آرایش الکترونی و عددهای کوانتومی اصلی و فرعی

■ در آرایش الکترونی هر عنصر، ضریب عددی هر زیرلایه نشان می‌دهد که آن زیرلایه به کدام لایهٔ الکترونی متعلق است و عدد کوانتومی اصلی الکترون‌های مربوطه را مشخص می‌کند. همینطور یکی از چهار حرف s، p، d یا f در نماد هر زیرلایه، نوع زیرلایه و عدد کوانتومی فرعی الکترون‌های موجود در آن زیرلایه را نشان می‌دهد.

مثال:

$_{۷}N: ۱s^{۲}\ ۲s^{۲}\ ۲p^{۳}$ (عدد کوانتومی اصلی)

$_{۷}N: ۱s^{۲}\ ۲s^{۲}\ ۲p^{۳}$ (عدد کوانتومی فرعی: ۰، ۰، ۱)

قطعاً! یادتون نرفته که عدد کوانتومی قرعی (l) مشخص‌کنندهٔ نوع زیرلایه است:

نوع زیرلایه	s	p	d	f
l	۰	۱	۲	۳

■ تعیین عددهای کوانتومی اصلی (n) و قرعی (l) تک تک الکترون‌های یک اتم:

اگر نماد کلی هر زیرلایه را به‌صورت nl نشان دهیم، عدد کوانتومی اصلی تمام الکترون‌های موجود در آن زیرلایه، برابر n و عدد کوانتومی قرعی تمام الکترون‌های موجود در آن زیرلایه، برابر عددی است که مطابق جدول فوق از روی نوع زیرلایه مشخص می‌شود.

مثال ۱:

$۳d^{۸}$ — d: یعنی ۸ الکترون با عدد کوانتومی ۲ = l؛ ۳: یعنی ۸ الکترون با عدد کوانتومی ۳ = n

مثال ۲: در اتم $_{۱۵}P$ مجموع عددهای کوانتومی اصلی کل الکترون‌ها و مجموع عددهای کوانتومی قرعی کل الکترون‌ها را حساب کنید.

$_{۱۵}P$	$۱s^{۲}$	$۲s^{۲}$	$۲p^{۶}$	$۳s^{۲}$	$۳p^{۳}$	
	۱	۲	۲	۳	۳	مقدار n

$\Rightarrow$ مجموع مقادیر n کل الکترون‌ها $= ۲(۱) + ۸(۲) + ۵(۳) = ۳۳$

$_{۱۵}P$	$۱s^{۲}$	$۲s^{۲}$	$۲p^{۶}$	$۳s^{۲}$	$۳p^{۳}$	
	۰	۰	۱	۰	۱	مقدار l

$\Rightarrow$ مجموع مقادیر l کل الکترون‌ها $= ۶(۱) + ۳(۱) = ۹$

سؤالات چهارگزینه‌ای

لایه و زیرلایه - عدد کوانتومی اصلی و فرعی

۱۳۰. **کدام گزینه نادرست است؟**

۱) عدد کوانتومی اصلی (n) نشان می‌دهد که الکترون در کدام لایهٔ الکترونی قرار دارد.

۲) لایهٔ nام شامل n زیرلایه است.

۳) لایهٔ nام گنجایش $۲n^{۲}$ الکترون را دارد.

۴) اگر عدد کوانتومی اصلی الکترونی برابر n باشد، عدد کوانتومی قرعی آن یکی از عددهای صحیح از صفر تا حداکثر n است.

۱۳۱. **در لایهٔ چهارم ..... زیرلایه وجود دارد که در مجموع ..... الکترون را می‌توانند در خود جای دهند.**

۱) ۴ـ۳۲ ۲) ۴ـ۱۸ ۳) ۳ـ۱۸ ۴) ۳ـ۱۶

۱۳۲. **الکترونی دارای عدد کوانتومی ۲ = l است. کدام مورد نمی‌تواند دربارهٔ آن درست باشد؟**

۱) قرارداشتن در لایهٔ چهارم ۲) قرار داشتن در لایهٔ سوم

۳) داشتن انرژی بیشتر نسبت به الکترون واقع در زیرلایهٔ 4f ۴) داشتن انرژی کمتر نسبت به الکترون واقع در زیرلایهٔ 3s

۱۳۳. **الکترونی دارای عدد کوانتومی ۳ = n است. کدام مورد نمی‌تواند دربارهٔ آن درست باشد؟**

۱) تعلق داشتن به زیرلایه‌ای با ۲ = l

۲) داشتن سطح انرژی بالاتر نسبت به الکترون واقع در زیرلایهٔ 4s

۳) داشتن سطح انرژی پایین‌تر نسبت به الکترونی با عدد کوانتومی ۲ = l

۴) تعلق داشتن به زیرلایه‌ای با ۳ = l

۱۳۴. **سطح انرژی کدام زیرلایه بالاتر است؟**

۱) 4f ۲) 5s ۳) 5p ۴) 4d

۱۳۵. از میان عبارت‌های زیر چند مورد درست است؟
آ) گنجایش لایهٔ سوم برای الکترون برابر ۱۸ است.
ب) سطح انرژی زیرلایهٔ 6d بالاتر از 5f است.
پ) گنجایش لایهٔ پنجم برای الکترون برابر ۵۰ است.
ت) برای الکترون واقع در لایهٔ پنجم، مقدار l نمی‌تواند بیشتر از ۴ باشد.
ث) سطح انرژی 5p بالاتر از 4d است.
۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

ترتیب پر شدن الکترون در زیرلایه‌ها - آرایش الکترونی

۱۳۶. ضمن پر شدن زیرلایه‌های یک اتم از الکترون، بعد از زیرلایهٔ 5s، زیرلایهٔ ..... و قبل از پر شدن زیرلایهٔ 4f، زیرلایهٔ ..... پر می‌شود.
۱) 5d ـ 4f ۲) 6s ـ 4d ۳) 6s ـ 5p ۴) 5p ـ 4d

۱۳۷. در آخرین لایهٔ الکترونی و آخرین زیرلایه از اتم $_{۳۳}X$ به‌ترتیب چند الکترون وجود دارد؟
۱) ۳ ـ ۱۵ ۲) ۵ ـ ۱۵ ۳) ۳ ـ ۵ ۴) ۲ ـ ۵

۱۳۸. اختلاف تعداد الکترون در آخرین لایهٔ الکترونی دو عنصر $_{۴۳}X$ و $_{۳۲}Y$ برابر ..... و مجموع تعداد الکترون در آخرین زیرلایهٔ این دو عنصر برابر ..... است.
۱) ۲ ـ ۷ ۲) ۴ ـ ۷ ۳) ۲ ـ ۴ ۴) ۴ ـ ۴

۱۳۹. در کدام عنصر زیر، تعداد الکترون دو لایهٔ آخر الکترونی تفاوت بیشتری دارد؟
۱) $_{۳۶}Kr$ ۲) $_{۵۳}I$ ۳) $_{۲۵}Mn$ ۴) $_{۲۴}Cr$

۱۴۰. اختلاف تعداد الکترون کدام دو عنصر در آخرین لایهٔ الکترونی بیشتر است؟
۱) $_{۲۸}Ni$ ـ $_{۱۷}Cl$ ۲) $_{۳۴}Se$ ـ $_{۲۰}Ca$ ۳) $_{۵۴}Xe$ ـ $_{۴۳}Tc$ ۴) $_{۸۳}Bi$ ـ $_{۵۶}Ba$

۱۴۱. کدام دو عنصر به دستهٔ یکسانی از عنصرها (دستهٔ s، p، d یا f) تعلق ندارند؟
۱) $_{۴۳}B$ ـ $_{۲۱}A$ ۲) $_{۵۳}D$ ـ $_{۳۱}C$ ۳) $_{۵۵}F$ ـ $_{۲۰}E$ ۴) $_{۸۲}H$ ـ $_{۴۸}G$

۱۴۲. کدام دو عنصر از نظر نوع زیرلایه‌ای که آخرین الکترون را گرفته، به دستهٔ یکسانی از عنصرها تعلق ندارند ولی تعداد الکترون موجود در بیرونی‌ترین زیرلایهٔ آن‌ها یکسان است؟
۱) $_{۵۰}B$ ـ $_{۲۹}A$ ۲) $_{۴۹}D$ ـ $_{۲۴}C$ ۳) $_{۸۵}F$ ـ $_{۳۵}E$ ۴) $_{۷۵}H$ ـ $_{۲۵}G$

۱۴۳. عنصری از دستهٔ d که تعداد الکترون آن در آخرین زیرلایه از نوع p برابر با تعداد الکترون در آخرین زیرلایه از نوع d است، می‌تواند دارای عدد اتمی ..... یا ..... باشد.
۱) ۴۶ ـ ۲۶ ۲) ۴۶ ـ ۲۸ ۳) ۴۴ ـ ۲۶ ۴) ۴۴ ـ ۲۸

لایهٔ ظرفیت - الکترون‌های ظرفیتی

۱۴۴. تعداد الکترون در لایهٔ ظرفیت کدام عنصر بیشتر است؟
۱) $_{۵۰}A$ ۲) $_{۵۶}B$ ۳) $_{۲۶}C$ ۴) $_{۳۵}D$

۱۴۵. در کدام عنصر تعداد الکترون در لایهٔ ظرفیت، چهار برابر تعداد الکترون در بیرونی‌ترین زیرلایه است؟
۱) $_{۲۸}Ni$ ۲) $_{۲۶}Fe$ ۳) $_{۳۴}Se$ ۴) $_{۲۴}Cr$

۱۴۶. چه تعداد از عبارت‌های زیر دربارهٔ $_{۵۰}Sn$ درست است؟
آ) جزء عنصرهای دستهٔ p است.
ب) آخرین لایهٔ الکترونی آن شامل ۴ الکترون است.
پ) بیرونی‌ترین زیرلایهٔ آن شامل ۲ الکترون است.
ت) دارای ۴ الکترون در لایهٔ ظرفیت است.
ث) لایهٔ ماقبل آخر آن دارای ۱۸ الکترون است.
۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۱۴۷. اختلاف تعداد پروتون و نوترون در هستهٔ اتم ^{۶۴}X برابر ۶ است. چه تعداد از عبارت‌های زیر دربارهٔ ^{۶۴}X درست است؟
آ) آخرین لایهٔ الکترونی آن به اندازهٔ آخرین لایهٔ الکترونی پتاسیم الکترون دارد.
ب) بیرونی‌ترین زیرلایهٔ آن پُر است.
پ) لایهٔ الکترونی ماقبل آخر آن پُر است.
ت) عنصری از دستهٔ d است.
ث) لایهٔ ظرفیت آن ۱۰ الکترون دارد.
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

آرایش الکترونی و جدول دوره‌ای

۱۴۸. عنصر $_{۵۲}X$ در کدام دوره و کدام گروه از جدول دوره‌ای قرار دارد و جزء کدام‌یک از دسته‌های s، p، d یا f است؟
۱) دورهٔ ۵ ـ گروه ۱۶ ـ دستهٔ p
۲) دورهٔ ۵ ـ گروه ۱۶ ـ دستهٔ d
۳) دورهٔ ۵ ـ گروه ۱۴ ـ دستهٔ p
۴) دورهٔ ۴ ـ گروه ۱۲ ـ دستهٔ d

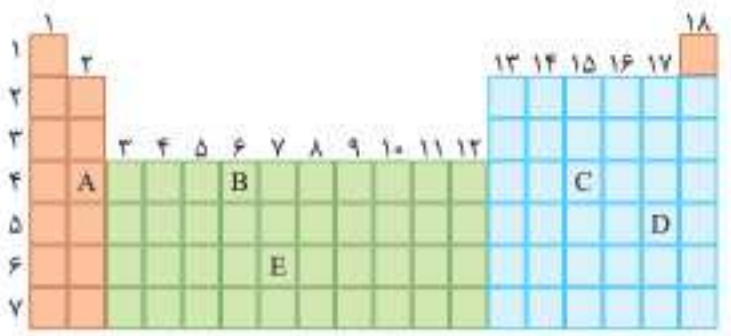
۱۴۹. آرایش الکترونی اتم A به $5p^4$ و آرایش الکترونی اتم B به $3d^5 4s^2$ ختم می‌شود. اتم A متعلق به عنصری از دورهٔ ..... و اتم B متعلق به عنصری از دورهٔ ..... جدول دوره‌ای است و اختلاف شمارهٔ گروه آن‌ها برابر ..... است.

