightarrow$ هشت‌تایی کردن اتم‌های کناری

۴) جفت ناپیوندی برای اتم کربن وجود ندارد. $\Rightarrow$ تعداد e‌های به‌کاررفته در ساختار = تعداد کل e ظرفیت

۱۶

۱۶

۵) $\Rightarrow$ هشت‌تایی کردن اتم کربن (اتم مرکزی) با استفاده از اتم‌های کناری
ساختار نهایی $\text{:}\ddot{\text{O}}\text{=C=}\ddot{\text{O}}\text{:}$

مثال

رسم ساختار لوویس یون NO_2^+

$$1) \text{NO}_2^+ \Rightarrow [(1 \times 5) + (2 \times 6)] - 1 = 16$$



۳) $\text{:}\ddot{\text{O}}\text{--N--}\ddot{\text{O}}\text{:}$ $\Rightarrow$ e‌های به‌کاررفته $16 =$

۴) $16 - 16 = 0 \Rightarrow$ اتم مرکزی جفت ناپیوندی ندارد.

۵) $\Rightarrow$ $[\text{:}\ddot{\text{O}}\text{=N=}\ddot{\text{O}}\text{:}]^+$

نکات مهم

۱) در رسم ساختار لوویس، هنگامی که اتم‌های یکسانی به اتم مرکزی متصل‌اند، نمایش پیوند دوگانه بر سه‌گانه مقدم است.

۲) اتم‌های هیدروژن همواره یک پیوند تشکیل می‌دهند و هشت‌تایی نمی‌شوند در واقع تنها با $2e^-$ پایدار می‌شوند. اتم‌های H در مولکول‌ها، همیشه اتم کناری هستند.

۳) هرگاه اتم عنصرهای گروه ۱۷ (هالوژن‌ها) اتم کناری باشند، تنها یک پیوند اشتراکی (یگانه) تشکیل می‌دهند.

۴) به جفت‌الکترونی که در تشکیل پیوند شرکت می‌کند، جفت‌الکترون پیوندی و به جفت‌الکترونی که در تشکیل پیوند شرکت نمی‌کند و فقط متعلق به یکی از اتم‌هاست، جفت‌الکترون ناپیوندی می‌گویند؛ می‌دانید که هر پیوند اشتراکی یگانه، معادل یک جفت (دو) الکترون پیوندی است. (به آوردن یا نیاوردن کلمه جفت در تست‌ها دقت کنید!)

۵) مراحل رسم ساختار لوویس یون‌های چنداتی، دقیقاً مشابه به رسم ساختار مولکول‌هاست با این تفاوت که در مرحله (۱) و در هنگام محاسبه تعداد کل الکترون‌های ظرفیت در یون‌هایی با بار منفی، به اندازه بار منفی یون، به شمار الکترون‌های ظرفیت، اضافه و در یون‌هایی با بار مثبت، به تعداد بار مثبت از شمار الکترون‌های ظرفیت، کم می‌کنیم.

۶) نکته خیلی مهم در یون‌های چنداتی آن‌که بار یون متعلق به همه اتم‌های سازنده است؛ (نه یک اتم خاص!) بنابراین ساختار به دست آمده در مرحله آخر را درون یک کروشه ([]) قرار داده و بار یون را بالا و سمت راست کروشه یادداشت کنید.

نکات مهم

نکات کار راه‌انداز:

۱) با استفاده از فرمول زیر می‌توان بدون رسم ساختار لوویس مولکول‌ها، شمار کل پیوندهای اشتراکی در مولکول را محاسبه کرد:

(یا همان مجموع تعداد الکترون‌های جفت‌شده در ارایش الکترون - نقطه‌ای اتم‌ها)

$$\text{مجموع ظرفیت اتم‌ها} = \frac{\text{شمار کل پیوندهای اشتراکی در یک مولکول}}{2}$$

● ظرفیت برای عناصر گروه ۱ و ۱۷، برابر ۱؛ برای عناصر گروه ۱۶، برابر ۲؛ برای عناصر گروه ۱۴، برابر ۴ و ... به همین ترتیب است! (به نوعی تعداد الکترون‌های جفت‌نشده در ساختار لوویس هر اتم است.)

۲) محاسبه بار یون چنداتی = (مجموع شمار الکترون‌های ساختار لوویس) - (مجموع شمار الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌ها)



سوختن -

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

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

نکات مهم

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

ویژگی‌ها و اثرات گاز کربن مونوکسید -

- گاز بی‌رنگ، بی‌بو و بسیار سمی است.
- چگالی این گاز کمتر از هوا است و قابلیت انتشار آن در محیط بسیار زیاد می‌باشد به طوری که به سرعت در همه فضای یک اتاق پخش می‌شود.
- میل ترکیبی همگلوبین خون با گاز CO بسیار زیاد و بیش از 200 برابر اکسیژن است. به همین دلیل می‌تواند باعث مسمومیت و در نهایت موجب مرگ فرد شود.
- CO از CO_2 ناپایدارتر است؛ می‌تواند دوباره در اکسیژن بسوزد و نور و گرما به همراه CO_2 تولید کند:
- در ساختار شیمیایی هر مولکول CO ، سه جفت‌الکترون پیوندی (یک پیوند سه‌گانه) و دو جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.



رفتار اکسیدهای فلزی و نافلزی -

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

اکسیدهای فلزی و نافلزی -

- به طور کلی اغلب اکسیدهای فلزی در صورت حل شدن در آب با تولید یک باز باعث افزایش pH آب می‌شوند به همین دلیل به آن‌ها اکسیدهای بازی می‌گوییم. ($pH > 7$)
- به طور کلی اغلب اکسیدهای نافلزی در صورت حل شدن در آب، با تولید یک اسید pH آب را کاهش می‌دهند به همین دلیل به آن‌ها اکسیدهای اسیدی می‌گوییم. ($pH < 7$)
- pH، معیاری است برای سنجش میزان اسیدی یا بازی بودن محلول‌ها. محدوده تغییرات pH محلول‌های آبی در دمای اتاق از 14 تا 0 است. آب خالص یک ماده خنثی است و pH آن 7 می‌باشد، مواد اسیدی $pH < 7$ و مواد بازی $pH > 7$ دارند.

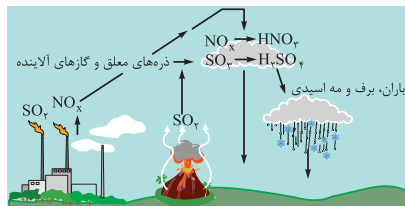
نکات مهم

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



– باران اسیدی و اثرات مخرب آن –

- 1 باران طبیعی و معمولی: به دلیل وجود CO_2 محلول در آن، اندکی اسیدی و دارای $\text{pH} < 7$ است.
 - 2 منظور از باران اسیدی، بارانی است که pH آن کمتر از $5/6$ باشد:
- آلاینده‌هایی که از سوختن سوخت‌های فسیلی وارد هواکره می‌شوند (به طور عمده SO_2 و NO_x) هنگام بارش باران در آب حل می‌شوند و به صورت محلولی که خاصیت اسیدی چشمگیری دارد به زمین فرومی‌ریزد. در این حالت می‌گوییم باران اسیدی شده است.
- 3 در شیمی هواکره اصطلاح رایجی با عنوان «آنچه که در هواکره بالا می‌رود باید پایین بیاید» وجود دارد؛ این اصطلاح بیان می‌کند که آلاینده‌هایی که از سوختن سوخت‌های فسیلی وارد هواکره می‌شود و بالا می‌رود؛ هنگام بارش در آب حل می‌شوند و پس از واکنش با آب به صورت باران اسیدی به زمین فرو می‌ریزد.



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

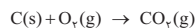
نکات مهم

- 1 در اثر سوزاندن سوخت‌های فسیلی علاوه بر گاز کربن دی‌اکسید، گازهای دیگری مانند NO_2 ، NO ، SO_2 ، CO و برخی هیدروکربن‌ها هم وارد هواکره می‌شود.
 - 2 از سوختن سوخت‌های فسیلی در کارخانجات و در گازهای خروجی از آتشفشان‌ها، گاز SO_2 وجود دارد. از کارخانجات، اکسیدهای نیتروژن مختلفی هم با فرمول کلی NO_x آزاد می‌شود در هواکره، SO_2 به SO_3 تبدیل می‌شود. گازهای SO_3 و NO_x در طی واکنش‌های مختلفی در هواکره، سولفوریک اسید (H_2SO_4) و نیتریک اسید (HNO_3) را می‌سازند که با خاصیت اسیدی زیاد خود سبب باران، مه و برف اسیدی می‌شود.
- توجه** اگرچه گاز NO موجود در هواکره اکسید اسیدی نیست، ولی به علت واکنش‌پذیری زیاد، با اکسیژن هوا ترکیب شده و NO_2 تولید می‌کند. NO_2 اکسید اسیدی است که با آب و اکسیژن واکنش داده و به HNO_3 که اسید قوی است تبدیل می‌شود.

– واکنش‌های شیمیایی و قانون پایستگی جرم –

- 1 هر تغییر شیمیایی می‌تواند شامل یک یا چند واکنش شیمیایی باشد که هر یک از آن‌ها را با یک معادله نشان می‌دهند.
 - 2 تغییر شیمیایی می‌تواند با تغییر رنگ، مزه، بو یا آزادسازی گاز، رسوب و گاهی ایجاد نور یا صدا همراه باشد.
- مثال** سوختن کربن را به صورت روبه‌رو نمایش می‌دهند:

کربن دی‌اکسید $\rightarrow$ اکسیژن + کربن



معادله نخست، نوشتاری و معادله دوم، نمادی نامیده می‌شوند؛ در معادله نوشتاری، نام واکنش‌دهنده‌ها در سمت چپ و نام فراورده‌ها در سمت راست فلش نوشته می‌شود.

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

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

● نمادهای به کار رفته برای نمایش حالت فیزیکی مواد در معادله‌های شیمیایی

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



مرورنامه آزمون آزمایشی خیل سبز

شیمی

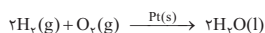
۴ معنای برخی عبارتها یا نمادهای مورد استفاده در معادله‌های شیمیایی در جدول زیر آمده است:

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

نکات مهم

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

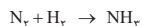
۵ کاتالیزگر ماده‌ای است که سرعت واکنش شیمیایی را افزایش می‌دهد بدون آن که در واکنش مصرف شود.



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

قانون پایستگی جرم

- مطابق این قانون مجموع جرم مواد واکنش دهنده با مجموع جرم فراورده‌ها برابر است یا به عبارت دیگر، جرم کل مواد در مخلوط واکنش ثابت است.
 - یکی از ویژگی‌های مهم واکنش‌های شیمیایی این است که همه آن‌ها از این قانون پیروی می‌کنند؛ زیرا در واکنش‌های شیمیایی نه اتمی به وجود می‌آید و نه اتمی از بین می‌رود، بلکه پس از انجام واکنش همه اتم‌ها به شیوه‌های دیگر به هم متصل می‌شوند.
 - مطابق قانون پایستگی جرم، مجموع شمار اتم‌های هر عنصر در دو سمت معادله یک واکنش یکسان است.
 - مجموع شمار اتم‌های موجود در واکنش دهنده‌ها با مجموع شمار اتم‌های موجود در فراورده‌ها برابر است؛ یعنی شمار کل اتم‌ها در یک واکنش شیمیایی ثابت است.
- دقت کنید که برابری تعداد اتم‌ها در دو طرف معادله کفایت نمی‌کند! و حتماً تعداد اتم‌های هر عنصر باید برابر باشد!



مثال

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

اشتباه نکنید.