۱) ۵ ـ ۴ ـ ۹ ۲) ۵ ـ ۳ ـ ۹ ۳) ۵ ـ ۴ ـ ۷ ۴) ۶ ـ ۴ ـ ۷

۱۵۰. آرایش الکترونی یون‌های A^{3+} و B^{3+} به‌ترتیب به $3d^5$ و $3d^{10}$ ختم می‌شود. اختلاف مجموع عددهای کوانتومی اصلی الکترون‌های ظرفیتی A و B چقدر است؟ (شبیه‌ساز تجربی ۹۹)

۱) ۸ ۲) ۱۰ ۳) ۱۲ ۴) ۱۴

۱۵۱. باتوجه به عنصرهای مشخص شده، چه تعداد از عبارات زیر درست است؟



آ) تعداد الکترون ظرفیتی D و E برابر هم است.
ب) تعداد عنصر متعلق به دسته‌های d و p برابر هم است.
پ) تعداد الکترون C در آخرین لایهٔ الکترونی برابر ۱۵ است.
ت) بیرونی‌ترین زیرلایهٔ B پر است.
ث) تعداد الکترون در بیرونی‌ترین زیرلایهٔ اتم‌های A و E برابر هم است.

۱) ۱ ۲) ۲
۳) ۳ ۴) ۴

۱۵۲. اختلاف عدد اتمی عنصر واقع در گروه ۱۵ از دورهٔ ۶ با عنصر واقع در گروه ۱۰ از دورهٔ ۵ چقدر است؟

۱) ۳۷ ۲) ۳۵ ۳) ۲۵ ۴) ۲۳

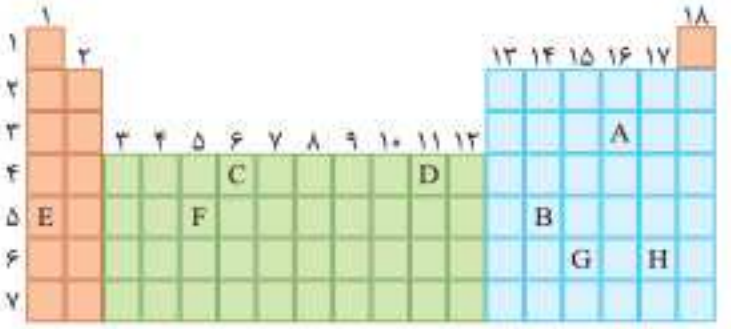
۱۵۳. عدد اتمی کدام عنصر درست مشخص نشده است؟

۱) اولین عنصر دستهٔ d از دورهٔ ۵: ۳۹
۲) اولین عنصر دستهٔ p از دورهٔ ۶: ۸۱
۳) پنجمین عنصر دستهٔ d از دورهٔ ۶: ۶۱
۴) دومین عنصر دستهٔ s از دورهٔ ۵: ۳۸

۱۵۴. عدد اتمی عنصری از دورهٔ ۵ جدول دوره‌ای که اتم آن ۵ الکترون ظرفیتی داشته و یک زیرلایهٔ نیمه‌پر در آرایش الکترونی آن وجود دارد، چند برابر عدد اتمی آخرین عنصر دستهٔ d از تناوب چهارم است؟

۱) ۱/۶ ۲) ۱/۷ ۳) ۱/۸ ۴) ۱/۹

۱۵۵. در جدول دوره‌ای مشخص شده ، ۸ عنصر نشان داده شده است. چه تعداد از موارد زیر در رابطه با عنصرهای مشخص شده درست است؟



آ) تعداد عنصری که شمار الکترون ظرفیتی آن، فرد است: ۵
ب) تعداد عنصری که زیرلایهٔ نیمه‌پر دارد: ۴
پ) تعداد عنصری که لایهٔ الکترونی چهارم در اتم آن پر است: ۲
ت) تعداد عنصری که لایهٔ الکترونی سوم در اتم آن پر است: ۶

۱) ۴ ۲) ۳
۳) ۲ ۴) ۱

۱۵۶. عدد اتمی کدام عنصر درست مشخص نشده است؟ (شبیه‌سازی ریاضی ۹۹)

۱) اولین عنصر دستهٔ d از دورهٔ ۴: ۲۱
۲) اولین عنصر فلزی گروه ۱۴: ۵۰
۳) دومین عنصر دستهٔ s از دورهٔ ۴: ۲۰
۴) عنصر هم‌دوره $_{35}X$ و هم‌گروه $_{15}Y$: ۳۱

آرایش الکترونی و عددهای کوانتومی اصلی و فرعی

۱۵۷. در آرایش الکترونی $_{50}X$ چند الکترون با عدد کوانتومی $l=1$ وجود دارد؟

۱) ۲۶ ۲) ۲۰ ۳) ۲۴ ۴) ۱۸

۱۵۸. در آرایش الکترونی $_{26}X$ مجموع عددهای کوانتومی فرعی (l) کل الکترون‌ها برابر چقدر است؟

۱) ۲۴ ۲) ۲۶ ۳) ۲۸ ۴) ۳۰

۱۵۹. مجموع عددهای کوانتومی فرعی (l) الکترون‌های موجود در لایهٔ الکترونی چهارم $_{43}X$ چقدر است؟

۱) ۱۴ ۲) ۱۶ ۳) ۱۸ ۴) ۲۰

۱۶۰. مجموع اعداد کوانتومی فرعی الکترون‌های آخرین لایهٔ الکترونی یون $_{24}A^{3+}$ چقدر است؟ (شبیه‌سازی تجربی خارج ۹۹)

۱) ۸ ۲) ۱۰ ۳) ۱۲ ۴) ۱۶

۱۶۱. مجموع عددهای کوانتومی فرعی (l) الکترون‌های اولین عنصر دستهٔ p از دورهٔ ۶ جدول دوره‌ای چقدر است؟

۱) ۱۱۷ ۲) ۱۲۳ ۳) ۱۳۳ ۴) ۱۲۷

تست‌های ترکیبی

۱۶۲. مجموع عددهای کوانتومی فرعی (l) الکترون‌های ظرفیتی عنصرهای دستهٔ d واقع در تناوب چهارم چقدر است؟

۱) ۱۱۰ ۲) ۱۱۴ ۳) ۱۰۸ ۴) ۱۱۲

۱۶۳. مجموع عددهای کوانتومی اصلی (n) کل الکترون‌های ظرفیتی عنصرهای دستهٔ p از دورهٔ سوم جدول چقدر است؟

۱) ۱۰۶ ۲) ۹۹ ۳) ۷۵ ۴) ۶۳

۱۶۴. مجموع عددهای کوانتومی اصلی کل الکترون‌های موجود در اتم $_{۲۴}X$ چقدر است؟

۱) ۶۱ ۲) ۶۲ ۳) ۶۵ ۴) ۶۸

۱۶۵. در مورد عنصری که در آرایش الکترونی آن، ۲۲ الکترون با عدد کوانتومی $l=1$ وجود دارد، چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

آ) با عنصر $_{۸۲}A$ هم‌گروه است.
ب) لایهٔ چهارم الکترونی پر است.
پ) بیرونی‌ترین زیرلایه، نیمه‌پر است.
ت) لایهٔ ظرفیت دارای ۴ الکترون است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۶۶. در مورد عنصری از دورهٔ ۴ که ۶ الکترون ظرفیتی دارد، چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست است؟ (شبیه‌سازی ریاضی ۹۹)

آ) ۸ الکترون با عدد کوانتومی $l=0$ دارد.
ب) ۳ لایهٔ الکترونی از اتم آن پر است.
پ) ۵ الکترون با عدد کوانتومی $l=2$ دارد.
ت) آخرین لایه الکترونی در یون $(+3)$ آن، ۱۱ الکترون دارد.

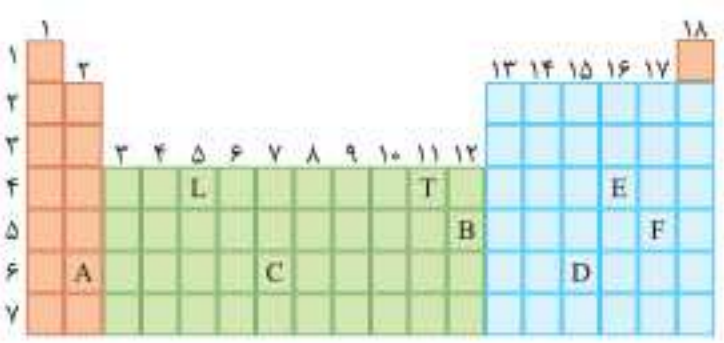
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۶۷. در مورد عنصر واقع در دوره ۵ و گروه ۷ جدول دوره‌ای که در تصویربرداری پزشکی از غدهٔ تیروئید کاربرد دارد، چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

آ) آرایش لایهٔ ظرفیت این عنصر به‌صورت $۵s^۲۴d^۵$ می‌باشد.
ب) نخستین عنصری است که در واکنشگاه هسته‌ای توسط دانشمندان ساخته شد.
پ) ۱۰ زیرلایه از اتم این عنصر اشغال شده که یکی از آن‌ها، نیمه‌پر و بقیه پر است.
ت) اختلاف تعداد الکترون با عدد کوانتومی $l=0$ و تعداد الکترون با عدد کوانتومی $l=1$ در اتم این عنصر برابر ۸ است.
ث) ۱۲ الکترون با عدد کوانتومی $n=4$ در اتم این عنصر وجود دارد.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۱۶۸. با توجه به عنصرهای مشخص شده در شکل زیر، از میان عبارت‌های زیر، کدام مورد یا موارد نادرست است؟



آ) T اولین عنصری است که لایهٔ الکترونی سوم در اتم آن پر می‌شود.
ب) در اتم‌های A، C و D لایهٔ الکترونی پنجم پر شده است.
پ) در اتم‌های A و B همهٔ زیرلایه‌های اشغال شده، پر هستند.
ت) تعداد الکترون ظرفیتی L و F یکسان است.
ث) در لایهٔ ظرفیت اتم E، مجموع عددهای کوانتومی اصلی الکترون‌ها برابر ۱۶ است.

۱) آ ـ ب ـ ت ۲) ب ـ ت ـ ث
۳) فقط ث ۴) پ ـ ت

۸ ساختار اتم و رفتار آن

صفحهٔ ۳۴ تا ۴۱ کتاب درسی

اتم‌ها و یون‌های پایدار آن‌ها

■ عنصرهای اصلی جدول دوره‌ای (دسته‌های s و p) در لایهٔ آخر الکترونی دارای ۱ تا ۸ الکترون هستند. در جدول زیر عنصرهای دورهٔ دوم جدول را به همراه تعداد الکترون اتم آن‌ها در لایهٔ آخر و همینطور، آرایش الکترون ـ نقطه‌ای این عنصرها مشاهده می‌کنید:

شمارهٔ گروه	۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
تعداد الکترون ظرفیتی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
آرایش الکترون ـ نقطه‌ای	$\dot{Li}$	$\dot{Be}\cdot$	$\cdot\dot{B}\cdot$	$\cdot\dot{C}\cdot$	$\cdot\dot{N}\cdot$	$:\dot{O}\cdot$	$:\dot{F}\cdot$	$:\dot{Ne}:$

◄ **آرایش هشت‌تایی پایدار یا آرایش اوکتت:** به جز لایهٔ اول الکترونی، بقیهٔ لایه‌ها وقتی ۸ الکترونی باشند، موجب پایداری خاصی می‌شوند. به این آرایش پایدار که اتم‌های گازهای نجیب (گروه ۱۸) غیر از هلیم، از آن برخوردارند، اصطلاحاً آرایش اوکتت یا هشت‌تایی پایدار گفته می‌شود.

■ اتم‌های گاز نجیب، پایداری خاص خود را مدیون آرایش هشت‌تایی هستند که از آن برخوردارند. اتم سایر گروه‌های اصلی جدول دوره‌ای از این آرایش پایدار برخوردار نیستند و دلیل شرکت آن‌ها در واکنش‌ها هم، تلاش اتم آن‌ها برای رسیدن به آرایش هشت‌تایی است.

■ یکی از راه‌های رسیدن اتم‌ها به آرایش هشت‌تایی، گرفتن یا از دست دادن تعدادی الکترون است. معمولاً اتم‌هایی که تعداد الکترون ظرفیتی آن‌ها کمتر از ۴ است، با از دست دادن الکترون و اتم‌های دارای بیش از ۴ الکترون ظرفیتی با گرفتن الکترون به آرایش هشت‌تایی می‌رسند.

■ اتم‌هایی که با گرفتن یک یا چند الکترون در واکنش‌های شیمیایی به آرایش گاز نجیب می‌رسند، اتم نافلزی و اتم‌هایی که با از دست دادن الکترون به آرایش گاز نجیب می‌رسند، اتم فلزی درنظر گرفته می‌شوند.

۳ استوکیومتری واکنش‌ها - درصد خلوص - بازده درصدی واکنش

صفحه‌های ۲۲ تا ۲۸ کتاب درسی

درصد خلوص

■ درصد خلوص هر ماده نشانگر مقدار خالص آن در ۱۰۰ گرم نمونهٔ ناخالص آن ماده است. مثلاً وقتی می‌گوییم درصد خلوص ماده‌ای برابر ۸۰ است، یعنی ۸۰٪ از آن ماده، خالص بوده و ۲۰٪ از آن، به ناخالصی‌ها اختصاص دارد.

■ درصد خلوص هر ماده از رابطهٔ زیر مشخص می‌شود:

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{مقدار خالص}}{\text{مقدار ناخالص}} \times ۱۰۰$$

در این رابطه، مادهٔ خالص و مادهٔ ناخالص باید از یکای یکسانی برخوردار باشند و معمولاً، هردوی آن‌ها دارای یکای گرم (g) هستند.

■ تبدیل مقدار خالص و ناخالص ماده‌ای با خلوص x٪ به یکدیگر:

$$\text{مقدار خالص} = \frac{x}{۱۰۰} \times \text{مقدار ناخالص}$$

$$\text{مقدار ناخالص} = \frac{۱۰۰}{x} \times \text{مقدار خالص}$$

حل مسائل «استوکیومتری واکنش - درصد خلوص» به روش کسرهای تبدیل

■ اگر درصد خلوص ماده‌ای در نمونهٔ ارائه شده، برابر a٪ باشد، در این صورت:

$$\text{جرم نمونهٔ خالص (به گرم)} = \frac{a}{۱۰۰} \times \text{جرم نمونهٔ ناخالص (به گرم)}$$

$$\text{جرم نمونهٔ ناخالص (به گرم)} = \frac{۱۰۰}{a} \times \text{جرم نمونهٔ خالص (به گرم)}$$

◂ سه تیپ مسئله در این رابطه، قابل ارائه است. از هر تیپ یک مسئله حل می‌کنیم:

۱ برای مادهٔ ناخالص با مقدار معلوم، درصد خلوص ارائه شده است.

مثال ۱: برای واکنش با ۳۰۰ گرم آلومینیم با خلوص ۶۰٪، چند لیتر محلول هیدروکلریک اسید ۰/۴ مولار لازم است؟ ($Al = ۲۷ g.mol^{-۱}$)

$$۲Al(s) + ۶HCl(aq) \longrightarrow ۲AlCl_۳(aq) + ۳H_۲(g)$$

پاسخ:

$$۳۰۰ g\,Al_{(\text{ناخالص})} \times \frac{۶۰ g\,Al_{(\text{خالص})}}{۱۰۰ g\,Al_{(\text{ناخالص})}} \times \frac{۱ mol\,Al}{۲۷ g\,Al} \times \frac{۶ mol\,HCl}{۲ mol\,Al} \times \frac{۱ L_{(\text{محلول اسید})}}{۰/۴ mol\,HCl} = ۵۰ L \text{ (محلول اسید)}$$

۲ برای مادهٔ مجهول درصد خلوص ارائه شده است.

مثال ۲: ۷۳ گرم محلول ۲۰٪ جرمی هیدروکلریک اسید با چند گرم آلومینیم با خلوص ۶۰ می‌تواند واکنش دهد؟ ($HCl = ۳۶/۵ g.mol^{-۱}$)

پاسخ:

$$۷۳ g\,(HCl\ \text{محلول}) \times \frac{۲۰ g\,HCl}{۱۰۰ g\,(HCl\ \text{محلول})} \times \frac{۱ mol\,HCl}{۳۶/۵ g\,HCl} \times \frac{۲ mol\,Al}{۶ mol\,HCl} \times \frac{۲۷ g\,Al}{۱ mol\,Al} \times \frac{۱۰۰ g\,Al_{(\text{ناخالص})}}{۶۰ g\,Al} = ۶ g\,Al_{(\text{ناخالص})}$$

۳ درصد خلوص ماده مجهول است.

مثال ۳: اگر با اثر دادن ۱۵ گرم آلومینیم ناخالص بر هیدروکلریک اسید، ۱۱/۲ لیتر گاز هیدروژن در شرایط STP تولید شود، درصد خلوص آلومینیم چقدر است؟ ($Al = ۲۷ g \cdot mol^{-۱}$)

پاسخ:

$$۲Al \sim ۳H_۲$$

با توجه به مقدار گاز $H_۲$ تولید شده، جرم Al مصرف شده را حساب می‌کنیم:

$$۱۱/۲ L\,H_۲ \times \frac{۱ mol\,H_۲}{۲۲/۴ L\,H_۲} \times \frac{۲ mol\,Al}{۳ mol\,H_۲} \times \frac{۲۷ g\,Al}{۱ mol\,Al} = ۹ g\,Al_{(\text{خالص})} \Rightarrow \text{درصد خلوص Al} = \frac{۹}{۱۵} \times ۱۰۰ = ۶۰$$

حل مسائل «استوکیومتری - درصد خلوص» به روش «برابری مول به ضریب»

در این روش، کسر $\frac{\text{درصد خلوص}}{۱۰۰}$ را در جرم مادهٔ ناخالص مربوطه (صرف‌نظر از این‌که مجهول کدومه) ضرب می‌کنیم.

در واقع، کسری که تعداد مول مادهٔ ناخالص A را تعیین می‌کند، به‌صورت مقابل است:

$$\frac{A_{\text{جرم}} \times \frac{\text{درصد خلوص}}{۱۰۰}}{\text{جرم مولی}}$$

یادتون که نرفته! به طور کلی، در روش برابری مول به ضریب، برای هر یک از دو مادهٔ معلوم و مجهول، کسری می‌سازیم که برابر تعداد مول آن ماده تقسیم بر ضریب مولی آن در معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش است تا آن‌گاه آن دو کسر را برابر هم قرار دهیم.

مثال‌های ۱، ۲ و ۳ را که در بالا، حل کردیم، یک‌بار هم از روش برابری مول به ضریب حل می‌کنیم:

تذکر: (برای چندمین بار) هر دو روش خوبه، اما شما یکی از دو روش را یاد گرفته و تست‌ها را با همان روش حل کنید. معمولاً به نفع شماست که روشی را که با روش ارائه‌شده توسط دبیر شیمی‌تون مطابقت داشته یا نزدیک به آن است، انتخاب کنید.

مثال ۱:

$$۲Al \sim ۶HCl \Rightarrow \frac{۳۰۰ \times ۰/۶}{۲ \times ۲۷} = \frac{۰/۴ \times x}{۶} \Rightarrow x = ۵۰ L \text{ محلول اسید}$$

مثال ۲:

$$2Al \sim 6HCl \Rightarrow \frac{73\times\frac{20}{100}}{6\times36/5}=\frac{x\times0/6}{2\times27}\Rightarrow x=6g\,Al(\text{ناخالص})$$

مثال ۳:

$$2Al \sim 3H_2 \Rightarrow \frac{11/2}{3\times22/4}=\frac{15\times\frac{x}{100}}{2\times27}\Rightarrow x=\%60$$

یادآوری: نحوهٔ محاسبهٔ تعداد مول یک ماده در حالت‌های مختلف:

چگونگی بیان مقدار ماده	تعداد مول ماده
جرم برحسب گرم (به‌صورت خالص)	$\frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی}}$
جرم ناخالص برحسب گرم	$\frac{\frac{\text{درصد خلوص}}{100}\times\text{جرم ناخالص}}{\text{جرم مولی}}$
حجم گاز برحسب لیتر در شرایط STP	$\frac{\text{حجم گاز}}{22/4}$
حجم گاز برحسب لیتر + چگالی گاز برحسب گرم بر لیتر	$\frac{\text{چگالی گاز}\times\text{حجم گاز}}{\text{جرم مولی}}$
تعداد مولکول	$\frac{\text{تعداد مولکول}}{6/02\times10^{23}}$
حجم محلول برحسب میلی‌لیتر + غلظت محلول برحسب مول بر لیتر	$\frac{\text{غلظت محلول}\times\text{حجم محلول}}{1000}$
حجم محلول برحسب لیتر + غلظت محلول برحسب مول بر لیتر	غلظت محلول × حجم محلول
جرم محلول برحسب گرم + درصد جرمی محلول	$\frac{\frac{\text{درصد جرمی}}{100}\times\text{جرم محلول}}{\text{جرم مولی}}$
جرم محلول برحسب گرم + غلظت ppm محلول	$\frac{\frac{\text{غلظت ppm}}{10^6}\times\text{جرم محلول}}{\text{جرم مولی}}$
حجم محلول برحسب میلی‌لیتر + درصد جرمی محلول + چگالی محلول برحسب گرم بر میلی‌لیتر	$\frac{\frac{\text{درصد جرمی}}{100}\times\text{چگالی محلول}\times\text{حجم محلول}}{\text{جرم مولی}}$
حجم محلول برحسب لیتر + درصد جرمی محلول + چگالی محلول برحسب گرم بر میلی‌لیتر	$\frac{\text{درصد جرمی}\times\text{چگالی محلول}\times\text{حجم محلول}\times10}{\text{جرم مولی}}$
حجم محلول برحسب میلی‌لیتر + غلظت ppm محلول + چگالی محلول برحسب گرم بر میلی‌لیتر	$\frac{\frac{\text{غلظت ppm}}{10^6}\times\text{چگالی محلول}\times\text{حجم محلول}}{\text{جرم مولی}}$

بازده درصدی واکنش

- در اکثر واکنش‌های انجام گرفته در صنعت مقدار فراورده‌ای که در عمل تولید می‌شود، کمتر از مقدار فراورده‌ای است که مطابق محاسبات استوکیومتری می‌تواند تولید شود.
- به مقدار فراورده‌ای که مطابق محاسبات استوکیومتری می‌تواند تولید شود، مقدار نظری و به مقدار عملی تولید آن فراورده، مقدار عملی گفته می‌شود.
- با درنظر گرفتن مقدار عملی و مقدار نظری تولید یک فراورده، بازده درصدی واکنش را می‌توان از رابطهٔ زیر به‌دست آورد:

$$\text{بازده درصدی واکنش}=\frac{\text{مقدار عملی تولید یک فراورده}}{\text{مقدار نظری تولید همان فراورده}}\times100$$

- این‌که چرا اکثراً مقدار عملی تولید یک فراورده از مقدار نظری تولید آن، کمتر است، دلایل مختلفی می‌تواند داشته باشد، از جمله: خالص نبودن واکنش‌دهنده‌های مورد استفاده، عدم مصرف همهٔ واکنش‌دهنده، انجام واکنش‌های جانبی و... . امکان دارد مجموعه‌ای از این عوامل تأثیرگذار باشند که مقدار عملی تولید فراورده، کمتر از مقدار نظری تولید آن باشد.
- گاهی ممکن است بازده درصدی واکنش براساس میزان مصرف یک واکنش‌دهنده ارزیابی و تعیین شود. دقت کنید که هرچه بازده واکنش ـ به هر دلیل ـ کمتر باشد، مقدار مصرف واکنش‌دهنده از آنچه که تئوری و محاسبات استوکیومتری نشان می‌دهد، بیشتر خواهد بود. به‌عبارتی، مقدار نظری مصرف واکنش‌دهنده برای تولید مقدار معینی از یک فراورده، معمولاً بیشتر از مقدار محاسبه شده مطابق محاسبات استوکیومتری است. بنابراین اگر مقدار عملی و نظری مصرف یک واکنش دهنده مشخص باشد، بازده درصدی واکنش را از رابطهٔ روبه‌رو می‌توان محاسبه کرد:

$$\text{بازده درصدی واکنش}=\frac{\text{مقدار عملی مصرف یک واکنش‌دهنده}}{\text{مقدار نظری مصرف همان واکنش‌دهنده}}\times100$$

- معمولاً، بازده درصدی یک واکنش کمتر از ۱۰۰٪ است و بدیهی است که هرگز نمی‌تواند بیشتر از ۱۰۰٪ باشد.