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

موازنه کردن معادله واکنش شیمیایی

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

نکات مهم

- در معادله‌های شیمیایی موازنه شده، ضریب ۱ نوشته نمی‌شود.
 - برای موازنه کردن هر معادله نمادی، باید برای هر یک از واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها ضریبی قرار داد تا شمار اتم‌های هر عنصر در دو سوی معادله برابر شود.
 - هنگام موازنه کردن، نباید زیروندها را در فرمول شیمیایی واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها تغییر داد.
 - ضریب‌ها در معادلات موازنه شده باید کوچک‌ترین عدد طبیعی ممکن باشد.
 - سعی کنید تا حد امکان اتم‌های اکسیژن و هیدروژن را در مراحل آخر موازنه نمایید؛ زیرا این عناصر معمولاً در ساختار تعداد بیشتری از گونه‌ها قرار دارند.
 - معادله شیمیایی موازنه شده به ۲ صورت خوانده می‌شود؛ برای نمونه معادله موازنه شده سوختن گاز هیدروژن در حضور اکسیژن:
- $$2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$$
- ۱) دو مول گاز هیدروژن با یک مول گاز اکسیژن واکنش می‌دهد و دو مول بخار آب تولید می‌شود.
 - ۲) دو مولکول هیدروژن با یک مولکول اکسیژن واکنش می‌دهد و دو مولکول آب تولید می‌شود.

مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز



– رد پای کربن دی اکسید –

- ۱ سبک زندگی انسان و نوع وسایلی که در زندگی استفاده می کند و رفتارهایی که در شرایط مختلف محیطی انجام می دهد، روی کره زمین و هواکره تأثیر دارد.
- ۲ رد پا اصطلاحی است که به این اثر نسبت داده اند. رد پای کربن دی اکسید نشان می دهد در تولید یک محصول یا در اثر انجام یک فعالیت چه مقدار از این گاز تولید و وارد هواکره می شود.
- ۳ برای این که مقدار CO_2 هواکره از مقدار طبیعی آن فراتر نرود، باید مقدار اضافی آن به وسیله گیاهان یا دیگر پدیده های طبیعی مصرف شود؛ حال هر چه مقدار کربن دی اکسید وارد شده به طبیعت زیادت باشد، رد پای ایجاد شده سنگین تر و اثر آن ماندگارتر خواهد بود، زیرا زمان لازم برای تعدیل این اثر به وسیله پدیده های طبیعی طولانی تر است.
- ۴ یک درخت تنومند سالانه در حدود ۵۰ کیلوگرم CO_2 مصرف می کند، هر چه درخت تنومندتر باشد، CO_2 ی بیشتری مصرف می کند و تأثیر بیشتری در کاهش رد پای کربن دی اکسید دارد.
- ۵ در اثر سوزاندن سوخت های فسیلی انواع آلاینده ها وارد هواکره می شود؛ یعنی علاوه بر گاز کربن دی اکسید، گازهایی مانند: CO ، SO_2 ، NO_x و NO و هیدروکربن ها (C_xH_y) هم وارد هواکره می شوند که ناشی از سوختن ناخالصی های موجود در این سوخت ها است.
- ۶ مقایسه رد پای CO_2 ایجاد شده از منابع گوناگون تولید انرژی الکتریکی:

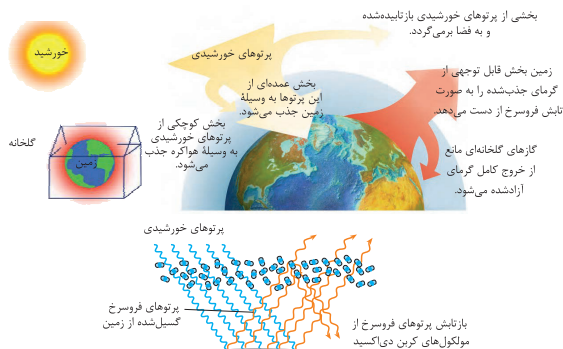
- ۷ طبیعت با کمک گیاهان، CO_2 را مصرف می کند؛ بنابراین یکی از راهکارهای کاهش رد پای کربن دی اکسید، کاشت و مراقبت از درختان و ایجاد کمربندهای سبز در شهرها، شهرک های صنعتی و روستاها است.

– گرم شدن زمین و اثرات آن –

- ۱ دانشمندان با استفاده از (۱) بالون های هواشناسی، (۲) ماهواره ها، (۳) کشتی های اقیانوس پیما و (۴) گویچه های شناور در دریاچه ها که به حسگرهای دما مجهز هستند، پیوسته دمای کره زمین را اندازه می گیرند. شواهد نشان می دهد که در طول سده اخیر، میانگین دمای کره زمین افزایش یافته است و این افزایش دما سبب شده است که شرایط آب و هوایی در نقاط مختلف زمین تغییر کند.
- ۲ سالانه میلیاردها تن CO_2 به هواکره وارد می شود، به طوری که مقدار این گاز در سده اخیر در هواکره به مقدار قابل توجهی افزایش یافته است که دارای آثار زیر است:
 - آثار افزایش میزان CO_2 موجود در هوا → افزایش دمای کره زمین و افزایش سطح آب دریا
 - کاهش مساحت برف در نیمکره شمالی
- ۳ به دلیل گرم شدن زمین و کوتاه شدن فصل زمستان، شواهد بیانگر این است که فصل بهار در نیمکره شمالی زمین، نسبت به ۵۰ سال گذشته در حدود ۱ هفته زودتر آغاز می شود.

– اثر گلخانه ای –

- ۱ گلخانه های زمین های کشاورزی و ویژه ای هستند که دور تا دور آن ها را تار تار با لایه ای از پلاستیک های شفاف می پوشانند و در آن ها گیاهان و میوه های گوناگونی پرورش می دهند.
- ۲ دمای درون گلخانه در ساعت شبانه روز به طور نامنظم در حال تغییر است ولی تغییرات دمای بسیار ناچیز بوده و آسیبی به گیاهان نمی رساند.
- ۳ به پدیده به دام افتادن و برگرداندن پرتوهای فروسرخ به وسیله مولکول های CO_2 ، H_2O و برخی گازهای دیگر موجود در هواکره که باعث گرم شدن زمین می شود، اثر گلخانه ای و به این گازها، گازهای گلخانه ای می گویند.
- ۴ نور خورشید هنگام گذر از هواکره با مولکول ها و دیگر ذره های موجود در آن برخورد می کند و تنها بخشی از (نه همه) آن به سطح زمین می رسد. از این رو زمین گرم شده، مانند یک جسم داغ از خود پرتوهای الکترومغناطیسی (بیشتر از نوع فروسرخ) گسیل می دارد؛ انرژی پرتوهای فروسرخ، کم تر و طول موج آن ها بلندتر است. بخش قابل توجهی از پرتوهای فروسرخ منتشر شده از زمین وارد فضا می شوند و بخش کوچکی تر از آن هم توسط گازهای گلخانه ای، به زمین بازگردانده می شوند و به این ترتیب زمین را گرم می کنند.
- ۵ اگر پدیده گلخانه ای وجود نداشت، میانگین دمای کره زمین به ۱۸- درجه سلسیوس یا ۲۵۵ کلوین می رسید. امروزه افزایش بیش از حد گازهای گلخانه ای (CO_2) در هواکره، باعث افزایش میانگین دمای زمین بیش از حد معمول شده است.
- ۶ پلاستیک یا شیشه گلخانه ها دقیقاً مانند گازهای گلخانه ای عمل می کنند. پرتوهای پراثری خورشید از شیشه یا پلاستیک گلخانه عبور می کند و توسط خاک و گیاهان جذب و باعث گرم شدن آن ها می شوند. از خاک و گیاهان پرتوهای فروسرخ منتشر می شود که به علت بلنبودن طول موج از پلاستیک یا شیشه عبور نمی کند و درون فضای گلخانه به دام افتاده و آن را گرم می کنند.





مرورنامه آزمون آزمایشی خیل سبز

شیمی

– شیمی سبز –

- شاخه‌ای از شیمی است که در آن شیمی‌دان‌ها در جست‌وجوی فرایندها و فرآورده‌هایی هستند که به کمک آن‌ها بتوان (۱) کیفیت زندگی را با بهره‌گیری از منابع طبیعی افزایش داد و (۲) هم‌زمان از طبیعت محافظت کرد.
- در این راستا بایستی تولید و مصرف مواد شیمیایی را که رد پاهای سنگینی روی کره زمین بر جا می‌گذارند کاهش داد یا متوقف کرد.

– برخی از دستاوردهای شیمی سبز –

- تولید سوخت سبز: سوختی است که در ساختار آن افزون بر کربن و هیدروژن، اکسیژن نیز وجود دارد و از پسماندهای گیاهی مانند شاخ و برگ گیاه سویا، نشکر و دانه‌های روغنی به دست می‌آید.
 - این مواد زیست‌تخریب‌پذیرند، از این‌رو در مدت‌زمان نسبتاً کوتاهی به وسیله جانداران ذره‌بینی به مواد ساده‌تر تجزیه می‌شوند و به طبیعت بازمی‌گردند.
 - اتانول (C_2H_5OH) و روغن‌های گیاهی نمونه‌هایی از این نوع سوخت‌ها هستند.
 - در اثر سوختن اتانول، آلاینده‌های کم‌تری نسبت به سوخت‌های فسیلی تولید می‌شود، هم‌چنین در مقایسه با هیدروکربن‌ها هم به ازای جرم یکسان، CO_2 کم‌تری را تولید می‌کند.
- تبدیل CO_2 به مواد معدنی
کافی است CO_2 تولیدشده در نیروگاه‌ها و مراکز صنعتی را با منیزیم اکسید و کلسیم اکسید (اکسیدهای بازی) واکنش دهند و آن‌ها را به کربنات‌های جامد این فلزات تبدیل کنند.

$$CO_2(g) + CaO(s) \rightarrow CaCO_3(s)$$

$$CO_2(g) + MgO(s) \rightarrow MgCO_3(s)$$
- تولید پلاستیک‌های سبز (زیست‌تخریب‌پذیر)
این پلیمرهای بر پایه مواد گیاهی مانند نشاسته ساخته می‌شوند و به همین دلیل در ساختار آن‌ها علاوه بر کربن و هیدروژن، اکسیژن هم وجود دارد. این نوع پلاستیک‌ها زیست‌تخریب‌پذیرند، بنابراین در مدت‌زمان نسبتاً کوتاهی تجزیه می‌شوند و به طبیعت بازمی‌گردند.
- دفن کردن CO_2 در (۱) سنگ‌های متخلخل در زیرزمین، (۲) میدان‌های قدیمی گاز و (۳) چاه‌های قدیمی نفت خالی از این مواد هستند.
- تولید خودرو و سوخت با کیفیت بسیار خوب

– هیدروژن و توسعه پایدار –

- هیدروژن فراوان‌ترین عنصر در جهان است که به صورت ترکیب‌های گوناگون یافت می‌شود. این گاز مانند سوخت‌های فسیلی می‌تواند با اکسیژن بسوزد و نور و گرما تولید کند.

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$$
- جدول بسیار مهم:

نام سوخت	گرمای آزادشده (کیلوژول بر گرم)	فرآورده‌های سوختن	قیمت (ریال به ازای یک گرم)
بنزین	۴۸	CO, CO_2, H_2O	۱۴
زغال‌سنگ	۳۰	CO, CO_2, H_2O, SO_2	۴
هیدروژن	۱۴۳	H_2O	۲۸۰۰
گاز طبیعی	۵۴	CO, CO_2, H_2O	۵

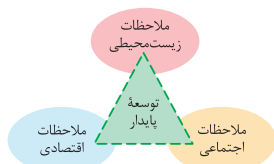
نکات مهم

نکات مهم و اصلی جدول

- با توجه به این جدول، استفاده از گاز هیدروژن در مقایسه با سوخت‌های فسیلی آلاینده‌های کم‌تری ایجاد می‌کند؛ در واقع بر اثر سوختن هیدروژن فقط بخار آب تولید می‌شود و خبری از آلاینده‌ها نیست.
- مقایسه گرمای آزادشده به ازای سوختن ۱ g
- مقایسه قیمت به ازای ۱ g
- فرآورده‌های CO (در اثر سوختن ناقص)، CO_2 و H_2O در اثر سوختن هر سه سوخت فسیلی گاز طبیعی، زغال‌سنگ و بنزین یکسان است.
- زغال‌سنگ دارای بیشترین تنوع آلاینده‌هاست و علاوه بر موارد مشترک بالا، SO_2 (و البته NO_2) هم تولید می‌کند که می‌تواند مسبب ایجاد باران اسیدی باشد!