حل مسائل «استوکیومتری واکنش ـ بازده» به روش استفاده از کسرهای تبدیل

در این روش، با ۳ تیپ از مسائل بازده درصدی مواجه می‌شویم:

۱ بازده درصدی داده‌شده و مجهول، فراورده است. در این حالت، ابتدا از مقدار واکنش‌دهنده طی استفاده از چند کسر تبدیل، مقدار فراورده را که مجهول است، به‌دست آورده و آن‌گاه، حاصل را در $\frac{\text{بازده درصدی}}{۱۰۰}$ ضرب می‌کنیم. (مثال ۱)

۲ بازده درصدی داده‌شده و مجهول، واکنش‌دهنده است. در این حالت، ابتدا از مقدار مادهٔ معلوم، مقدار واکنش‌دهندهٔ مجهول را به‌دست آورده و آن‌گاه، حاصل را در $\frac{۱۰۰}{\text{بازده درصدی}}$ ضرب می‌کنیم. (مثال ۲)

۳ بازده درصدی واکنش مجهول است. در این حالت، مقدار فراوردهٔ داده‌شده را مقدار عملی فراورده در نظر گرفته و آن‌گاه، مقدار نظری فراورده را با استفاده از چند کسر تبدیل به‌دست می‌آوریم تا در نهایت، بازده واکنش را از رابطهٔ روبه‌رو به‌دست آوریم: (مثال ۳)

$$\text{بازده واکنش} = \frac{\text{مقدار عملی فراورده}}{\text{مقدار نظری همان فراورده}} \times ۱۰۰$$

مثال ۱: با اثر دادن ۴ لیتر محلول ۰/۲۵ مولار هیدروکلریک اسید بر مقدار کافی کلسیم‌کربنات، چند لیتر گاز CO_2 در شرایط STP تولید می‌شود؟ با فرض این‌که بازده واکنش، ۸۰٪ باشد.

$$CaCO_3(s) + ۲HCl(aq) \longrightarrow CaCO_3(s) + H_2O(l) + CO_2(g)$$

پاسخ:

$$۴\,L\,(\text{محلول اسید}) \times \frac{۰/۲۵\,mol\,HCl}{۱\,L\,(\text{محلول اسید})} \times \frac{۱\,mol\,CO_2}{۲\,mol\,HCl} \times \frac{۲۲/۴\,L\,CO_2}{۱\,mol\,CO_2} \times \frac{۸۰}{۱۰۰} = ۸/۹۶\,L\,CO_2(g)$$

مثال ۲: چند لیتر محلول ۰/۸ مولار هیدروکلریک اسید لازم است تا در واکنش با کلسیم‌کربنات، ۳۲ لیتر گاز CO_2 با چگالی ۲/۲ گرم بر لیتر تولید کند؟ با فرض این‌که بازده واکنش، ۸۰٪ باشد. $(CO_2 = ۴۴\,g.mol^{-1})$

پاسخ:

$$۲\,HCl \sim ۱\,CO_2$$

$$۳۲\,L\,CO_2 \times \frac{۲/۲\,g\,CO_2}{۱\,L\,CO_2} \times \frac{۱\,mol\,CO_2}{۴۴\,g\,CO_2} \times \frac{۲\,mol\,HCl}{۱\,mol\,CO_2} \times \frac{۱\,L\,(\text{محلول اسید})}{۰/۸\,mol\,HCl} \times \frac{۱۰۰}{۸۰} = ۵\,L\,(\text{محلول اسید})$$

مثال ۳: با اثر دادن ۳۱/۲۵ گرم کلسیم کربنات بر محلول هیدروکلریک‌اسید، ۴/۴۸ لیتر گاز CO_2 در شرایط STP تولید شده است. بازده واکنش انجام شده چند درصد است؟ $(CaCO_3 = ۱۰۰\,g.mol^{-1})$

$$CaCO_3(s) + ۲HCl(aq) \longrightarrow CaCl_2(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$$

پاسخ: مقدار عملی تولید CO_2 برابر ۴/۴۸ لیتر است. حالا مقدار نظری تولید آن را حساب می‌کنیم:

$$۳۱/۲۵\,g\,CaCO_3 \times \frac{۱\,mol\,CaCO_3}{۱۰۰\,g\,CaCO_3} \times \frac{۱\,mol\,CO_2}{۱\,mol\,CaCO_3} \times \frac{۲۲/۴\,L\,CO_2}{۱\,mol\,CO_2} = ۷\,L\,CO_2 \Rightarrow \text{بازده درصدی واکنش} = \frac{۴/۴۸}{۷} \times ۱۰۰ = ٪۶۴$$

حل مسائل «استوکیومتری واکنش ـ بازده» به روش برابری مول به ضریب

کار با بازده درصدی در این روش بسیار ساده است: کافی است مقدار $\frac{\text{بازده درصدی}}{۱۰۰}$ را در مول به ضریب مربوط به واکنش‌دهنده ضرب کنیم. اگر هر دو مادهٔ معلوم و مجهول به واکنش‌دهنده‌ها مربوط باشند، $\frac{\text{بازده درصدی}}{۱۰۰}$ را در مول به ضریب واکنش‌دهندهٔ مجهول ضرب می‌کنیم.

مثال ۱: از اثر دادن ۷۳۰ گرم محلول ۵۰۰ppm هیدروکلریک اسید بر فلز آلومینیم، چند میلی‌لیتر گاز هیدروژن در شرایط STP تولید می‌شود؟ با فرض این‌که بازده واکنش ۸۰٪ باشد. $(HCl = ۳۶/۵\,g.mol^{-1})$

$$۲Al(s) + ۶HCl(aq) \longrightarrow ۲AlCl_3(aq) + ۳H_2(g)$$

پاسخ:

$$\frac{۷۳۰ \times \frac{۵۰۰}{۱۰^۶}}{۶ \times ۳۶/۵} \times \frac{۸۰}{۱۰۰} = \frac{x}{۳ \times ۲۲۴۰۰} \Rightarrow x = ۸۹/۶\,mL\,H_2(g)$$

مثال ۲: چند لیتر محلول ۰/۰۴ مولار فسفریک اسید لازم است تا ۷۴۰ گرم محلول ۳٪ جرمی کلسیم هیدروکسید را خنثی کند؟ با فرض این‌که بازده واکنش ۷۵٪ باشد. $(Ca(OH)_2 = ۷۴\,g.mol^{-1})$

$$۲H_3PO_4 + ۳Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca_3(PO_4)_2 + ۶H_2O$$

پاسخ:

$$۲\,H_3PO_4 \sim ۳\,Ca(OH)_2$$

$$\frac{x \times ۰/۰۴}{۲} \times \frac{۷۵}{۱۰۰} = \frac{۷۴۰ \times \frac{۳}{۱۰۰}}{۳ \times ۷۴} \Rightarrow x \simeq ۶/۶۶\,L\,(\text{محلول اسید})$$

مثال ۳: اگر واکنش ۲۰۰ گرم فلز آلومینیم با خلوص ۹۰٪ با هیدروکلریک اسید کافی، با تولید ۴۰ لیتر گاز هیدروژن با چگالی ۰/۴ گرم بر لیتر همراه باشد، بازده واکنش انجام‌شده چند درصد است؟ $(Al = ۲۷, H = ۱: g.mol^{-1})$

پاسخ:

$$۲\,Al \sim ۳\,H_2$$

$$\frac{۲۰۰ \times \frac{۹۰}{۱۰۰}}{۲ \times ۲۷} \times \frac{x}{۱۰۰} = \frac{۴۰ \times ۰/۴}{۳ \times ۲} \Rightarrow x = ٪۸۰$$

مهروماه

پاسخ‌های کلیدی

۱.	۴	۵۶.	۴	۱۱۱.	۴	۱۶۶.	۴	۲۲۱.	۴
۲.	۴	۵۷.	۱	۱۱۲.	۴	۱۶۷.	۴	۲۲۲.	۴
۳.	۴	۵۸.	۴	۱۱۳.	۴	۱۶۸.	۴	۲۲۳.	۱
۴.	۴	۵۹.	۳	۱۱۴.	۱	۱۶۹.	۴	۲۲۴.	۳
۵.	۴	۶۰.	۴	۱۱۵.	۴	۱۷۰.	۴	۲۲۵.	۱
۶.	۱	۶۱.	۴	۱۱۶.	۴	۱۷۱.	۴	۲۲۶.	۳
۷.	۴	۶۲.	۳	۱۱۷.	۴	۱۷۲.	۱	۲۲۷.	۳
۸.	۳	۶۳.	۴	۱۱۸.	۴	۱۷۳.	۴	۲۲۸.	۳
۹.	۴	۶۴.	۳	۱۱۹.	۴	۱۷۴.	۴	۲۲۹.	۱
۱۰.	۳	۶۵.	۴	۱۲۰.	۴	۱۷۵.	۴	۲۳۰.	۴
۱۱.	۴	۶۶.	۱	۱۲۱.	۴	۱۷۶.	۴	۲۳۱.	۳
۱۲.	۱	۶۷.	۴	۱۲۲.	۳	۱۷۷.	۴	۲۳۲.	۱
۱۳.	۴	۶۸.	۴	۱۲۳.	۴	۱۷۸.	۱	۲۳۳.	۱
۱۴.	۱	۶۹.	۴	۱۲۴.	۴	۱۷۹.	۴	۲۳۴.	۱
۱۵.	۳	۷۰.	۴	۱۲۵.	۱	۱۸۰.	۴	۲۳۵.	۴
۱۶.	۴	۷۱.	۴	۱۲۶.	۴	۱۸۱.	۴	۲۳۶.	۳
۱۷.	۱	۷۲.	۳	۱۲۷.	۳	۱۸۲.	۴	۲۳۷.	۴
۱۸.	۴	۷۳.	۴	۱۲۸.	۴	۱۸۳.	۱	۲۳۸.	۴
۱۹.	۳	۷۴.	۴	۱۲۹.	۴	۱۸۴.	۴	۲۳۹.	۴
۲۰.	۴	۷۵.	۴	۱۳۰.	۴	۱۸۵.	۴	۲۴۰.	۴
۲۱.	۱	۷۶.	۱	۱۳۱.	۱	۱۸۶.	۳	۲۴۱.	۱
۲۲.	۳	۷۷.	۱	۱۳۲.	۴	۱۸۷.	۴	۲۴۲.	۴
۲۳.	۳	۷۸.	۴	۱۳۳.	۴	۱۸۸.	۴	۲۴۳.	۴
۲۴.	۳	۷۹.	۴	۱۳۴.	۱	۱۸۹.	۳	۲۴۴.	۳
۲۵.	۴	۸۰.	۱	۱۳۵.	۴	۱۹۰.	۴	۲۴۵.	۱
۲۶.	۴	۸۱.	۱	۱۳۶.	۳	۱۹۱.	۴	۲۴۶.	۱
۲۷.	۴	۸۲.	۴	۱۳۷.	۴	۱۹۲.	۳	۲۴۷.	۴
۲۸.	۳	۸۳.	۳	۱۳۸.	۴	۱۹۳.	۴	۲۴۸.	۱
۲۹.	۱	۸۴.	۴	۱۳۹.	۴	۱۹۴.	۳	۲۴۹.	۴
۳۰.	۳	۸۵.	۴	۱۴۰.	۴	۱۹۵.	۴	۲۵۰.	۱
۳۱.	۴	۸۶.	۴	۱۴۱.	۴	۱۹۶.	۴	۲۵۱.	۴
۳۲.	۴	۸۷.	۳	۱۴۲.	۳	۱۹۷.	۴	۲۵۲.	۳
۳۳.	۳	۸۸.	۴	۱۴۳.	۴	۱۹۸.	۳	۲۵۳.	۱
۳۴.	۴	۸۹.	۴	۱۴۴.	۴	۱۹۹.	۳	۲۵۴.	۳
۳۵.	۱	۹۰.	۴	۱۴۵.	۳	۲۰۰.	۴	۲۵۵.	۴
۳۶.	۱	۹۱.	۴	۱۴۶.	۴	۲۰۱.	۴	۲۵۶.	۴
۳۷.	۴	۹۲.	۴	۱۴۷.	۴	۲۰۲.	۳	۲۵۷.	۴
۳۸.	۴	۹۳.	۴	۱۴۸.	۱	۲۰۳.	۴	۲۵۸.	۳
۳۹.	۳	۹۴.	۳	۱۴۹.	۱	۲۰۴.	۳	۲۵۹.	۴
۴۰.	۴	۹۵.	۴	۱۵۰.	۴	۲۰۵.	۴	۲۶۰.	۳
۴۱.	۴	۹۶.	۴	۱۵۱.	۴	۲۰۶.	۴	۲۶۱.	۴
۴۲.	۴	۹۷.	۴	۱۵۲.	۱	۲۰۷.	۴	۲۶۲.	۴
۴۳.	۱	۹۸.	۱	۱۵۳.	۴	۲۰۸.	۴	۲۶۳.	۴
۴۴.	۴	۹۹.	۴	۱۵۴.	۳	۲۰۹.	۴	۲۶۴.	۳
۴۵.	۳	۱۰۰.	۴	۱۵۵.	۱	۲۱۰.	۴	۲۶۵.	۱
۴۶.	۳	۱۰۱.	۳	۱۵۶.	۴	۲۱۱.	۳	۲۶۶.	۴
۴۷.	۴	۱۰۲.	۱	۱۵۷.	۳	۲۱۲.	۴	۲۶۷.	۴
۴۸.	۴	۱۰۳.	۳	۱۵۸.	۱	۲۱۳.	۴	۲۶۸.	۴
۴۹.	۳	۱۰۴.	۴	۱۵۹.	۳	۲۱۴.	۳	۲۶۹.	۱
۵۰.	۴	۱۰۵.	۳	۱۶۰.	۴	۲۱۵.	۴	۲۷۰.	۴
۵۱.	۳	۱۰۶.	۴	۱۶۱.	۴	۲۱۶.	۳	۲۷۱.	۱
۵۲.	۳	۱۰۷.	۱	۱۶۲.	۳	۲۱۷.	۴	۲۷۲.	۴
۵۳.	۳	۱۰۸.	۳	۱۶۳.	۳	۲۱۸.	۱	۲۷۳.	۱
۵۴.	۳	۱۰۹.	۳	۱۶۴.	۱	۲۱۹.	۴	۲۷۴.	۴
۵۵.	۴	۱۱۰.	۴	۱۶۵.	۴	۲۲۰.	۳	۲۷۵.	۴

پاسخ‌نامه تشریحی

۱۸۱۸. (گزینه ۳) برای به‌دست آوردن درصد جرمی HF در محلول، لازم است جرم HF حل شده در محلول را به‌دست آوریم:

$$\left.\begin{matrix} K_a \simeq ۴\times۱۰^{-۵} = \alpha^۲\cdot M \\ [F^-] = ۰/۰۰۴ = \alpha\cdot M \end{matrix}\right\} \Rightarrow ۰/۰۰۴\alpha = ۴\times۱۰^{-۵} \Rightarrow \alpha = ۰/۰۱$$

$$\Rightarrow ۰/۰۱\times M = ۰/۰۰۴ \Rightarrow M = ۰/۴\ mol.L^{-۱}$$

حجم محلول هم که مشخصه: ۴ لیتر، بنابراین می‌توان نوشت:

$$\text{جرم HF در محلول} = ۰/۴\times۴\times۲۰ = ۳۲g\ HF$$

پس در محلول اولیه به جرم ۸۰ گرم، ۳۲ گرم HF وجود داشته. حالا ضربهٔ آخر!

$$\text{درصد جرمی HF} = \frac{۳۲}{۸۰}\times۱۰۰ = ٪۴۰$$

۱۸۱۹. (گزینه ۱)

حل قسمت اول مسئله: از رابطهٔ $pH = -\log[H^+]$ استفاده می‌کنیم.

چون HCl اسید قوی است و کامل یونیده می‌شود، از هر مول آن یک مول H^+ پدید می‌آید. پس $[H^+]$ در محلول ۰/۰۰۱ مولار این اسید برابر ۰/۰۰۱ مولار است. بنابراین:

$$pH = -\log ۰/۰۰۱ = ۳$$

حل قسمت دوم مسئله: از رابطهٔ $[H^+] = ۱۰^{-pH}$ استفاده می‌کنیم:

$$[H^+] = ۱۰^{-۲/۳} = ۱۰^{-۲}\times ۱۰^{-۰/۳} = ۱۰^{-۲}\times\frac{۱}{۱۰^{۰/۳}}$$

$$= ۱۰^{-۲}\times\frac{۱}{۲} = ۰/۰۰۵\ mol.L^{-۱}$$

توجه: لطفاً به خاطر بسپارید: $۱۰^{۰/۳} = ۲$ ، $\log ۲ = ۰/۳$

۱۸۲۰. (گزینه ۳) به‌طور جداگانه $[H^+]$ در هر دو محلول را از رابطهٔ $[H^+] = ۱۰^{-pH}$ محاسبه می‌کنیم:

$$HCl \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۲/۷} = ۱۰^{-۳}\times ۱۰^{۰/۳} = ۱۰^{-۳}\times ۲ = ۰/۰۰۲ mol.L^{-۱}$$

$$HF \Rightarrow [H^+] = ۱۰^{-۳/۵} = ۱۰^{-۴}\times ۱۰^{۰/۵} = ۰/۰۰۰۳ mol.L^{-۱}$$

$$\Rightarrow \text{اختلاف } [H^+] \text{ دو محلول} = ۰/۰۰۲ - ۰/۰۰۰۳ = ۰/۰۰۱۷$$

توجه: رابطهٔ $pH = -\log[H^+]$ و $[H^+] = ۱۰^{-pH}$ در مورد هر اسید به فرمول کلی HA صدق می‌کند، چه اسید قوی باشد چه ضعیف.

۱۸۲۱. (گزینه ۴) pH دو محلول را به‌طور جداگانه حساب کرده و سپس، تفاضل آن‌ها را به‌دست می‌آوریم:

$$HCl\begin{cases} M = ۰/۰۲ mol.L^{-۱} \\ \alpha = ۱ \end{cases}$$

$$pH = -\log(۱\times ۰/۰۲) = \log\frac{۱۰۰}{۲} = ۲ - \log ۲ = ۲ - ۰/۳ = ۱/۷$$

$$HF\begin{cases} M = ۰/۸ mol\cdot L^{-۱} \\ \alpha = ۰/۰۵ \end{cases}$$

$$pH = -\log(۰/۰۵\times ۰/۸) = -\log ۰/۰۴ = \log\frac{۱۰۰}{۴} = \log ۱۰۰ - \log ۴$$

$$= ۲ - \log ۲^۲ = ۲ - ۲\log ۲ = ۲ - (۲\times ۰/۳) = ۱/۴$$

$$\Rightarrow \text{اختلاف pH دو محلول} = ۱/۷ - ۱/۴ = ۰/۳$$

نکته: برخی قواعد لگاریتم در مسائل pH کاربرد دارند. ازجمله:

$$\log\frac{A}{B} = \log A - \log B \qquad -\log\frac{A}{B} = \log\frac{B}{A}$$

$$\log(A\cdot B) = \log A + \log B \qquad \log A^m = m\cdot\log A$$

۱۸۲۲. (گزینه ۳) غلظت مولی HF در محلول به‌دست آمده را حساب می‌کنیم:

$$M = \frac{\frac{۴}{۲۰} mol}{۲L} = ۰/۱ mol\cdot L^{-۱}$$

از آن‌جا که ۴٪ از مولکول‌های HF یونیده می‌شوند، می‌توان نوشت:

$$[H^+] = \frac{۴}{۱۰۰}\times ۰/۱ = ۰/۰۰۴ mol\cdot L^{-۱}$$

حالا می‌توان pH را حساب کرد:

$$pH = -\log[H^+] = -\log ۰/۰۰۴ = \log\frac{۱۰۰۰}{۴}$$

$$= ۳ - \log ۲^۲ = ۳ - ۲\log ۲ = ۳ - (۲\times ۰/۳) = ۲/۴$$

۱۸۲۳. (گزینه ۱)

استراتژی حل: لازم است غلظت مولی استیک‌اسید در محلول را محاسبه کنیم تا بتوانیم جرم اسید در ۵ لیتر محلول را به‌دست آوریم.

$$\alpha\cdot M = ۱۰^{-pH} \Rightarrow \frac{۲/۵}{۱۰۰}\times M = ۱۰^{-۳}$$

$$\Rightarrow M = ۰/۰۴ mol\cdot L^{-۱}\ CH_۳COOH$$

$$\Rightarrow ۵L\ \text{محلول}\times\frac{۰/۰۴ mol\ CH_۳COOH}{۱L\ \text{محلول}}\times\frac{۶۰ g\ CH_۳COOH}{۱ mol\ CH_۳COOH}$$

$$= ۱۲ g CH_۳COOH$$

۱۸۲۴. (گزینه ۲)

استراتژی حل: ابتدا غلظت مولی اتانوییک‌اسید در محلول حاصل را حساب می‌کنیم. آن‌گاه با توجه به رابطهٔ $\alpha\cdot M = ۱۰^{-pH}$ مقدار α یعنی درجهٔ یونش اسید را به‌دست می‌آوریم تا مشخص شود چند درصد از اسید در محلول، یونیده شده است.

$$M = \frac{\frac{۶}{۶۰} mol}{۵L} = ۰/۰۲ mol\cdot L^{-۱}$$

$$\alpha\times ۰/۰۲ = ۱۰^{-۳/۱} \quad , \quad ۱۰^{-۳/۱} = ۱۰^{-۴}\times(۱۰^{۰/۳})^۳ = ۸\times۱۰^{-۴}$$

$$\Rightarrow \alpha\times ۰/۰۲ = ۸\times۱۰^{-۴} \Rightarrow \alpha = ۰/۰۴ \Rightarrow ٪\alpha = ٪۴$$

پس ۴ درصد از مولکول‌های $CH_۳COOH$ در محلول حاصل یونیده شده‌اند.

۱۸۲۵. (گزینه ۳)

استراتژی حل: برای مشخص کردن درصد جرمی HCN در محلول اولیه، لازم است از رابطهٔ $\alpha\cdot M = ۱۰^{-pH}$ استفاده کرده و غلظت مولی محلولی را که ۲ لیتر حجم دارد، حساب کنیم.

$$\alpha\cdot M = ۱۰^{-pH} \Rightarrow \frac{۱}{۱۰۰۰}\times M = ۱۰^{-۳/۴} = ۱۰^{-۴}\times(۱۰^{۰/۳})^۲ = ۴\times۱۰^{-۴}$$

$$\Rightarrow M\times۱۰^{-۳} = ۴\times۱۰^{-۴} \Rightarrow M = ۰/۴ mol.L^{-۱}$$

حالا می‌توان درصد جرمی HCN در محلول اولیه را حساب کرد:

$$\text{درصد جرمی HCN} = \frac{\text{جرم HCN}}{\text{جرم محلول}}\times۱۰۰ = \frac{\overbrace{۲\times ۰/۴}^{mol\ HCN}\times ۲۷}{۴۰۰}\times۱۰۰ = ٪۵/۴$$

۱۸۲۶. (گزینه ۱) ابتدا غلظت مولی محلول HA را حساب می‌کنیم:

$$\text{غلظت مولی} = \frac{۱۰ ad}{\text{جرم مولی}} = \frac{۱۰\times ۳/۲\times ۱/۰۵}{۸۴} = ۰/۴ mol.L^{-۱}$$

چون مقدار pH معلوم است، می‌توان درجه یونش اسید را حساب کرد:

$$\alpha\cdot M = ۱۰^{-pH} \Rightarrow \alpha\times ۰/۴ = ۱۰^{-۱} \Rightarrow \alpha = ۰/۲۵$$

$$\frac{[HA]}{[H^+]} = \frac{(۱-\alpha)M}{\alpha\cdot M} = \frac{۱-\alpha}{\alpha} = \frac{۱-۰/۲۵}{۰/۲۵} = ۳$$

۱۸۲۷. (گزینه ۴)

استراتژی حل: انحلال‌پذیری یک مادهٔ حل‌شونده از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$\text{انحلال‌پذیری} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم حلال}}\times۱۰۰$$