تولید، حمل‌ونقل و نگهداری هیدروژن بسیار پرهزینه است؛ اما در برخی کشورها برای تولید گاز هیدروژن سرمایه‌گذاری هنگفتی می‌شود!

توسعه پایدار یعنی این‌که در تولید هر فرآورده، همه هزینه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی آن در نظر گرفته شود.





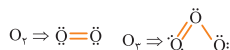
– اوزون، دگرشکلی از اکسیژن در هواکره –

۱) آلوتروپ (دگرشکل)، به شکل‌های گوناگون مولکولی یا بلوری یک عنصر گفته می‌شود: اکسیژن دارای دو آلوتروپ است؛ یعنی عنصر اکسیژن به دو شکل گاز اکسیژن (O_2) و گاز اوزون (O_3) در هواکره یافت می‌شود.

نکته

آلوتروپ یعنی شکل‌های گوناگون یک عنصر که تنها از یک نوع اتم تشکیل شده‌اند، بنابراین در مورد ترکیب‌ها استفاده از واژه آلوتروپ نادرست است.

۲) آرایش الکترون – نقطه‌ای (ساختار لوویس) گازهای اکسیژن و اوزون به صورت زیر است:



۳) اصطلاح لایه اوزون به منطقه مشخصی از استراتوسفر می‌گویند که بیشترین مقدار اوزون در آن محدوده قرار دارد. مقدار اوزون در هواکره ناچیز است.

۴) مولکول‌های اوزون مانع ورود بخش عمده‌ای از تابش فرابنفش خورشید به سطح زمین می‌شود تا موجودات زنده از آثار زیانبار این تابش در امان بمانند؛ پس به طور کامل مانع ورود تابش فرابنفش نمی‌شود!

– مقایسه گازهای اوزون (O_3) و اکسیژن (O_2) –

۱) اکسیژن و اوزون هر دو در شرایط عادی گازهای بی‌رنگ هستند. اما اکسیژن در حالت مایع، آبی‌رنگ و اوزون مایع، لاجوردی (آبی پررنگ‌تر) است.

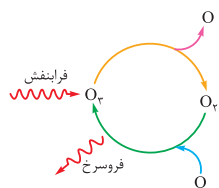
۲) جرم مولی اوزون بیشتر از اکسیژن است و دمای جوش آن هم بالاتر از اکسیژن است، پس با سرد کردن این دو گاز، اوزون راحت‌تر به مایع تبدیل می‌شود.

نام دگرشکل	فرمول شیمیایی	جرم مولی	نقطه جوش ($^{\circ}C$)
اکسیژن	O_2	۳۲	-۱۸۳
اوزون	O_3	۴۸	-۱۱۲

۳) گاز اوزون از گاز اکسیژن واکنش‌پذیرتر بوده و در صنعت از گاز اوزون برای گندزدایی میوه‌ها و سبزیجات و از بین بردن جانداران ذره‌بینی درون آب استفاده می‌شود.

۴) تفاوت در ساختار لوویس اوزون و اکسیژن است که باعث ایجاد تفاوت‌های چشمگیر در خواص آن‌ها شده است، در واقع با این‌که اوزون و اکسیژن از اتم‌های یکسان تشکیل شده‌اند، اما تفاوت ساختاری باعث تفاوت در خواص شده است؛ پس ساختار هر ماده تعیین‌کننده خواص و رفتار آن است.

– عملکرد لایه اوزون –

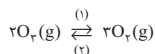


۱) هنگامی که تابش پرنرژی فرابنفش به مولکول‌های O_2 در لایه اوزون برخورد می‌کند، O_2 می‌شکند و به یک اتم اکسیژن (O) و یک مولکول اکسیژن (O_2) تبدیل می‌شود. ذره‌های تولیدشده دوباره با هم واکنش می‌دهند و مولکول اوزون را به وجود می‌آورند و مقداری انرژی به صورت تابش فروسخ آزاد می‌شود.

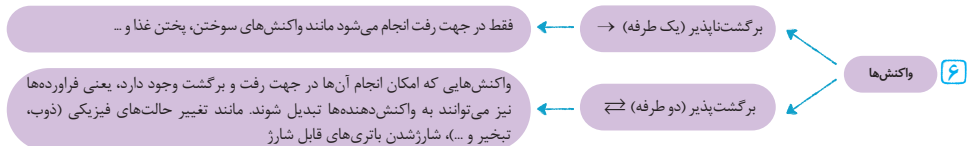
۲) تابش فروسخ انرژی کم‌تر نسبت به تابش فرابنفش دارد و برای موجودات زنده تهدیدی به حساب نمی‌آید.

۳) با تکرار پیوسته دو واکنش فوق، لایه اوزون بغض قابل توجهی از (نه همه!) تابش فرابنفش را جذب و تابش‌های کم‌انرژی‌تر فروسخ را به زمین گسیل می‌دارد.

۴) مجموعه واکنش‌های لایه اوزون را می‌توان با معادله زیر نمایش داد:



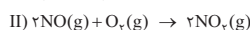
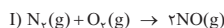
۵) شیمی‌دان‌ها به واکنش در جهت (۱)، واکنش رفت و به واکنش در جهت (۲)، واکنش برگشت می‌گویند.



– اوزون تروپوسفری –

۱) در تروپوسفر با نقش زیانبار و مضر اوزون مواجه هستیم در حالی که در استراتوسفر، نقش مفید و حفاظتی اوزون آشکار است. به طوری که وجود آن در هوایی که تنفس می‌کنیم سبب (۱) سوزش چشمان و (۲) آسیب‌دیدن ریه‌ها می‌شود.

۲) گاز نیتروژن به عنوان اصلی‌ترین جزء سازنده هواکره، واکنش‌پذیری بسیار کمی دارد به طور معمول با اکسیژن واکنش نمی‌دهد اما تنها هنگام رعد و برق، دمای مولکول‌های هوا در آن ناحیه به اندازه‌ای بالا می‌رود که گاز نیتروژن با اکسیژن هوا ترکیب شده و به اکسیدهای نیتروژن تبدیل می‌شود.





۳) از سوی دیگر در هوای آلوده شهرهای صنعتی و بزرگ، به مقدار قابل توجهی اکسیدهای نیتروژن وجود دارد. این گازها در واقع از واکنش گازهای نیتروژن و اکسیژن درون موتور خودرو در دمای بالا به وجود می‌آیند. از آن‌جا که گاز نیتروژن دی‌اکسید (NO_2) به رنگ قهوه‌ای است، هوای آلوده شامل این گاز به رنگ قهوه‌ای روشن دیده می‌شود. در این شرایط و در حضور نور خورشید، با انجام واکنش زیر در تروپوسفر مقداری گاز اوزون تولید می‌شود که همان اوزون تروپوسفری است.



پایه دوازدهم

ثابت تعادل و قدرت اسیدی

- حضور هم‌زمان واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها در مخلوط واکنش، نشانه‌ای از برگشت‌پذیر بودن واکنش‌هاست.
- در واکنش‌های برگشت‌پذیر، همهٔ واکنش‌دهنده‌ها به فراورده‌ها تبدیل نمی‌شوند؛ بلکه در شرایط معین مقدار آن‌ها در سامانه ثابت است؛ گویی پس از گذشت مدتی، واکنش پیشرفت نمی‌کند و مقدار مواد شرکت‌کننده دیگر تغییر نخواهد کرد.
- اگر در یک واکنش برگشت‌پذیر، هم‌زمان واکنش‌های رفت و برگشت (در هر دو جهت) به طور پیوسته انجام می‌شوند و سرانجام غلظت (مقدار) واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها ثابت (و نه لزوماً برابر!) شود. به چنین سامانه‌ای، سامانه تعادلی می‌گویند.
- در واکنش‌های تعادلی هر مقدار از فراورده‌ها که در واحد زمان، طی واکنش رفت تولید می‌شوند، همان مقدار در واحد زمان، طی واکنش برگشت مصرف می‌شوند؛ پس سرعت واکنش رفت با برگشت در سامانه‌های تعادلی برابر است $\Leftarrow$ مقدار مواد شرکت‌کننده در سامانه ثابت است. (لزوماً مقدار واکنش‌دهنده‌ها با فراورده‌ها برابر نیست.)
- برای یک واکنش تعادلی، در یک دمای معین، نسبت حاصل ضرب غلظت تعادلی فراورده‌ها هر یک به توان ضریب استوکیومتری تقسیم بر حاصل ضرب غلظت تعادلی واکنش‌دهنده‌ها هر یک به توان ضریب استوکیومتری همواره مقدار ثابتی است $\Leftarrow$ این مقدار، ثابت تعادل نامیده می‌شود.
- برای واکنش تعادلی کلی: $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ عبارت ثابت تعادل به صورت روبه‌رو تعریف می‌شود:

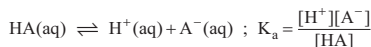
$$K = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

نکات مهم

- ۱) K (ثابت تعادل) در دمای ثابت، مقداری ثابت است و در واقع K تنها به دما وابسته است.
- ۲) غلظت مواد جامد یا مایع خالص، ثابت است و هنگام نوشتن عبارت ثابت تعادل، غلظت آن‌ها نوشته نمی‌شود. در واقع در نوشتن عبارت ثابت تعادل، تنها به غلظت گازها (g) و محلول‌ها (aq) توجه می‌شود.
- ۳) K (ثابت تعادل) در دمای ثابت به مقدار آغازی واکنش‌دهنده‌ها بستگی ندارد.

ثابت یونش اسیدی

- محلول اسیدها و بازهای ضعیف در آب، نمونه‌ای از سامانه‌های تعادلی و دوطرفه‌اند. در این محلول‌ها به دلیل یونش ناچیز اسید یا باز ضعیف، تعادلی میان اندک یون‌های حاصل از یونش و مولکول‌های یونیده‌نشده برقرار می‌شود.
- ثابت تعادل واکنش یونش اسیدها به ثابت یونش اسیدی (K_a) معروف است.
- دقت کنید که در رابطهٔ ثابت یونش اسید، تنها غلظت تعادلی (نه غلظت ابتدایی!) گونه‌های شرکت‌کننده در واکنش، آورده می‌شود.