پس باید غلظت مولی پنتانوییک‌اسید در محلولی را که حجم آن ۴ لیتر است، حساب کنیم تا آن‌گاه جرم اسید در نمونهٔ اولیه را به‌دست آوریم.

$$\alpha\cdot M = ۱۰^{-pH} \Rightarrow \frac{۲}{۱۰۰}\times M = ۱۰^{-۳/۳} = ۱۰^{-۳}\times ۱۰^{-۰/۳} = \frac{۱}{۲}\times۱۰^{-۳}$$

$$\Rightarrow \frac{۲}{۱۰۰}\times M = \frac{۱}{۲}\times۱۰^{-۳} \Rightarrow M = ۲/۵\times۱۰^{-۲} mol\cdot L^{-۱}$$

$$\Rightarrow \text{جرم پنتانوییک‌اسید} = \frac{۴\times ۲/۵\times۱۰^{-۲}}{\text{پنتانوییک‌اسید mol}}\times ۱۰۲ = ۱۰/۲ g\ C_۴H_۹COOH$$

حالا می‌توان انحلال‌پذیری پنتانوییک‌اسید در شرایط آزمایش را محاسبه کرد:

$$\text{انحلال‌پذیری} = \frac{۱۰/۲}{۵۰/۲ - ۱۰/۲}\times۱۰۰ = ۲۵/۵$$

۱۸۲۸. (گزینه ۱)

استراتژی حل: برای محاسبهٔ pH، علاوه‌بر غلظت مولار (که معلوم است)، مقدار درجهٔ یونش اسید نیز لازم است. برای به‌دست آوردن درجهٔ یونش اسید، کافی است رابطهٔ K_a را نوشته و جایگذاری‌های لازم را انجام دهیم:

$$K_a=\frac{\alpha^2\cdot M}{1-\alpha}\Rightarrow 0/2=\frac{\alpha^2\times 0/4}{1-\alpha}\Rightarrow 2\alpha^2+\alpha-1=0$$

$$\alpha=\frac{-1\pm\sqrt{81}}{4}\Rightarrow\begin{cases}\alpha_1=0/2 & \text{ق}\\ \alpha_2=-0/25 & \text{غ}\end{cases}$$

حالا با داشتن مقادیر α و M می‌توان pH را حساب کرد:

$$pH=-\log(\alpha\cdot M)=-\log(0/2\times 0/4)=\log\frac{100}{8}=2-\log 8$$

$$=2-\log 2^3=2-3\log 2=2-3(0/3)=1/1$$

۱۸۲۹. (گزینه ۴) لازم است غلظت مولی محلول (M) را حساب کنیم.

$$K_a=2\times 10^{-5}=\alpha^2\cdot M$$ (رابطهٔ تقریبی به‌دلیل کوچک بودن K_a)

$$\alpha\cdot M=10^{-pH}\Rightarrow \alpha\cdot M=10^{-3}$$

اگر در رابطهٔ K_a به جای $\alpha\cdot M$ مقدار به‌دست آمده برای آن را قرار دهیم:

$$2\times 10^{-5}=10^{-3}\times\alpha\Rightarrow\alpha=0/02$$

$$\Rightarrow 0/02\times M=10^{-3}\Rightarrow M=0/05\,mol.L^{-1}$$

حال می‌توان جرم اسید حل شده در ۴۰۰ میلی‌لیتر محلول را به‌دست آورد:

$$400\times 10^{-3}\times 0/05\times 47=0/94g$$

۱۸۳۰. (گزینه ۱)

استراتژی حل: برای محاسبهٔ K_a، مقادیر M و α باید مشخص باشد. مقدار M که مشخص است، ولی مقدار α را باتوجه به مقادیر pH و M از طریق رابطهٔ $\alpha\cdot M=10^{-pH}$ باید به‌دست آوریم:

$$\alpha\cdot M=10^{-pH}\Rightarrow\alpha\times\frac{4}{1000}=10^{-3}\Rightarrow\alpha=0/25$$

$$K_a=\frac{\alpha^2\cdot M}{1-\alpha}=\frac{(0/25)^2\times 0/004}{1-0/25}=\frac{1}{3000}$$

۱۸۳۱. (گزینه ۴)

استراتژی حل: تعیین تعداد مول اسید در ۴ لیتر از محلول آن، نیاز به مشخص شدن غلظت مولی اسید در محلول دارد. پس غلظت مولی اسید (M) را با توجه به مشخص بودن مقادیر K_a و pH باید به‌دست آوریم:

$$\alpha\cdot M=10^{-pH}\Rightarrow\alpha\cdot M=10^{-2}$$

$$K_a=\frac{\alpha^2\cdot M}{1-\alpha}\Rightarrow\frac{(\alpha\cdot M)\alpha}{1-\alpha}=2/5\times 10^{-3}\Rightarrow\frac{10^{-2}\times\alpha}{1-\alpha}$$

$$=2/5\times 10^{-3}\Rightarrow\frac{1-\alpha}{\alpha}=\frac{100}{25}$$

$$\Rightarrow\frac{1-\alpha}{\alpha}=\frac{4}{1}\Rightarrow\alpha=0/2\Rightarrow M=\frac{10^{-2}}{0/2}=0/05\,mol\cdot L^{-1}$$

حالا می‌توان به راحتی تعداد مول اسید حل شده در ۴ لیتر محلول را به‌دست آورد:

$$4L\times 0/05\,mol.L^{-1}=0/2\,mol$$

۱۸۳۲. (گزینه ۱) در محلول هر اسید یک ظرفیتی داریم: $[H^+]=\alpha\cdot M$. با توجه به برابر بودن pH دو محلول، $[H^+]$ آنها نیز برابر است. بنابراین می‌توان نوشت: $\alpha_{HX}.M_{HX}=\alpha_{HY}.M_{HY}$. از آنجا می‌توان نتیجه گرفت:

$$\frac{\alpha_{HX}}{\alpha_{HY}}=\frac{M_{HY}}{M_{HX}}$$ و می‌توان نوشت: $$\frac{\alpha_{HX}}{\alpha_{HY}}=\frac{M_{HY}}{M_{HX}}=\frac{\frac{8}{50}}{\frac{12}{150}}=2$$

۱۸۳۳. (گزینه ۴) **حل قسمت اول مسئله:**

$$2Al(s)+6HCl(aq)\longrightarrow 2AlCl_3(aq)+3H_2(g)$$

$$\frac{\bar{R}_{HCl}}{6}=0/002\,mol.min^{-1}\Rightarrow\bar{R}_{HCl}=0/012\,mol.min^{-1}$$

حجم محلول ثابت و برابر ۵ لیتر است. تعداد مول اسید در محلول اولیه و نهایی را به دست می‌آوریم:

محلول اولیه : $pH=0/1$

$$\Rightarrow M=10^{-0/1}=10^{-1}\times(10^{0/3})^3=0/8\,mol.L^{-1}$$

محلول نهایی : $pH=0/7$

$$\Rightarrow M=10^{-0/7}=10^{-1}\times 10^{0/3}=0/2\,mol.L^{-1}$$

$$\Rightarrow \text{تعداد مول مصرف‌شده اسید}=5L\times(0/8-0/2)mol.L^{-1}=3mol$$

حالا زمان لازم برای مصرف ۳ مول HCl را حساب می‌کنیم:

$$0/012\,mol.min^{-1}=\frac{3mol}{\Delta t\,min}\Rightarrow\Delta t=250\,min$$

حل قسمت دوم مسئله: حالا می‌توان مول به ضریب Al و HCl را برابر هم قرار داده و جرم مصرف شدهٔ Al (یعنی x گرم) را به‌دست آورد:

$$\frac{x}{2\times 27}=\frac{3}{6}\Rightarrow x=27gAl$$

۱۸۳۴. (گزینه ۲) چون NaOH باز است، ابتدا pOH را به‌دست می‌آوریم:

$$NaOH\begin{cases}M=0/04\,mol\cdot L^{-1}\\ \alpha=1\end{cases}$$

$$pOH=-\log(\alpha\cdot M)=-\log 0/04=\log\frac{100}{4}=2-2\log 2=1/4$$

حالا می‌توان pH را حساب کرد: $pH=14-pOH=14-1/4=12/6$

۱۸۳۵. (گزینه ۴) چون با باز طرف هستیم، pH **به دردمون نمی‌خوره** و باید pOH را تعیین کنیم و سپس با استفاده از رابطهٔ $\alpha\cdot M=10^{-pOH}$ و جایگذاری لازم، به مجهول برسیم.

$$pOH=14-11/3=2/7$$

$$1\times M=10^{-2/7}=10^{-3}\times 10^{0/3}=2\times 10^{-3}$$

می‌دانید که غلظت مولار هر حل‌شونده، برابر است با:

$$\text{غلظت مولار}=\frac{\text{تعداد مول حل‌شونده}}{\text{حجم محلول به لیتر}}\Rightarrow M=2\times 10^{-3}=\frac{\frac{8}{40}mol}{V(L)}$$

$$\Rightarrow V=10L$$

۱۸۳۶. (گزینه ۲) ابتدا با توجه به pH محلول نهایی، غلظت مولی آن را حساب می‌کنیم:

$$pOH=14-pH=14-12/7=1/3\ ,\ \alpha=1$$

$$\Rightarrow M=10^{-1/3}=10^{-1}\times 10^{-0/3}=10^{-1}\times\frac{1}{2}=\frac{1}{20}mol.L^{-1}$$

حجم محلول نهایی ۱۲ لیتر است. از آنجا که مصرف هر مول Na_2O با تولید ۲ مول NaOH همراه است، می‌توان از تعداد مول NaOH در محلول نهایی به تعداد مول Na_2O در نمونه ناخالص رسید:

$$\frac{\overbrace{12\times\frac{1}{20}\times\frac{1}{2}\times 62}^{g Na_2O}}{49/6}\times 100=\%37/5$$ (درصد خلوص Na_2O در نمونهٔ اولیه)

۱۸۳۷. (گزینه ۱) با توجه به مشخص بودن حجم محلول (۸۰۰ میلی‌لیتر یا ۰/۸ لیتر) کافی است غلظت مولی NH_3 در محلول را به دست بیاوریم تا بتوانیم مقدار آمونیاک حل شده در حجم مشخص شده از محلول را حساب کنیم.

$$pH=11/3\Rightarrow pOH=14-11/3=2/7$$

$$\alpha\cdot M=10^{-pOH}\Rightarrow\frac{4}{100}\times M=10^{-3}\times 10^{0/3}=2\times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow\frac{4}{100}\times M=2\times 10^{-3}\Rightarrow M=0/05\,mol.L^{-1}$$

حالا می‌توان مقدار آمونیاک حل شده در 800mL محلول را به‌دست آورد:

$$\text{مقدار آمونیاک}=0/8L\times 0/05\,mol\cdot L^{-1}\times 17g.mol^{-1}=0/68g\ (\text{آمونیاک})$$

۱۸۳۸. (گزینه ۴)

استراتژی حل: محاسبهٔ K_b نیاز به معلوم بودن M (غلظت مولار) و α (درجهٔ یونش آمونیاک) دارد. M که معلوم است، اما α را باید با توجه به مقدار pOH محلول از رابطهٔ $\alpha\cdot M=10^{-pOH}$ حساب کنیم:

$$pH=11/6\Rightarrow pOH=14-11/6=2/4$$

$\alpha\cdot M=10^{-pOH}\Rightarrow \alpha\times 0/08=10^{-2/4}=10^{-3}\times(10^{0/3})^2=4\times10^{-3}$

$\Rightarrow \alpha\times 0/08=4\times10^{-3}\Rightarrow \alpha=0/05$

حالا با داشتن مقادیر M و α، مثل آب خوردن میشه K_b آمونیاک را حساب کرد:

$K_b\simeq\alpha^2\cdot M\simeq(0/05)^2\times0/08\simeq2\times10^{-4}$

بدیهی است که مقدار دقیق‌تر K_b عدد ارائه‌شده در گزینهٔ ۴ است، یعنی: $2/1\times10^{-4}$

۱۸۳۹. (گزینه ۳) بررسی همهٔ عبارت‌ها:

آ) در محلول AOH، ۶ ذرهٔ OH^- دیده می‌شود. ۶ ذره هم به‌صورت کاتیون وجود دارد. پس AOH یک باز قوی با $\alpha=1$ است.

$$\text{غلظت مولی AOH}=M_{AOH}=\frac{(6\times0/001)\,mol}{(50\times10^{-3})\,L}=0/12\,mol.L^{-1}$$

در محلول BOH، ۲ ذرهٔ OH^- دیده می‌شود. از باقی‌ماندهٔ ذرات، دو ذره به‌صورت کاتیون B^+ و بقیه، مولکول‌های BOH هستند. $9BOH, 2B^+, 2OH^-$

پس در محلول از ۱۱ مولکول BOH، ۲ مول یونیده شده و $\alpha=\frac{2}{11}$ است.

$$M_{BOH}=\frac{11\times0/001}{50\times10^{-3}}=0/22\,mol.L^{-1}\Rightarrow\frac{0/12}{0/22}=\frac{6}{11}$$

آشکار است که $\frac{6}{11}$ با ۰/۸ برابر نیست. پس عبارت (آ) نادرست است.