مثال

مثال اگر غلظت یون هیدرونیوم و مولکول یونیده‌نشدهٔ یک اسید در محلولی از آن در دمای معین، به ترتیب برابر 5×10^{-4} و 2×10^{-2} مول بر لیتر باشد، ثابت تعادل یونش این اسید، کدام است؟

(کشور تهرانی ۹۸)

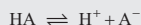
$$1/12 \times 10^{-5} \quad (۴)$$

$$1/21 \times 10^{-5} \quad (۳)$$

$$2/21 \times 10^{-4} \quad (۲)$$

$$2/12 \times 10^{-4} \quad (۱)$$

پاسخ گزینه (۳)



$$[\text{H}^+] = [\text{A}^-] = 5 \times 10^{-4}, [\text{HA}] = 2 \times 10^{-2}$$

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = \frac{5 \times 10^{-4} \times 5 \times 10^{-4}}{2 \times 10^{-2}} = \frac{25 \times 10^{-8}}{2 \times 10^{-2}} = 121 \times 10^{-7} = 1/21 \times 10^{-5}$$



نکات مهم

- ۱ مقدار K_a بزرگتر $\Leftarrow$ قدرت اسیدی بیشتر $\Leftarrow$ در شرایط یکسان، $[H^+]$ حاصل از یونش بیشتر $\Leftarrow$ رسانایی الکتریکی محلول آن، بیشتر
- ۲ هر چه K_a اسید در دمای معین بیشتر $\Leftarrow$ اسید قوی‌تر
- ۳ اسیدهایی مانند HCl که ثابت یونش آن‌ها، عدد بسیار بزرگی است، اسیدهای قوی نام دارند و یونیده شدن آن‌ها در محلول آبی کامل در نظر گرفته می‌شود. درجه یونش این اسیدها برابر با ۱) در نظر گرفته می‌شود. K_a برای اسیدهای قوی، مقداری بزرگ است.
- ۴ HF و CH_3COOH و ... اسیدهای ضعیف هستند که فقط چند درصد از مولکول‌های آن‌ها، یونیده شده و عمدتاً به صورت مولکولی حل می‌شوند. K_a برای اسیدهای ضعیف، مقداری کوچک است و درجه یونش آن‌ها کوچک‌تر از ۱ است. ($0 < \alpha < 1$)

● اسیدهای مهم کتاب درسی:

اسیدهای قوی: HNO_3 , H_2SO_4 , HCl , HBr , HI

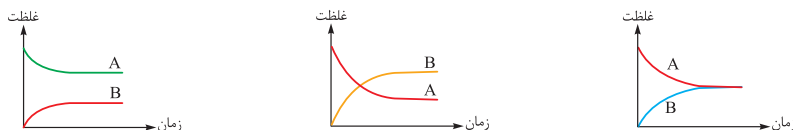
قدرت اسیدی اسیدهای ضعیف: $HCN < H_2CO_3 < CH_3COOH < HCOOH < HNO_2 < HF$
 هیدروسیانیک اسید کربنیک اسید استیک اسید فورمیک اسید نیترو اسید هیدروفلوئوریک اسید

● در میان هیدروهالیک اسیدها، فقط HF اسید ضعیف محسوب می‌شود و سایر آن‌ها، اسیدهای قوی هستند!

● در کربوکسیلیک اسیدها با افزایش تعداد کربن، قدرت اسیدی کاهش می‌یابد.

– نمودار شناسی –

● نمودار غلظت – زمان برای واکنش تعادل $A \rightleftharpoons B$ ، می‌تواند به صورت‌های زیر باشد:



● شیب هر ماده در نمودار غلظت – زمان، متناسب با ضریب استوکیومتری آن در معادله موازنه شده واکنش است.

● نمودار سرعت – زمان برای یک واکنش تعادلی می‌تواند به صورت‌های زیر باشد:

۱) اگر در ابتدا فقط واکنش‌دهنده داشته باشیم: ۲) اگر در ابتدا فقط فراورده داشته باشیم:



نکات مهم

- ۱ در لحظه تعادل واکنش‌های رفت و برگشت متوقف نمی‌شوند؛ بنابراین در حالت تعادل هیچ‌وقت سرعت‌ها صفر نمی‌شوند.
- ۲ در لحظه تعادل، مقدار و غلظت همه ماده‌ها ثابت می‌شوند ولی نه لزوماً برابر! از آن‌جا که سرعت واکنش‌های رفت و برگشت برابر می‌شوند، پس سرعت‌های مصرف و تولید هر ماده برابرند و به همین دلیل مقدار و غلظت هر ماده ثابت بوده و تغییر نمی‌کند.
- ۳ بعد از رسیدن به تعادل، ویژگی‌های ظاهری طرف تعادل (مانند غلظت و مقدار مواد، فشار و ...) ثابت می‌ماند ولی واکنش‌ها متوقف نمی‌شوند.
- ۴ در واکنش‌های تعادلی غلظت هیچ ماده‌ای به صفر نمی‌رسد ولی در واکنش‌های یک‌طرفه حداقل یکی از واکنش‌دهنده‌ها می‌تواند کاملاً مصرف شود و مقدار و غلظت آن به صفر برسد.

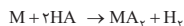
– سرعت واکنش اسیدها با فلزها –

- اغلب (نه همه!) فلزها با محلول اسیدها واکنش می‌دهند و گاز هیدروژن آزاد می‌کنند.
- هر چه اسید قوی‌تر باشد (K_a بزرگ‌تری داشته باشد)، در دما و غلظت یکسان، غلظت یون هیدرونیوم در محلول آن بیشتر و در نتیجه سرعت واکنش آن با فلز بیشتر خواهد بود (سرعت تولید گاز بیشتر است).
- سرعت واکنش اسید با فلز معین، به غلظت یون هیدرونیوم محلول آن بستگی دارد. هر چه $[H^+] \uparrow \Leftarrow$ سرعت واکنش اسید با فلز $\uparrow$
- در دما و غلظت یکسان، سرعت واکنش فلز با اسید قوی، نسبت به اسید ضعیف، بیشتر است $\Leftarrow$ زیرا سرعت واکنش اسید و فلز دارای رابطه مستقیم با غلظت یون‌های هیدرونیوم موجود در محلول است.



در واکنش یک فلز با محلول دو اسید یک ظرفیتی در دما و غلظت یکسان:

(۱) سرعت تولید گاز $H_2 \Leftarrow$ اسید قوی $<$ اسید ضعیف (۲) مقدار H_2 تولیدی در پایان واکنش $\Leftarrow$ اسید قوی = اسید ضعیف $\Leftarrow$ زیرا در معادله هر دو واکنش ضرایب استوکیومتری H_2 و اسید یکسان است، مثلاً اگر فلز دوظرفیتی باشد (مانند منیزیم یا آهن)، معادله واکنش به صورت زیر است:



مثال در شرایط یکسان، شدت تولید گاز هیدروژن در واکنش سه اسید ذکرشده با فلز منیزیم به صورت زیر است:



● باران اسیدی به دلیل انحلال گازهای NO_x و SO_2 در آب باران دارای اسیدهای H_2SO_4 و HNO_3 بوده و باران معمولی به دلیل انحلال گاز CO_2 در آب باران دارای اسید H_2CO_3 است.

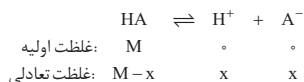
● از آنجا که قدرت اسیدی H_2SO_4 و HNO_3 بسیار بیشتر از H_2CO_3 است؛ در باران‌های اسیدی، غلظت یون هیدرونیوم بیشتر از باران‌های معمولی است $\Leftarrow$ باران‌های اسیدی آثار مخرب بسیار زیادی بر محیط زیست دارند:



– رابطه میان غلظت یون هیدرونیوم و ثابت یونش اسیدها –

● اسیدهای ضعیف در آب به طور جزئی یونیده می‌شوند؛ به طوری که یونیده‌شدن آن‌ها با کمیتی به نام درجه یونش (α) تعیین می‌شود. درجه یونش یک اسید به غلظت آن اسید بستگی دارد، اما ثابت یونش اسیدها (K_a) مستقل از غلظت اسید است و تنها به دما وابسته است.

● اگر غلظت اولیه محلول یک اسید ضعیف مثل HA برابر M باشد و پس از مدتی به تعادل برسد، با توجه به معادله یونش جزئی آن داریم:



ثابت تعادل این واکنش یا همان ثابت یونش اسیدی به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = \frac{x^2}{M-x} \quad \text{یا} \quad K_a = \frac{[H^+]^2}{M-[H^+]}$$

در اسیدهای خیلی ضعیف (معمولاً درجه یونش کمتر از ۰/۵ یا ثابت یونش اسیدی کمتر از 10^{-5})، می‌توان از x در مقابل M صرف نظر کرد:

$$\text{رابطه تقریبی: } K_a = \frac{x^2}{M} = \frac{[H^+]^2}{M}$$

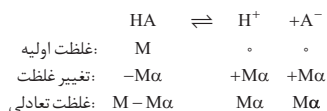
اگر شرایط گفته‌شده در بالا (درجه یونش کمتر از ۰/۵ یا ثابت یونش اسیدی کمتر از 10^{-5}) را داشته باشیم یا در صورت تست، عبارت (تقریبی) یا مشابه آن را ببینیم، از رابطه تقریبی استفاده می‌کنیم.

– رابطه میان ثابت یونش و درجه یونش اسیدها –

● با دقت در رابطه درجه یونش درمی‌یابیم که:

● در معادله یونش اسید گفته‌شده، می‌توان به جای $M\alpha$ ، x قرار داد:

$$\alpha = \frac{\text{غلظت مولکول‌های یونیده‌شده}}{\text{غلظت کل مولکول‌های حل‌شده}} \Rightarrow \alpha = \frac{x}{M} \Rightarrow x = [H^+] = M\alpha$$



$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = \frac{(M\alpha)(M\alpha)}{M-M\alpha} = \frac{M^2\alpha^2}{M(1-\alpha)} = \frac{M\alpha^2}{1-\alpha}$$

ثابت تعادل این واکنش یا همان ثابت یونش اسیدی به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$K_a = \frac{M\alpha^2}{1-\alpha} = \frac{M(\frac{[H^+]}{M})^2}{1-\alpha} \Rightarrow K_a = \frac{[H^+]^2}{M(1-\alpha)} \Rightarrow [H^+]^2 = M \times K_a \times (1-\alpha)$$

با توجه به این که $\alpha = \frac{[H^+]}{M}$ است، داریم:

$$[H^+] = \sqrt{K_a \cdot M(1-\alpha)}$$

در اسیدهای خیلی ضعیف (درجه یونش کمتر از ۰/۵ یا ثابت یونش اسیدی کمتر از 10^{-5})، می‌توان از درجه یونش در مقابل ۱ صرف نظر کرد:

$$K_a = M\alpha^2$$

$$[H^+] = \sqrt{K_a \cdot M}$$

● پس به طور کلی می‌توان گفت:

$$K_a = M\alpha^2 \quad \text{رابطه تقریبی} \quad (\alpha < 0/05 \quad \text{یا} \quad K_a < 10^{-5}), \quad K_a = \frac{M\alpha^2}{1-\alpha} \quad \text{رابطه دقیق} \quad (\alpha > 0/05 \quad \text{یا} \quad K_a > 10^{-5})$$



نکته

با توجه به روابط فوق، در دمای معین، چون مقدار K_a ثابت است؛ هر چه غلظت اسید ضعیف (M) بیشتر شود $\rightarrow$ درجه یونش آن کاهش می‌یابد (و با رقیق تر شدن محلول یک اسید ضعیف در دمای ثابت، درجه یونش آن افزایش می‌یابد).