ب) غلظت کل یون‌ها در محلول را بررسی می‌کنیم:

$$\text{محلول AOH}\Rightarrow\text{غلظت کل یون‌ها}=\frac{12\times0/001}{50\times10^{-3}}=0/24\,mol.L^{-1}$$

$$\text{محلول BOH}\Rightarrow\text{غلظت کل یون‌ها}=\frac{4\times0/001}{50\times10^{-3}}=0/08\,mol.L^{-1}$$

آشکار است که رسانایی الکتریکی محلول AOH بیشتره. پس عبارت (ب) درست است.

پ) در عبارت (آ) مقادیر α را مشخص کردیم:

$$\frac{\alpha_{AOH}}{\alpha_{BOH}}=\frac{1}{\frac{2}{11}}=5/5\Rightarrow$$ درستی عبارت (پ)

ت) pH هر یک از دو محلول را حساب می‌کنیم:

$$\text{محلول AOH}:[OH^-]=\frac{6\times10^{-3}}{50\times10^{-3}}=0/12\,mol.L^{-1}$$

$$pOH=-\log0/12=\log\frac{100}{12}=2-\log3-\log4$$

$$pOH=2-0/5-0/6=0/9\Rightarrow pH=14-0/9=13/1$$

$$\text{محلول BOH}=\frac{2\times10^{-3}}{50\times10^{-3}}=0/04\,mol.L^{-1}$$

$$pOH=-\log\frac{4}{100}=\log\frac{100}{4}=2-2(\log2)=1/4$$

$$\Rightarrow pH=14-1/4=12/6$$

$\Rightarrow$ اختلاف pH ها $=13/1-12/6=0/5\Rightarrow$ عبارت (ت) درسته

پس از چهار عبارت داده شده، فقط عبارت (آ) نادرسته.

۱۸۴۰. (گزینه ۳)

استراتژی حل: با معلوم بودن K_b و M (غلظت مولار)، درجهٔ یونش باز (α) را حساب کرده و آن‌گاه pOH محلول را با توجه به مقادیر M و α به‌دست می‌آوریم تا در نهایت، pH را با کم کردن pOH از عدد ۱۴ محاسبه کنیم:

$$K_b=1/6\times10^{-2}=\frac{\alpha^2\times6\times10^{-3}}{1-\alpha}\Rightarrow15\alpha^2+4\alpha-4=0\begin{cases}\to\alpha\simeq-0/67\\ \to\alpha=0/4\end{cases}$$

از آن‌جا که α نمی‌تواند عددی منفی باشد نتیجه می‌گیریم که: $\alpha=0/4$

حالا می‌توان pOH و پس از آن، pH محلول را محاسبه کرد:

$$pOH=-\log(0/4\times6\times10^{-3})=-\log(24\times10^{-4})$$

$$pOH=4-\log8-\log3=4-3(0/3)-0/5=2/6$$

$$pH=14-2/6=11/4$$

۱۸۴۱. (گزینه ۳) pH هریک از دو محلول را جداگانه حساب می‌کنیم تا تفاضل آن‌ها مشخص شود. دقت کنید که در مورد اسید از رابطهٔ $pH=-\log(\alpha\cdot M)$ و در مورد باز از رابطهٔ $pOH=-\log(\alpha\cdot M)$ باید استفاده شود.

در ضمن، یادتون که نرفته: $pH+pOH=14$

خُب! اول بریم سراغ استیک‌اسید: $pH=-\log(\frac{2/5}{100}\times\frac{4}{100})=3$

حالا نوبت آمونیاکه: $pOH=-\log(\frac{4}{100}\times\frac{25}{1000})=3\Rightarrow pH=14-3=11$

$\Rightarrow$ اختلاف pH دو محلول $=11-3=8$

هرکی گزینهٔ یک رو زده، ۵۰۰۰ تومن به حساب محک واریز کنه! لطفاً یا اینکه ۲۵ تا «کلاغ‌پر» بره!

۱۸۴۲. (گزینه ۲) در محلول بوتانوییک‌اسید:

$$\frac{2}{100}\times M=10^{-2/5}\Rightarrow M=\frac{100}{2}\times10^{-3}\times10^{-0/5}=0/15\,mol.L^{-1}$$

$$\Rightarrow\text{جرم بوتانوییک اسید}=1/7L\times0/15mol\cdot L^{-1}\times88g.mol^{-1}$$

$$=(1/7\times0/15\times88)g$$

در محلول آمونیاک: $pH=11/3\Rightarrow pOH=2/7$

$$\frac{5}{100}\times M=10^{-2/7}\Rightarrow M=\frac{100}{5}\times10^{-3}\times10^{-0/3}=0/04\,mol.L^{-1}$$

$$\Rightarrow\text{جرم آمونیاک}=13/2L\times0/04mol.L^{-1}\times17g.mol^{-1}$$

$$=(13/2\times0/04\times17)g$$

$$\Rightarrow\frac{\text{جرم اسید}}{\text{جرم آمونیاک}}=\frac{1/7\times0/15\times88}{13/2\times0/04\times17}=2/5$$

۱۸۴۳. (گزینه ۱) غلظت مولی محلول را حساب کرده و سپس از رابطهٔ $pH=-\log(\alpha\cdot M)$ به محاسبهٔ pH می‌پردازیم. چون HCl اسید قوی است، مقدار α برابر یک است. حالا محاسبات:

$$M=\frac{\frac{7/3}{36/5}mol}{2L}=0/1\,mol.L^{-1}$$

$$pH=-\log(1\times0/1)=1$$

۱۸۴۴. (گزینه ۱)

استراتژی حل: پس از محاسبهٔ غلظت مولی محلول، با ضرب کردن حجم محلول در غلظت مولی، تعداد مول HF به‌دست می‌آید و به‌وسیلهٔ آن جرم HF را به‌دست می‌آوریم.

$$\alpha\cdot M=10^{-pH}\Rightarrow0/05\times M=10^{-3}\Rightarrow M=0/02\,mol.L^{-1}$$

$$\Rightarrow\underbrace{25L\times0/02mol\cdot L^{-1}}_{mol\,HF}\times20g.mol^{-1}=10\,g\,HF$$

۱۸۴۵. (گزینه ۱)

$$K_a=\frac{\alpha^2\cdot M}{1-\alpha}$$

حواستون هست که این‌جا جای تقریب و استفاده از رابطهٔ $K_a\simeq\alpha^2\cdot M$ نیست. چون مقدار K_a کوچک نیست.

$$0/2=\frac{(0/4)^2\times M}{1-0/4}\Rightarrow M=0/75\,mol.L^{-1}$$

حالا می‌توانیم pH را به راحتی حساب کنیم، چون هم α معلومه، هم M:

$$pH=-\log(\alpha\cdot M)=-\log(0/4\times0/75)=\log\frac{10}{3}$$

$$pH=1-\log3=1-0/5=0/5$$

۱۸۴۶. (گزینه ۴) اگر غلظت مولی محلول را به‌دست آوریم، با توجه به مشخص بودن حجم محلول به راحتی می‌توانیم مقدار HNO_2 را در محلول حساب کنیم:

$$\left.\begin{matrix}K_a\simeq\alpha^2\cdot M=2\times10^{-5}\\ \alpha\cdot M=10^{-pH}=10^{-3}\end{matrix}\right\}\Rightarrow10^{-3}\times\alpha=2\times10^{-5}\Rightarrow\alpha=0/02$$

$$\Rightarrow0/02\times M=10^{-3}\Rightarrow M=0/05\,mol.L^{-1}$$

$$\Rightarrow0/4\times0/05\times47=0/94\,g\,HNO_2$$

۱۸۴۷. (گزینه ۱) ابتدا لازم است غلظت مولی (M) اسید را حساب کنیم.

$$pH=۱/۵\Rightarrow \alpha.M=۱۰^{-۱/۵}=۱۰^{-۲}\times ۱۰^{۰/۵}=۳\times ۱۰^{-۲}$$

$$K_a=\frac{(\alpha.M)\times\alpha}{۱-\alpha}\Rightarrow ۵\times ۱۰^{-۳}=\frac{۳\times ۱۰^{-۲}\times\alpha}{۱-\alpha}\Rightarrow \alpha=\frac{۱}{۷}$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{۷}\times M=۳\times ۱۰^{-۲}\Rightarrow M=۰/۲۱$$

حالا می‌رویم سراغ رابطهٔ معروف $\frac{۱۰ad}{\text{جرم مولی}}=$ غلظت مولی، خواهیم داشت:

$$۰/۲۱=\frac{۱۰\times ۱/۵\times ۱/۱۲}{\text{جرم‌مولی اسید}}\Rightarrow \text{جرم مولی اسید}=۸۰\,g.mol^{-۱}$$

۱۸۴۸. (گزینه ۴) درجهٔ یونش اسید عدد کوچکیه. پس می‌تونیم از رابطهٔ تقریبی $K_a\simeq\alpha^۲\cdot M$ استفاده کنیم. با استفاده از درصد محلول می‌تونیم غلظت مولی آن را حساب کنیم.

$$\text{درصد جرمی محلول}=٪۰/۰۸\Rightarrow\begin{cases}۰/۰۸\,g\ HF\\ ۱۰۰\,g\ (\text{محلول})\end{cases}$$

چون چگالی محلول $۱\,g.mL^{-۱}$ است، پس هر $۱۰۰\,mL$ محلول شامل $۰/۰۸$ گرم HF است.

$$M=\frac{\frac{۰/۰۸}{۲۰}\,mol}{۰/۱L}=۰/۰۴\,mol.L^{-۱}$$

با معلوم بودن مقدار α، حالا می‌تونیم ضربهٔ آخر را وارد کنیم:

$$\frac{K_a}{pH}=\frac{(۰/۰۲۵)^۲\times ۰/۰۴}{-\log(۰/۰۲۵\times ۰/۰۴)}=\frac{۲/۵\times ۱۰^{-۵}}{۳}\simeq ۸/۳۳\times ۱۰^{-۶}$$

۱۸۴۹. (گزینه ۳)

استراتژی حل: باید از رابطهٔ زیر استفاده کنیم:

$$\text{غلظت مولی}=\frac{۱۰\times a\times d}{\text{جرم مولی}}$$

(a: چگالی محلول با یکای $g.mL^{-۱}$، d: درصد جرمی بدون٪)

پس باید غلظت مولی محلول را به‌دست بیاوریم تا بتوانیم از رابطهٔ فوق، چگالی محلول را محاسبه کنیم:

$$\alpha\cdot M=۱۰^{-pH}\Rightarrow ۰/۰۰۴۷\times M=۱۰^{-۱/۶}$$

خُبا لازم شد $۱۰^{-۱/۶}$ را هم ناکاوت کنیم!

$$۱۰^{-۱/۶}=۱۰^{-۱}\times(۱۰^{-۰/۴})^۲=۱۰^{-۱}\times\frac{۱}{(۱۰^{۰/۴})^۲}=\frac{۱}{۴۰}$$

$$\Rightarrow M=\frac{\frac{۱}{۴۰}}{۰/۰۰۴۷}\,mol.L^{-۱}$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{۴۰\times ۰/۰۰۴۷}=\frac{۱۰\times ۲۰\times d}{۴۷}\Rightarrow d=۱/۲۵\,g.mL^{-۱}$$

۱۸۵۰. (گزینه ۳)