مثال در محلولی از اسید HX، درصد یونش مولکول‌های اسیدی برابر با ۲۵٪ است. اگر ثابت یونش این اسید برابر با 2×10^{-3} باشد، غلظت مولی اولیه این اسید در محلول مورد نظر چه قدر بوده است؟

پاسخ گزینه (۳): بین غلظت اسید، درجه یونش و ثابت تعادل یونش آن، رابطه زیر برقرار است:

$$K_a = \frac{M\alpha^2}{1-\alpha} \Rightarrow 2 \times 10^{-3} = \frac{M \times (0.25)^2}{1-0.25} \Rightarrow M = 0.03 \text{ mol.L}^{-1}$$

مثال اگر در محلول ۱/۶ درصد جرمی اسید ضعیف HA با چگالی ۱/۲۵ کیلوگرم بر لیتر، مجموع غلظت مولی یون‌های حاصل از یونش اسید برابر ۰/۰۲ مولار باشد، K_a این اسید به تقریب کدام است؟ ($HA = 20 \text{ g.mol}^{-1}$)

پاسخ گزینه (۳): محاسبه غلظت اولیه HA:

$$M = \frac{1.0 \text{ ad}}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow M = \frac{1.0 \times \frac{1}{6} \times \frac{1}{25}}{1} = 0.0067 \text{ mol.L}^{-1}$$

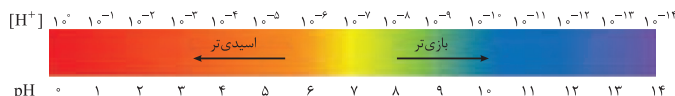
می‌دانیم غلظت A^- و H^+ برابر است؛ پس با توجه به مجموع غلظت آن‌ها (۰/۰۲ مولار)، غلظت هر کدام ۰/۰۱ مولار است؛ پس داریم:

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{M} = \frac{(0.01)^2}{1} = 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

pH	محل
۱/۶-۱/۸	معدة
۳/۲	پرتقال
۷/۴	خون
۵/۲-۷/۱	بزاق دهان
۸/۵	روده کوچک

- pH، مقیاسی برای تعیین میزان اسیدی بودن -

- تغییر رنگ کاغذ pH درون یک محلول، (۱) معیاری برای تشخیص اسیدی یا بازی بودن محلول و (۲) نشان دهنده pH تقریبی آن محلول است.
- میزان اسیدی بودن یک محیط به غلظت یون هیدرونیوم (H^+) در آن بستگی دارد؛ به طوری که هر چه غلظت یون هیدرونیوم محلول بیشتر باشد، محیط اسیدی تر است و برعکس.
- برای پرهیز از بیان غلظت‌های کم و بسیار کم یون هیدرونیوم می‌توان از کمیت pH استفاده کرد، زیرا اعدادی به مراتب ساده‌تر و قابل فهم‌تر ارائه می‌دهد.
- pH محلول‌های آبی در دمای اتاق در گستره ۰ تا ۱۴ بیان می‌شود:



- آب و همه محلول‌های آبی، حاوی یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید هستند؛ کاغذ pH در محلول‌های خنثی و آب خالص تغییر رنگ نمی‌دهد $\Rightarrow$ در این محلول‌ها $[OH^-] = [H^+]$

در یک نمونه آب خالص، شمار بسیار ناچیزی از مولکول‌های آب به یون‌های H^+ (aq) و OH^- (aq) یونیده می‌شود. به همین علت آب خالص رسانایی الکتریکی ناچیزی دارد.

- در دمای $25^\circ C$ ، غلظت H^+ در آب خالص و دمای اتاق، برابر 10^{-7} مولار است؛ پس pH آب خالص و محلول‌های خنثی برابر با ۷ است؛ اما در محلول‌های اسیدی، pH کمتر از ۷ و در محلول‌های بازی، pH بیشتر از ۷ است:

$pH < 7$	$[H^+] > 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1}$ $[OH^-] < 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1}$	در محلول‌های اسیدی
$pH = 7$	$[H^+] = [OH^-] = 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1}$	در آب خالص و محلول‌های خنثی
$pH > 7$	$[H^+] < 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1}$ $[OH^-] > 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1}$	در محلول‌های بازی



مرورنامه آزمون آزمایشی خیل سبز

شیمی

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

● رابطه pH

● وقتی غلظت یون هیدرونیوم برابر ۱ مولار است، pH برابر صفر و وقتی غلظت یون هیدرونیوم کمتر و مثلاً برابر 10^{-7} مولار است، pH برابر ۷ می‌شود. pH دارای رابطه عکس با غلظت یون H^+ است!

کاهش pH افزایش $[H^+]$ $\propto$ افزایش میزان اسیدی بودن

پس داریم:

● بهتر است لگاریتم‌های زیر را حفظ کنید:

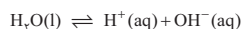
$$\log 1 = 0, \log 10 = 1, \log 2 = 0.3, \log 3 = 0.48 \approx 0.5, \log 5 = 0.7, \log 7 = 0.85$$

خودیونش آب

● مقدار ناچیزی از مولکول‌های آب به طور خودبه‌خود به یون‌های مثبت (H^+) و منفی (OH^-) یونیده می‌شوند. به این واکنش که مولکول‌های آب به یون‌های منفی و مثبت یونیده می‌شود، واکنش خودیونش آب می‌گویند.

● آب خالص رسانایی الکتریکی ناچیزی دارد. ← مقادیر بسیار کمی از یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید در آب خالص وجود دارد.

● در یک نمونه از آب خالص شمار بسیار ناچیزی از مولکول‌های آب به یون‌های $H^+(aq)$ و $OH^-(aq)$ یونیده می‌شوند.



● در دمای $25^\circ C$ ، حاصل ضرب غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید در آب و محلول‌های آبی برابر 10^{-14} است:

$$[H^+][OH^-] = 10^{-14}$$

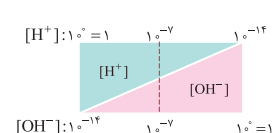
● در واقع خودیونش آب یک واکنش تعادلی است و مثل همه واکنش‌ها ثابت تعادل دارد که K_w در دمای اتاق برابر با 10^{-14} است.

$$K_w = [H^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14}$$

● با توجه به یکسان بودن ضرایب H^+ و OH^- در واکنش یونیده شدن آب، غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید با هم مساوی و برابر با 10^{-7} مولار است.

● از رابطه فوق می‌توان نتیجه گرفت که غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید با هم رابطه عکس دارند:

$$K_w = [H^+][OH^-] \Rightarrow [H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} \quad \begin{matrix} \uparrow [OH^-] \Rightarrow \downarrow [H^+] \\ \downarrow [OH^-] \Rightarrow \uparrow [H^+] \end{matrix}$$



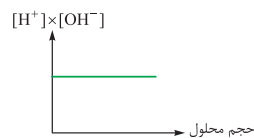
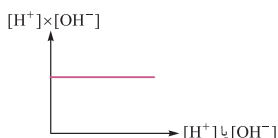
● تغییر غلظت این یون‌ها در محلول‌های آبی و دمای اتاق را به صورت مقابل می‌توان نشان داد: غلظت یون H^+ از 10^{-7} تا 10^{-14} در حال کاهش و غلظت یون OH^- در همان فاصله از 10^{-14} تا 10^{-7} در حال افزایش است؛ به طوری که در هر فاصله عمودی از این طرح، رابطه $[H^+][OH^-] = 10^{-14}$ برقرار است.

● هرگونه تغییر در غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید، تأثیری بر مقدار K_w ندارد؛ در واقع حاصل ضرب آن‌ها همواره ثابت است: (ثابت تعادل تنها به دما وابسته است.)

$$K_w = [H^+][OH^-] \Rightarrow [H^+] = K_w \times \frac{1}{[OH^-]}$$

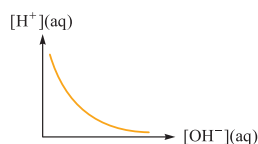
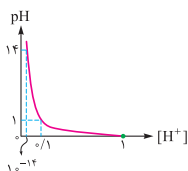
نمودارشناسی

● نمودار $[H^+] \times [OH^-]$ برحسب غلظت هر یک از یون‌ها و حجم محلول، به صورت خط راستی با شیب صفر است:



● نمودار pH برحسب $[H^+]$ در دمای اتاق: $pH = -\log[H^+]$

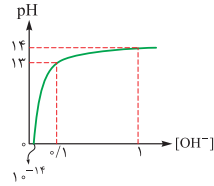
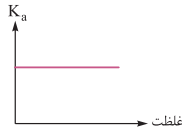
● نمودار تغییرات غلظت H^+ برحسب غلظت OH^- با توجه به رابطه $[H^+][OH^-] = 10^{-14}$ ، به صورت زیر است:



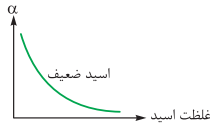
● نمودار K برحسب غلظت اسید و باز: (K ثابت یونش) تنها به دما وابسته است و به غلظت اسید یا باز وابسته نیست.)

● نمودار pH برحسب $[OH^-]$ در دمای اتاق:

مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز



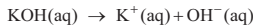
● نمودار α در مقابل غلظت اسید:



$$K_a = M\alpha^2 \Rightarrow M \uparrow \Rightarrow \alpha \downarrow$$

– بازها، محلول‌هایی با $pH \leq 14$ در دمای اتاق –

- در محلول‌های آبی مواد بازی، $[OH^-] > [H^+]$ و pH محلول آن‌ها در دمای اتاق، در گستره ۷ تا ۱۴ خواهد بود. بدیهی است که هر چه غلظت یون هیدروکسید در محلول آن‌ها بیشتر باشد pH بزرگ‌تر و به ۱۴ نزدیک‌تر است.
- وقتی یک ماده بازی در آب حل می‌شود، $[OH^-]$ را افزایش می‌دهد و به همین دلیل باعث می‌شود که غلظت یون هیدروکسید $[OH^-]$ در محلول حاصل بیشتر از غلظت یون هیدرونیوم $[H^+]$ شود.
- بازهای معروفی مثل سود سوزآور ($NaOH$) و پتاس سوزآور (KOH) (و به طور کلی هیدروکسیدهای گروه فلزهای قلیایی) بازهای بسیار قوی هستند به طوری که جزء مواد خورنده محسوب می‌شوند.
- بازهای قوی بر اثر حل شدن در آب، تقریباً به طور کامل به یون‌های سازنده‌اش تفکیک شده و یون OH^- تولید می‌کنند:

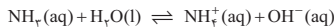


$$[NaOH] = [OH^-] = 1 \text{ mol.L}^{-1}$$

● pH محلول مولار سدیم هیدروکسید برابر با ۱۴ است:

$$[H^+][OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [H^+] = \frac{10^{-14}}{1} = 10^{-14} \Rightarrow pH = -\log 10^{-14} = 14$$

- بعضی بازها مثل آمونیاک (NH_3) ضعیف‌اند و به طور جزئی در آب یونیده می‌شوند به طوری که در محلول آن‌ها علاوه بر مقدار کمی از یون‌های آبیوشده، شمار بسیاری از مولکول‌های آمونیاک نیز یافت می‌شوند:



- بازها هم مانند اسیدها ثابت یونش دارند که با K_b آن را نشان می‌دهند. بدیهی است که در دمای معین هر چه K_b بزرگ‌تر باشد، آن باز قوی‌تر و غلظت یون هیدروکسید در شرایط معین بیشتر است. برای مثال در رابطه با واکنش تعادلی یونش آمونیاک در آب داریم: (از آن‌جا که آب مایع (l) است و غلظت آن در دمای ثابت تغییر نمی‌کند، در رابطه ثابت یونش باز، غلظت H_2O ظاهر نمی‌شود).

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$$

رسانایی الکتریکی محلول بیشتر

غلظت یون هیدروکسید در محلول آن بیشتر

در غلظت اولیه یکسان

باز قوی‌تر

هرچه ثابت یونش باز بزرگ‌تر

- کاربردهای بسیاری از بازها در زندگی روزانه شناسایی شده است که از جمله می‌توان به شیشه‌پاک‌کن (می‌توان از محلول آمونیاک در آب با $pH = 10/7$ استفاده کرد) و لوله‌بازکن (می‌توان از محلول سدیم هیدروکسید در آب با $pH = 13/4$ استفاده کرد) اشاره نمود.

– رابطه بین $[OH^-]$ ، M_b (غلظت محلول بازی) و K_b –

● رابطه دقیق ($K_b > 10^{-5}$ یا $\alpha > 0/05$): $K_b = \frac{[OH^-]^2}{M_b - [OH^-]}$

● رابطه تقریبی ($K_b < 10^{-5}$ یا $\alpha < 0/05$): $K_b = \frac{[OH^-]^2}{M_b}$

- اگر در تستی، مقدار دقیق K_b یا کمیت دیگر را خواستند، از رابطه دقیق ولی اگر مقدار خواسته شده به صورت تقریبی بود، می‌توانیم از رابطه تقریبی استفاده کنیم.



مرورنامه آزمون آزمایشی خیل سبز

شیمی

– رابطه بین α ، M_b و K_b –

$$\alpha = \frac{\text{غلظت مولکول های یونیده شده}}{\text{غلظت کل مولکول های حل شده}} = \frac{[\text{OH}^-]}{M_b} \Rightarrow [\text{OH}^-] = M_b \cdot \alpha$$

● اگر درجه یونش بازی برابر α باشد، داریم:

در رابطه بالا به جای غلظت مولکول ها، شمار مولکول ها را می توان قرار داد.

● رابطه دقیق ($K_b > 10^{-5}$ یا $\alpha > 0.05$): $K_b = \frac{M_b \cdot \alpha^2}{1 - \alpha}$

● رابطه تقریبی ($K_b < 10^{-5}$ یا $\alpha < 0.05$): $K_b = M_b \cdot \alpha^2$

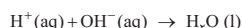
● K_b در دمای معین، مقداری ثابت است و فقط به دما وابسته است. پس هر چه M_b یا غلظت یک باز ضعیف بیشتر شود، α یا درجه یونش آن کاهش می یابد:

$$K_b = \alpha^2 M_b \Rightarrow M_b \uparrow \rightarrow \alpha \downarrow$$

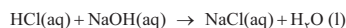
– واکنش اسید و باز –

● یکی از رفتارهای جالب و پرکاربرد در اسیدها و بازها، واکنش های شیمیایی بین آن هاست. در واقع اسیدها و بازها می توانند با هم واکنش دهند و یکدیگر را خنثی کنند.

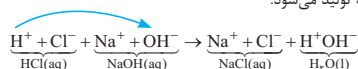
● به طور کلی معادله واکنش میان اسید و باز را در محلول آبی می توان به صورت زیر نشان داد. معادله ای که نشان دهنده واکنش خنثی شدن اسید و باز است:



مثال واکنش بین هیدروکلریک اسید (HCl) و سدیم هیدروکسید (NaOH):



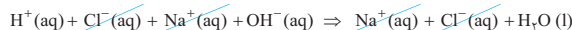
● در واقع از دید میکروسکوپی، در این واکنش، H^+ از HCl و OH^- از NaOH با هم واکنش می دهند و آب تولید می شود:



● در این واکنش، یون های هیدرونیوم در واکنش با یون های هیدروکسید، به مولکول های آب تبدیل می شوند در حالی که یون های $\text{Na}^+(\text{aq})$ و $\text{Cl}^-(\text{aq})$ دست نخورده

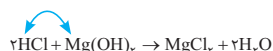
باقی می مانند؛ به این یون ها، ناظر یا تماشاچی می گویند که تأثیری در واکنش انجام شده ندارند و هیچ انفعال شیمیایی روی آن ها انجام نمی شود. یون های ناظر را می توان

در واکنش در نظر نگرفت و از دو طرف واکنش خط زد؛ در واقع اتفاق اصلی در واکنش فوق، بین $\text{H}^+(\text{aq})$ و $\text{OH}^-(\text{aq})$ انجام می شود که به $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ تبدیل می شوند.

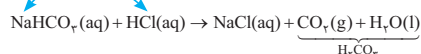


● برخی از واکنش های مهم خنثی شدن اسید و باز:

واکنش HCl با منیزیم هیدروکسید:



واکنش جوش شیرین (سدیم هیدروژن کربنات - NaHCO_3) با محلول هیدروکلریک اسید:



مسائل pH

– محاسبه pH محلول های اسیدی و بازی –

1 در حل مسائل، ابتدا باید به خاصیت اسیدی یا بازی محلول دقت کنید:

(در محلول های اسیدی)

(در محلول های بازی)

ظرفیت اسید (در حد کتاب درسی اسیدهای تک پروتون دار را داریم $(n = 1)$)

ظرفیت باز (مثلاً در NaOH برابر 1 و در $\text{Ba}(\text{OH})_2$ برابر 2 است.)

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = M \times n \times \alpha$$

$$[\text{OH}^-] = M \times n \times \alpha$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(M \times n \times \alpha)$$

$$[\text{H}^+] = \frac{10^{-14}}{[\text{OH}^-]} \Rightarrow \text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

M غلظت مولی، n ظرفیت اسید یا باز و α درجه یونش است.

2 درجه یونش (α) اسیدها و بازهای قوی را به دلیل این که تقریباً به صورت کامل در آب یونش می یابند، برابر یک در نظر می گیریم.

مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز



نکات مهم

- 1) سولفوریک اسید (H_2SO_4) دارای دو هیدروژن اسیدی است و طی دو مرحله یونش می‌یابد. در مرحله اول، ۱ مول H_2SO_4 به طور کامل به ۱ مول H^+ و ۱ مول HSO_4^- تبدیل می‌شود و در مرحله دوم طی واکنش تعادلی هر ۱ مول HSO_4^- مرحله اول، به کم‌تر از ۱ مول H^+ و SO_4^{2-} تبدیل می‌شود.
- 2) دقت کنید که در واکنش خنثی‌شدن اسید و باز با یکدیگر همه پروتون‌های اسید و همه هیدروکسیدهای محلول باز با هم واکنش می‌دهند. پس در واکنش خنثی‌شدن H_2SO_4 ، هر دو هیدروژن اسیدی به طور کامل مصرف می‌شوند.
- 3) اگر به جای غلظت اسید یا باز، جرم حل‌شونده داده شود، ابتدا به کمک جرم مولی، جرم را به مول تبدیل کرده و سپس با استفاده از حجم محلول، غلظت مولی اسید یا باز را محاسبه می‌کنیم.

نکات مهم

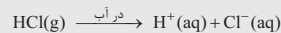
- 1) اگر در متن سؤال، از شما پرسیده شود که چه مقدار اسید یا باز باید به مقدار معینی آب افزود تا pH آن از ۷ به n برسد، درست مانند این است که بگویند برای تهیه محلولی با pH = n باید چه مقدار اسید یا باز به مقدار معینی آب افزود!
- 2) به طور کلی هر چه pH محلول به pH خنثی نزدیک‌تر باشد، افزودن مقدار کم‌تری از اسید یا باز باعث تغییر مقدار مشخصی در pH محلول خواهد شد؛ در واقع در محلول‌های بسیار اسیدی یا بسیار بازی، چون غلظت یون‌های هیدرونیوم یا هیدروکسید در آن‌ها بسیار زیاد است، به مقدار بیشتری اسید یا باز برای تغییر pH شان نیاز است. پس در نهایت چیزی که مهم است و باید در نظر گرفته شود، تفاوت غلظت یون هیدرونیوم در محلول اسیدی یا یون هیدروکسید در محلول بازی است و تفاوت pH چندان اهمیتی ندارد!

● رنگ گل آدریسی به میزان اسیدی‌بودن خاک بستگی دارد؛ به طور کلی این گل در خاک اسیدی ($pH < 7$) به رنگ آبی و در خاک بازی ($pH > 7$) به رنگ سرخ شکوفا می‌شود؛ درست برعکس رنگ کاغذ pH!

مثال

۴۴/۸ میلی‌لیتر $HCl(g)$ در شرایط STP در نیم‌لیتر آب مقطر به طور کامل حل شده است. pH تقریبی محلول به دست آمده کدام است و در این محلول، غلظت مولار یون هیدرونیوم چند برابر غلظت مولار یون هیدروکسید است؟ ($\log 4 = 0.6$)

پاسخ گزینه (۴): ابتدا باید حساب کنیم که به ازای انحلال ۴۴/۸ میلی‌لیتر گاز HCl، چند مول H^+ به دست می‌آید:



$$44/8 \text{ mL } HCl \times \frac{1 \text{ mol } HCl}{22400 \text{ mL } HCl} \times \frac{1 \text{ mol } H^+}{1 \text{ mol } HCl} = 2 \times 10^{-3} \text{ mol } H^+$$

$$[H^+] = \frac{\text{تعداد مول } H^+}{\text{حجم محلول (L)}} = \frac{2 \times 10^{-3}}{0.5} = 4 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

حالا غلظت مولی H^+ را محاسبه می‌کنیم:

$$pH = -\log[H^+] = -\log(4 \times 10^{-3}) = 3 - \log 4 = 3 - 0.6 = 2.4$$

$$[H^+][OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{4 \times 10^{-3}} = 2.5 \times 10^{-12} \text{ mol.L}^{-1}$$

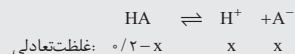
در ارتباط با قسمت دوم داریم:

$$\frac{[H^+]}{[OH^-]} = \frac{4 \times 10^{-3}}{2.5 \times 10^{-12}} = 1.6 \times 10^9$$

مثال

ثابت یونش اسید HA در محلول ۰/۲ مولار آن برابر ۰/۱ است. pH این محلول کدام است و با pH محلول چند گرم بر لیتر نیتریک اسید برابر است؟ (به ترتیب از راست به چپ: $O = 16, N = 14, H = 1; \text{g.mol}^{-1}$)

پاسخ گزینه (۴):



$$K_a = \frac{x^2}{0.2 - x} \Rightarrow 0.1 = \frac{x^2}{0.2 - x} \Rightarrow x^2 + 0.1x - 0.02 = 0$$

$$\Delta = b^2 - 4ac = (0.1)^2 - 4(1)(-0.02) = 0.09$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a} \Rightarrow x = \frac{-0.1 \pm 0.3}{2} = 0.1$$



$$x_1 = -0.2, x_2 = 0.1 \Rightarrow [H^+] = 0.1$$

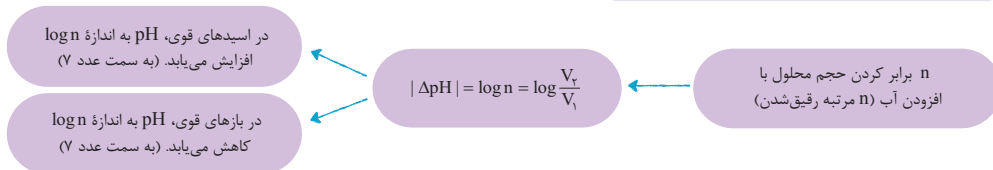
$$pH = -\log[H^+] = -\log 10^{-1} = 1$$

$$HNO_3 \text{ جرم مولی } = 1 + 14 + 3(16) = 63 \text{ g.mol}^{-1}$$

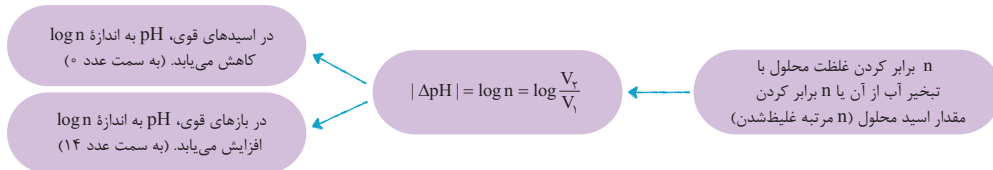
$$[HNO_3] = [H^+] = 0.1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times \frac{63 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 6.3 \text{ g.L}^{-1}$$

نیتریک اسید، یک اسید قوی است و در محلول آن غلظت اسید با غلظت یون هیدرونیوم برابر است:

– رقیق کردن محلول‌های اسیدی و بازی –



- در واقع، غلظت یون هیدرونیوم با pH، رابطه عکس و غلظت یون هیدروکسید با pH، رابطه مستقیم دارد.
- هر چه محلول بازی رقیق‌تر شود، pH محلول کاهش یافته و به عدد ۷ یا حالت خنثی نزدیک‌تر می‌شود؛ همچنین هر چه محلول اسیدی رقیق‌تر شود، pH محلول افزایش یافته و به عدد ۷ یا حالت خنثی نزدیک‌تر می‌شود.
- در مسائل رقیق‌سازی، ظرفیت اسید یا باز، به هیچ عنوان تأثیری روی مقدار کم‌شدن یا زیادشدن pH ندارند.



- هر چه محلول بازی غلیظ‌تر شود، pH محلول افزایش یافته و به عدد ۱۴ نزدیک‌تر می‌شود؛ همچنین هر چه محلول اسیدی غلیظ‌تر شود، pH محلول کاهش یافته و به عدد صفر نزدیک‌تر می‌شود.
- اگر محلول یک اسید یا باز ضعیف ($0.5 < \alpha < 10^{-5}$) یا ($K < 10^{-5}$) (در واقع اسیدها و بازهایی که بتوان برایشان از رابطه $K = M \cdot \alpha^2$ استفاده کرد) را رقیق کنیم (و حجم آن را از V_1 به V_2 برسانیم)، تغییرات pH به صورت زیر است:
- باز هم هر چه محلول بازی رقیق‌تر شود، pH محلول کاهش یافته و به عدد ۷ یا حالت خنثی نزدیک‌تر می‌شود؛ همچنین هر چه محلول اسیدی رقیق‌تر شود، pH محلول افزایش یافته و به عدد ۷ یا حالت خنثی نزدیک‌تر می‌شود.

مثال اگر به حجم معینی از محلول ۰/۲ مولار سدیم هیدروکسید، همان حجم آب مقطر اضافه شود، pH آن از به می‌رسد که برابر pH محلول مولار آن است. ($\log 5 = 0.7$)

(کنکور ریاضی ۸۹)

$$0.1 - 13 - 13/3 \quad (4)$$

$$0.1 - 13 - 13/3 \quad (3)$$

$$0.1 - 12/7 - 13/7 \quad (2)$$

$$0.1 - 12/7 - 13/7 \quad (1)$$

پاسخ گزینه (۴) می‌دانیم سدیم هیدروکسید (NaOH) یک باز قوی است.

$$[H^+][OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [H^+] \times 0.2 = 10^{-14} \Rightarrow [H^+] = 5 \times 10^{-14} \text{ mol.L}^{-1}$$

اول باید دید pH محلول ۰/۲ مولار سدیم هیدروکسید چه قدر است:

$$pH = -\log[H^+] = -\log(5 \times 10^{-14}) = -(\log 5 + \log 10^{-14}) = -(0.7 + (-14)) = 13/3$$

حال اگر به حجم معینی از این محلول، همان حجم آب مقطر اضافه کنیم، حجم محلول ۲ برابر شده، یعنی ۲ مرتبه رقیق شده است:

$$\Delta pH = \log(\text{چند مرتبه رقیق شدن}) = \log 2 = -\log 5 = 0.3$$

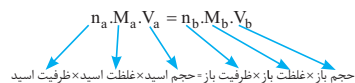
پس pH محلول ۰/۳ واحد کاهش یافته و به ۱۳ می‌رسد. در ضمن وقتی حجم محلول ۲ برابر شود، غلظت نصف می‌شود و محلول سدیم هیدروکسید ما ۰/۱ مولار است.



مسائل خنثی شدن اسید و باز

– واکنش های خنثی شدن کامل –

- هرگاه دو محلول اسید و باز همدیگر را کاملاً خنثی کنند و به طور کامل با هم واکنش دهند، می توان واکنش میان اسید و باز را به صورت معادله های موازنه شده ای نوشت و از روابط استوکیومتری میان آن ها استفاده کرد. هم چنین از رابطه زیر نیز می توان استفاده کرد:



در دو طرف معادله فوق، تنها یکسان بودن یکای حجم کافی است و لزومی ندارد این یکاها برحسب SI باشند.

- محاسبه مقدار ظرفیت در ترکیب های گوناگون: تعداد OH^- بازی: ظرفیت در بازها، تعداد پروتون های اسید: ظرفیت در اسیدها

مثال	n
هیدروکسید فلزهای قلیایی، آمونیاک (NH_3)	۱
H_2SO_4 ، هیدروکسید فلزهای قلیایی خاکی	۲
H_3PO_4	۳

- در واکنش خنثی شدن کامل، محلول های اسیدی و بازی به طور کامل با هم واکنش می دهند؛ پس می توان گفت در واکنش خنثی شدن کامل، تعداد مول یون هیدرونیوم اسید با تعداد مول یون هیدروکسید باز باید با هم برابر باشند:

حجم باز × غلظت OH^- = حجم اسید × غلظت H^+ ⇒ تعداد مول OH^- در محلول بازی = تعداد مول H^+ در محلول اسیدی
البته دقت کنید که این فرمول فقط برای اسیدها و بازهای قوی برقرار است و برای اسیدها و بازهای ضعیف، از همان رابطه اصلی استفاده کنید.

– واکنش های بدون خنثی شدن کامل –

- اگر در واکنش خنثی شدن محلول های اسیدی و بازی که با یکدیگر مخلوط شده اند، تنها یکی از آن ها به طور کامل مصرف شوند، مقداری از ماده دیگر باقی خواهد ماند؛ در این مواقع، باید غلظت H^+ و یا OH^- باقی مانده در محلول را به دست آورد:

$$([OH^-] \text{ یا } [H^+]) = \frac{\overbrace{n_a \cdot M_a \cdot V_a}^{\text{اسید}} - \overbrace{n_b \cdot M_b \cdot V_b}^{\text{باز}}}{V_a + V_b} = \frac{\text{تعداد مول } OH^- \text{ اولیه} - \text{تعداد مول } H^+ \text{ اولیه}}{\text{حجم محلول باز} + \text{حجم محلول اسید}}$$

اگر مقدار مربوط به اسید ($n_a \cdot M_a \cdot V_a$) بیشتر از مقدار مربوط به باز ($n_b \cdot M_b \cdot V_b$) باشد، محیط اسیدی (مقدار pH کمتر از ۷) و مقدار حاصل، غلظت یون هیدرونیوم را نشان می دهد؛ اما اگر مقدار مربوط به باز بیشتر باشد، محیط بازی (مقدار pH بیشتر از ۷) و مقدار حاصل، غلظت یون هیدروکسید را نشان می دهد.

مثال pH دو لیتر محلول هیدروکلریک اسید ۰/۰۱ مولار، با افزودن چند گرم پتاسیم هیدروکسید (با جرم مولی ۵۶ گرم بر مول) به تقریب دو برابر می شود؟

پاسخ گزینه ۴: pH محلول ۰/۰۱ مولار هیدروکلریک اسید برابر است با:

$$[H^+] = [HCl] = 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$$

$$pH = -\log[H^+] = -\log 10^{-2} = 2$$

پس باید محاسبه کرد که با اضافه شدن چند گرم KOH، pH ۲ لیتر از این محلول از ۲ به ۴ می رسد:

$$[H^+]_{\text{نهایی}} = 10^{-pH} = 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$$

$$[H^+]_{\text{نهایی}} = \frac{\text{تعداد مول } OH^- \text{ اضافه شده} - \text{تعداد مول } H^+ \text{ اولیه}}{\text{حجم محلول برحسب لیتر}}$$

$$\Rightarrow [H^+]_{\text{نهایی}} = \frac{\text{تعداد مول } OH^- \text{ اضافه شده} - \text{حجم محلول برحسب لیتر} \times \text{غلظت مولی } H^+ \text{ اولیه (M)}}{\text{حجم محلول برحسب لیتر}}$$

$$\Rightarrow 10^{-4} = \frac{(10^{-2} \times 2) - n}{2} \Rightarrow 0.0002 = 0.02 - n \Rightarrow n = 0.0198 \text{ mol KOH}$$

$$0.0198 \text{ mol KOH} \times \frac{56 \text{ g KOH}}{1 \text{ mol KOH}} = 1.1088 \approx 1.11 \text{ g KOH}$$



نکته

در برخی از سوالات، چند محلول اسیدی به هم افزوده شده و pH محلول اسیدی حاصل از فرایند خواسته می‌شود. در این حالت باید مقدار یون هیدروژن موجود در اجزای سازنده محلول نهایی را با هم جمع و تقسیم بر حجم نهایی محلول کنیم:

$$[H^+]_{\text{نهایی}} = \frac{(\text{حجم محلول دوم} \times \text{غلظت محلول دوم}) + (\text{حجم محلول اول} \times \text{غلظت محلول اول}) + \dots}{\text{حجم محلول دوم} + \text{حجم محلول اول} + \dots}$$

هم چنین در مخلوط شدن بازها، تعداد مول یون هیدروکسید موجود در هر محلول را محاسبه و غلظت مولار یون OH^- در محلول نهایی را به دست می‌آوریم:

$$[OH^-]_{\text{نهایی}} = \frac{\text{مجموع تعداد مول‌های } OH^-}{\text{حجم محلول نهایی}}$$

سپس می‌توان $[H^+]$ محلول نهایی را با استفاده از رابطه $[H^+][OH^-] = 10^{-14}$ حساب کرد و در نهایت pH محلول را از رابطه $pH = -\log[H^+]$ به دست آورد.

مثال اگر ۶۰ میلی‌لیتر محلول نیتریک اسید با $pH = 1/15$ را با ۱۴۰ میلی‌لیتر محلول هیدروکلریک اسید با $pH = 1/7$ مخلوط کنیم، pH محلول حاصل کدام است؟

$$1/45 \text{ (۴)}$$

$$1/2 \text{ (۳)}$$

$$1/5 \text{ (۲)}$$

$$1/35 \text{ (۱)}$$

پاسخ گزینه (۴): غلظت مولار H^+ را در هر دو محلول محاسبه می‌کنیم:

$$HNO_3: [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-1/15} = 10^{2/15} \times 10^{-2} \xrightarrow{\log V = 1/15} 10^{-2} \times 10^{2/15} = 10^{-10/15} \text{ mol/L}$$

$$HCl: [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-1/7} = 10^{2/7} \times 10^{-2} \xrightarrow{\log V = 1/7} 10^{-2} \times 10^{2/7} = 10^{-12/7} \text{ mol/L}$$

غلظت H^+ در محلول حاصل برابر است با:

$$[H^+]_{\text{نهایی}} = \frac{[H^+]_1 V_1 + [H^+]_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{(10^{-10/15} \times 60) + (10^{-12/7} \times 140)}{60 + 140} = 10^{-32/15} \text{ mol/L}$$

pH محلول حاصل برابر است با:

$$pH = -\log[H^+] = -\log(10^{-32/15}) = 32/15 = 2 + 16/15 = 2 + 1/9 = 19/9 = 2 + 1/9 = 19/9$$

حل مسائل pH با دیگر غلظت‌ها –

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده (mg)}}{\text{حجم محلول (L)}} \quad ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \text{ یا } 10^4 \text{ (برای محلول‌های بسیار رقیق)}$$

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

$$ppm = 10^{-4} \times \text{درصد جرمی} \text{ یا } 10^{-4} \times \text{درصد جرمی}$$

$$d: \text{درصد جرمی و } d: \text{چگالی محلول برحسب (g.mL}^{-1}\text{)} = \frac{10 \times d}{\text{جرم مولی حل‌شونده}}$$

$$\text{جرم آب} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{انحلال‌پذیری}} \times 100$$

مثال در صورتی که یک میلی‌لیتر از محلول غلیظ اسید قوی HA با چگالی ۲/۵ گرم بر میلی‌لیتر تا ۱۰۰ mL رقیق و به آن ۱۶ g سدیم هیدروکسید افزوده شود، محلولی با $pH = 2$ به دست می‌آید. درصد جرمی محلول اسید اولیه کدام است؟ ($H = 1, O = 16, Na = 23, HA = 150$)

$$36 \text{ (۴)}$$

$$30 \text{ (۳)}$$

$$24 \text{ (۲)}$$

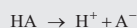
$$6 \text{ (۱)}$$

پاسخ گزینه (۳): تعداد مول یون هیدروکسید حاصل از NaOH:

$$? \text{ mol } OH^- = 16 \text{ g NaOH} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{40 \text{ g NaOH}} \times \frac{1 \text{ mol } OH^-}{1 \text{ mol NaOH}} = 0.4 \text{ mol } OH^-$$

$$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-2} \text{ mol/L}, 100 \text{ mL} = 0.1 \text{ L}$$

$$[H^+] = \frac{\text{تعداد مول } OH^- - \text{تعداد مول } H^+ \text{ حاصل از اسید}}{\text{حجم محلول برحسب لیتر}} \Rightarrow 10^{-2} = \frac{x - 0.4}{0.1} \Rightarrow x = 0.6 \text{ mol}$$



از آن جایی که HA اسید قوی است، تعداد مول H^+ با HA برابر است.



$$\Rightarrow \text{HA} \text{ mol} = 0.005 \text{ mol} = \text{تعداد مول } \text{H}^+ = \text{تعداد مول HA}$$

$$0.005 \text{ mol HA} \times \frac{100 \text{ g HA}}{1 \text{ mol HA}} = 0.5 \text{ g HA}$$

به این ترتیب جرم HA موجود در محلول اسید اولیه برابر است با:

$$\text{جرم محلول} = 2.5 \text{ g} \Rightarrow \frac{\text{جرم محلول (g)}}{1} = 2.5 \Rightarrow \frac{\text{جرم محلول (g)}}{\text{حجم محلول (mL)}} = \frac{2.5}{1} \Rightarrow \text{چگالی محلول (g.mL}^{-1}\text{)}$$

$$\text{جرم محلول} = \frac{\text{جرم HA حل شده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{0.5}{2.5} \times 100 = 20\%$$

حل مسائل pH ترکیبی با مبحث استوکیومتری

- در این نوع از مسائل، با ترکیب pH و استوکیومتری مواجه هستیم که در آن‌ها افزون بر غلظت و حجم محلول‌ها، ممکن است با کمیت‌های دیگری مانند جرم و ... نیز مواجه شویم. برای حل این نوع از مسائل استوکیومتری محلول‌ها، می‌توان به جای روش کسر تبدیل، از روش تناسب نیز استفاده کرد:

$$\frac{\text{لیتر محلول} \times \text{غلظت مولی}}{\text{ضرب}} = \frac{\text{لیتر محلول} \times \text{غلظت مولی}}{\text{ضرب}} = \frac{\text{لیتر گاز (STP)}}{\text{ضرب}} = \frac{\text{لیتر گاز (STP)}}{\text{ضرب}} = \frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضرب}}{\text{ضرب}}$$

- منظور از ضرب، ضرب استوکیومتری ماده مورد نظر در معادله موازنه‌شده واکنش انجام شده است.

مثال pH محلول ۰/۱ مولار هیدروفلوئوریک اسید برابر ۲/۷ است. درصد یونش تقریبی آن کدام است و ۲۰۰ میلی‌لیتر از این محلول در واکنش با مقدار کافی کلسیم هیدروکسید، چند میلی‌گرم رسوب کلسیم فلئوئورید تشکیل می‌دهد؟ ($\text{Ca} = 40, \text{F} = 19 \text{ g.mol}^{-1}$)

(کنکور تهرانی ۹۹)

$$680, 2/4 \text{ (f)}$$

$$590, 2/4 \text{ (f)}$$

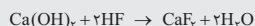
$$780, 2 \text{ (f)}$$

$$395, 2 \text{ (f)}$$

پاسخ گزینه (۲)

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-2.7} = 10^{-3} \times 10^{-0.7} = 2 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{درصد یونش} = \frac{[\text{H}^+]}{M} \times 100 = \frac{2 \times 10^{-3}}{0.1} \times 100 = 2\%$$



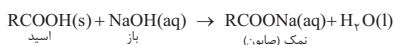
$$\frac{\text{حجم} \times \text{غلظت مولی}}{\text{ضرب}} = \frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضرب}} \Rightarrow \frac{0.1 \times 0.2}{2 \times 1} = \frac{x}{1 \times 78} \Rightarrow x = 0.78 \text{ g} = 780 \text{ mg}$$

شوینده‌های خورنده چگونه عمل می‌کنند؟

- پاک‌کننده‌ها و شوینده‌های خورنده با انجام واکنش شیمیایی با لکه‌ها و آلودگی‌ها، آن‌ها را به فرآورده‌هایی تبدیل می‌کنند که در آب حل شده یا پخش می‌شوند. در واقع این پاک‌کننده‌ها، افزون بر برهم‌کنش میان ذره‌ها، با آلاینده‌ها واکنش شیمیایی می‌دهند و آن‌ها را به فرآورده‌هایی تبدیل می‌کنند که در آب محلول هستند.
- براساس نوع کاربرد شوینده‌های خورنده، آن‌ها را به دو دسته اسیدی و بازی تقسیم می‌کنند:

شوینده‌های خورنده بازی

- اگر مسیر لوله‌ای با مخلوطی از اسیدهای چرب (RCOOH) مسدود شده باشد، برای بازکردن این لوله باید از محلول غلیظ سدیم هیدروکسید (NaOH) استفاده کرد. فرآورده این واکنش هم، خودش نوعی پاک‌کننده (صابون) است که هم در آب حل شده و هم می‌تواند چربی‌های اضافی را بزداید. معادله واکنش‌های کلی که انجام می‌شود را می‌توان به شکل کلی زیر نمایش داد:



شوینده‌های خورنده اسیدی

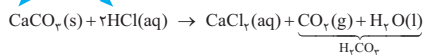
- اگر موادی که سبب گرفتگی لوله‌ها و مجاری می‌شوند، خاصیت بازی داشته باشند، به طوری که روی دیواره لوله‌ها و مجاری به شکل رسوب به جای مانده‌اند؛ از شوینده‌های خورنده اسیدی مانند هیدروکلریک اسید استفاده می‌شود.
- در این حالت لوله بازکن در واکنش با این رسوب‌ها، فرآورده‌های محلول در آب یا گازی تولید می‌کند و از این راه سبب جرم‌گیری در آن‌ها می‌شود.



مرورنامه آزمون آزمایشی خیل سبز

شیمی

- فرض کنید مسیر لوله‌ای با کلسیم کربنات (CaCO_3) مسدود شده باشد، این ماده در لوله‌های آب تشکیل و رسوب می‌کند. کلسیم کربنات خاصیت بازی دارد و برای بازکردن این لوله‌ها از هیدروکلریک اسید استفاده می‌شود:

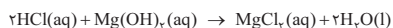


در این واکنش افزون بر فراورده محلول در آب ($\text{CaCl}_r(\text{aq})$)، گاز کربن دی‌اکسید هم تولید می‌شود که به رسوب‌ها ضربه وارد می‌کند و باعث خردشدن آن‌ها می‌شود.

– شیره معدده و ضد اسیدها –

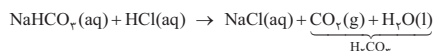
- در بدن انسان بالغ، روزانه بین ۲ تا ۳ لیتر شیره معدده تولید می‌شود که غلظت یون H_3O^+ در آن در حدود 10^{-3} مولار است. ($\text{pH} = 1/5$)
- در زمان استراحت، میزان ترشح اسید و شیره معدده کمتر بوده و pH معدده بیشتر است؛ به طوری که در زمان استراحت pH معدده برابر $3/7$ است. ($[\text{H}^+] = 2 \times 10^{-4}$)
- خوردن غذا سبب می‌شود که غده‌های موجود در دیواره معدده، هیدروکلریک اسید ترشح کنند، به طوری که درون معدده بسیار اسیدی است و حتی می‌تواند فلز روی را در خود حل کند.
- دیواره داخلی معدده به طور طبیعی مقدار کمی از یون‌های هیدرونیوم را دوباره جذب می‌کند به طوری که این جذب سبب نابودی سلول‌های سازنده دیواره معدده می‌شود.
- افزایش اسید معدده $\leftarrow$ افزایش جذب یون هیدرونیوم $\leftarrow$ درد، التهاب و گاهی خونریزی معدده
- مصرف غذاها و داروهای اسیدی $\leftarrow$ تشدید بیماری‌های معدده $\leftarrow$ کسانی که مبتلا به این بیماری هستند، (۱) کاهش مصرف این مواد و (۲) استفاده از مواد دیگری مانند ضد اسیدها

ضد اسیدها داروهایی با خاصیت بازی هستند که برای مقابله با کاهش pH معدده استفاده می‌شوند و شیر منیزی یکی از رایج‌ترین آن‌هاست و شامل منیزیم هیدروکسید است؛ این دارو به شکل سوسپانسیون مصرف می‌شود و مطابق معادله زیر، اسید معدده را خنثی کرده و سبب کاهش مقدار اسید معدده می‌شود:

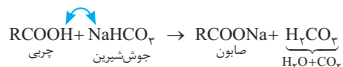


شماره ضد اسید	۱	۲	۳
ماده مؤثر	Al(OH)_3 ، NaHCO_3	Al(OH)_3 ، Mg(OH)_2	NaHCO_3

- جوش‌شیرین یا سدیم هیدروژن کربنات (NaHCO_3) ترکیب یونی چهارتایی و شامل یون‌های سدیم (Na^+) و هیدروژن کربنات (HCO_3^-) است. محلول این ماده خاصیت بازی دارد، یعنی باعث افزایش غلظت یون هیدروکسید (OH^-) با حل شدن در آب می‌شود؛ معادله زیر، واکنش جوش‌شیرین با اسید معدده را نشان می‌دهد:



- محلول سدیم هیدروژن کربنات (جوش‌شیرین) خاصیت بازی دارد به همین دلیل برای افزایش خاصیت پاک‌کنندگی شوینده‌ها، به آن‌ها افزوده می‌شود. زیرا این ماده بازی می‌تواند با چربی‌ها واکنش داده و صابون تولید کند:

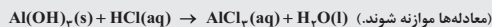
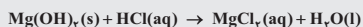


مثال ۵۰ میلی‌لیتر از یک شربت ضد اسید، دارای $1/16$ میلی‌گرم منیزیم هیدروکسید و $3/90$ میلی‌گرم آلومینیم هیدروکسید است. این ضداسید چند میلی‌لیتر

(کنگور تپری، ۱۳۹۰)

شیره معدده با $\text{pH} = 1/7$ را خنثی می‌کند؟

$$(\text{Al} = 27, \text{Mg} = 24, \text{O} = 16, \text{H} = 1 : \text{g.mol}^{-1})$$



$$17/5 \quad (4)$$

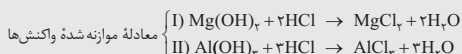
$$14 \quad (3)$$

$$9/5 \quad (2)$$

$$7 \quad (1)$$

پاسخ گزینه (۲)

$$\text{pH} = 1/7 \rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-1/7} = 10^{-2} \times 10^{1/7} \xrightarrow{\log 2 = 0.3} [\text{H}^+] = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \xrightarrow{\text{اسید قوی}} [\text{HCl}] = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$





$$\text{I} \rightarrow ? \text{ mL HCl} = \frac{1/16 \times 10^{-2} \text{ g Mg(OH)}_2}{\text{محلول}} \times \frac{1 \text{ mol Mg(OH)}_2}{58 \text{ g Mg(OH)}_2} \times \frac{2 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol Mg(OH)}_2} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 2 \text{ mL}$$

$$\text{II} \rightarrow ? \text{ mL HCl} = \frac{3/9 \times 10^{-2} \text{ g Al(OH)}_3}{\text{محلول}} \times \frac{1 \text{ mol Al(OH)}_3}{78 \text{ g Al(OH)}_3} \times \frac{3 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol Al(OH)}_3} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 7/5 \text{ mL}$$

$$\text{مورد نیاز HCl} = 2 + 7/5 = 9/5 \text{ mL}$$