استراتژی حل: ابتدا با استفاده از رابطهٔ زیر غلظت مولی محلول غلیظ اولیه را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{غلظت مولی}=\frac{۱۰ad}{\text{جرم مولی}}$$

آنگاه غلظت مولی محلول رقیق‌شده را حساب می‌کنیم تا به‌وسیلهٔ آن، pH محلول را حساب کنیم:

$$\text{غلظت مولی محلول غلیظ}=\frac{۱۰\times ۸/۴\times ۱/۲}{۶۳}=۱/۶\,mol.L^{-۱}$$

حالا باید مقدار مول اسید را در $۵mL$ از محلول اولیهٔ آن، محاسبه کنیم. سپس غلظت محلول ثانویه را به‌دست بیاوریم:

$$\text{مقدار مول }HNO_۳=۵mL\ \text{محلول}\times\frac{۱L\ \text{محلول}}{۱۰۰۰mL\ \text{محلول}}\times\frac{۱/۶mol\ \text{محلول}}{۱L\ \text{محلول}}$$

$$=۸\times ۱۰^{-۳}mol$$

$$\text{غلظت محلول ثانویه}=۸\times ۱۰^{-۳}mol\,HNO_۳\times\frac{۱}{۰/۱L\,HNO_۳}$$

$$=۸\times ۱۰^{-۲}mol.L^{-۱}\,HNO_۳$$

اکنون به راحتی می‌توانیم به وسیلهٔ غلظت اسید در محلول ثانویه pH محلول را محاسبه کنیم:

$$pH=-\log(\alpha\cdot M)=-\log(۱\times ۰/۰۸)=\log\frac{۱۰۰}{۸}$$

$$pH=۲-\log۸=۲-۳\log۲=۲-۳(۰/۳)=۱/۱$$

لطفاً حفظ کنید: $\log۲=۰/۳$ و همین‌طور: $\log۳=۰/۵$

۱۸۵۱. (گزینه ۳) گام اول در حل مسئله، به‌دست آوردن غلظت مولی هر ترکیب از روی pH محلول آن است:

$$HNO_۳: pH=۲\Rightarrow \alpha\cdot M=۱۰^{-pH}$$

$$\Rightarrow ۱\times M=۱۰^{-۲}\Rightarrow M=۰/۰۱\,mol.L^{-۱}$$

$$NaOH: pOH=۱۴-۱۲/۳=۱/۷\ ,\ \alpha\cdot M=۱۰^{-pOH}$$

$$\Rightarrow ۱\times M=۱۰^{-۱/۷}=۱۰^{-۲}\times ۱۰^{۰/۳}=۲\times ۱۰^{-۲}\Rightarrow M=۰/۰۲\,mol.L^{-۱}$$

حالا مسئلهٔ استوکیومتری را حل می‌کنیم:

$$۱HNO_۳\sim ۱NaOH$$

$$۴L\ \text{محلول اسید}\times\frac{۰/۰۱mol\ HNO_۳}{۱L\ \text{محلول اسید}}\times\frac{۱mol\ NaOH}{۱mol\ HNO_۳}\times\frac{۱L\ \text{محلول سود}}{۰/۰۲mol\ NaOH}$$

$$=۲L\ \text{محلول سود}$$

۱۸۵۲. (گزینه ۴)

استراتژی حل: ابتدا از pH محلول سود، غلظت مولی آن را به‌دست می‌آوریم، **دخل استوکیومتری واکنش را بیاریم!**

$$۲NaOH\sim ۱H_۲SO_۴$$

$$NaOH: pH=۱۲\Rightarrow pOH=۲\Rightarrow M=۱۰^{-۲}\,mol.L^{-۱}$$

$$۸۰۰ml\ \text{محلول سود}\times\frac{۱L\ \text{محلول سود}}{۱۰^۳ml\ \text{محلول سود}}\times\frac{۱۰^{-۲}mol\ NaOH}{۱L\ \text{محلول سود}}$$

$$\text{محلول اسید}=۴۰۰g\times\frac{۱mol\,H_۲SO_۴}{۲mol\ NaOH}\times\frac{۹۸g\,H_۲SO_۴}{۱mol\,H_۲SO_۴}\times\frac{۱۰۰g\ \text{محلول اسید}}{۹۸g\,H_۲SO_۴}$$

۱۸۵۳. (گزینه ۱)

$$۱NaOH\sim ۱HCl$$

قبل از هر چیز، لازم است غلظت مولی محلول هیدروکلریک‌اسید را از روی مقدار pH آن مشخص کنیم:

$$HCl: pH=۰/۷\Rightarrow M=۱۰^{-۰/۷}=۱۰^{-۱}\times ۱۰^{۰/۳}=۰/۲\,mol.L^{-۱}$$

$$۴L\times\frac{۱۰^۳mL\ \text{محلول سود}}{۱L\ \text{محلول سود}}\times\frac{۱/۲۵g\ \text{محلول سود}}{۱mL\ \text{محلول سود}}\times\frac{۵g\ NaOH}{۱۰۰g\ \text{محلول سود}}$$

$$\times\frac{۱mol\ NaOH}{۴۰g\ NaOH}\times\frac{۱mol\ HCl}{۱mol\ NaOH}\times\frac{۱L\ \text{محلول اسید}}{۰/۲mol\ HCl}$$

$$=۳۱/۲۵L\ \text{محلول اسید}$$

۱۸۵۴. (گزینه ۱)

$$۱Ca(OH)_۲\sim ۲HNO_۳$$

ابتدا غلظت مولی محلول نیتریک‌اسید را از روی مقدار کلسیم‌هیدروکسید به‌دست می‌آوریم:

$$۸۰۰g\ \text{محلول کلسیم هیدروکسید}\times\frac{۷۴۰g\ Ca(OH)_۲}{۱۰^۶g\ \text{محلول کلسیم هیدروکسید}}$$

$$\times\frac{۱mol\ Ca(OH)_۲}{۷۴g\ Ca(OH)_۲}\times\frac{۲mol\ HNO_۳}{۱mol\ Ca(OH)_۲}=۰/۰۱۶\,mol\,HNO_۳$$

حالا غلظت مولی محلول نیتریک‌اسید را حساب می‌کنیم:

$$HNO_۳: M=\frac{۰/۰۱۶mol}{۰/۳۲L}=\frac{۱۶}{۳۲\times ۱۰}=\frac{۱}{۲۰}\,mol.L^{-۱}$$

و ضربهٔ آخر! محاسبهٔ pH محلول نیتریک‌اسید:

$$pH=-\log\frac{۱}{۲۰}=\log۲۰=\log(۲\times ۱۰)=۱+\log۲=۱/۳$$

۱۸۵۵. (گزینه ۱)

$$۱CH_۳COOH\sim ۱NaOH$$

ابتدا غلظت مولی محلول اسید را از روی pH به‌دست می‌آوریم:

$$CH_۳COOH: \alpha\cdot M=۱۰^{-pH}\Rightarrow \frac{۱۰}{۱۰۰}\times M=۱۰^{-۴}$$

$$\Rightarrow M=۰/۰۰۱\,mol.L^{-۱}$$

پیوست

معادلهٔ واکنش‌های کتاب درسی شیمی دهم، یازدهم، دوازدهم

ترکیب‌های ارائه شده در کتاب درسی و ویژگی‌های مهم آن‌ها

جدول پتانسیل‌های کاهشی استاندارد

جدول میانگین آنتالپی پیوندها

تدابیر و ترفندهای ریاضی در حل مسائل شیمی

جدول آنتالپی پیوندها

چهل فرمول طلایی شیمی

۱ تدابیر و ترفندهای ریاضی در حل مسائل شیمی

یکی از مشـــکلات جدی داوطلبان کنکور در درس شـــیمی، مواجه‌شدن با عددهای ناهنجاری است که حل بسیاری از مسائل شیمی در کنکور، به مواجه شدن با چنین عددهایی منجر می‌شود. خب! ماشین حساب هم که در جلسهٔ کنکور در دسترس دانش‌آموزان نیست. پس تنها راه حل منطقی این مشکل، آموختن یکسری تدابیر و ترفندهای ریاضی است تا ما را سریع به جواب برسانند.

در اینجا پس از توضیح این ترفندها، ۱۰ مســئله از کنکورهای گذشـــته را که در انجام محاسبات آن‌ها از این ترفندها استفاده می‌شود، حل می‌کنیم. لازم به ذکر اســـت که در پاســـخ بیش از ۱۰۰ مسئله در این کتاب، از این روش‌ها استفاده شده و از طریق QR code نیز، جزئیات روند استفاده از این ترفندها و آموزش کامل آن‌ها در اختیار شما قرار داده شده است.

روش ۱ **ساده کردن:** همهٔ شـــما قطعاً «ســـاده کردن» رو بلدید و حتماً هم تا حالا، صدها بار از عملیات ســـاده کردن عددها ضمن حل مسائل ریاضی، فیزیک و شیمی بهره گرفته‌اید. ولی خیلی وقتا حواستون نیست که می‌شه از عملیات ساده کردن، استفاده کرد.

مثال:

$$\frac{9\times12/25\times0/66\times34}{98\times51}=\frac{9\times12/25\times\frac{2}{3}\times2\times17}{98\times3\times17}=\frac{12/25\times2\times2}{98}=\frac{49}{98}=\frac{1}{2}$$

(۲×۱۷ → ۳ ، $\frac{2}{3}$)

می‌بینید که بدون استفاده از هر گونه تقریب، تخمین و ... صرفاً با تکیه بر عملیات ساده کردن، کسری با آن درجه از زمختی، برابر $\frac{1}{2}$ شد.

مثال: به کسر زیر توجه کنید:

$$\frac{127/68\times336}{22/4\times4/56}=\frac{12768\times3}{0/2\times456}=\frac{12768}{0/2\times152}=\frac{63840}{152}\Rightarrow$$

(۱۱۲×۳ ، ۱۱۲×۰/۲ ، ۱۲۷۶۸۰ ، ۳۱۹۲۰ ، ۱۵۲ ، ۲ ، ۷۶)

$$\begin{array}{r|l}31920 & 76\\ 304 & 420\\ \hline 152 & \\ 152 & \\ \hline 000 & \end{array}$$

تذکر: هرچه بیشتر از ماشین حساب دوری کرده و سعی در استفاده از عملیات ساده کردن داشته باشید، در فرایند ساده کردن خبره‌تر می‌شوید.

تذکر: هرگاه گزینه‌ها **اختلاف نســـبی** اندکی داشـــته باشـــند، به احتمال ۹۹/۹٪ عددهای ظاهراً ناجوری که در انتهای حل مسئله با آن‌ها مواجه می‌شوید، با یکدیگر ساده می‌شوند. وقتی بدانید عددها با هم ساده می‌شوند، راه ساده کردن را هم پیدا می‌کنید.

کمی تردید دارم در این که مفهوم «**اختلاف نسبی**» را که گفتیم، همه‌تون به درستی بلد باشید.

به نظر شما اختلاف نسبی ۸۰۰ و ۹۰۰ بیشتره یا ۰/۰۱ و ۰/۰۲؟

نسبت ۹۰۰ به ۸۰۰ برابر $\frac{9}{8}$ و نسبت ۰/۰۲ به ۰/۰۱ برابر $\frac{2}{1}$ است. پس اختلاف نسبی ۰/۰۲ و ۰/۰۱ به مراتب بیشتر از اختلاف نسبی ۹۰۰ و ۸۰۰ است.

یقیناً حالا همه‌تون این موضوع را گرفتید.

تذکر: یکی از ترفندهای ریاضی که در قســـمت بعدی معرفی شـــده و من نام «**دوبلاسیون**» را روی آن گذشته‌ام، زمینه‌ساز سهولت در انجام فرایند «ساده کردن عددها با یکدیگر» است. دوبلاسیون را که یاد گرفتید، از فرایند ساده کردن، بیشتر و آسان‌تر می‌توانید استفاده کنید.

روش ۲ **دوبلاسیون!** اگر دو عدد در یکدیگر ضرب شده‌اند، می‌توان یکی را در ۲ ضرب و دیگری را به ۲ تقسیم کرد و در صورتی‌که دو عدد به یکدیگر تقسیم شده‌اند، می‌توان هر دو را در ۲ ضرب کرد. من این عملیات را با نام **دوبلاسیون** معرفی کرده‌ام .

خُب! این دوبلاسیون چه خیری برای ما داره؟

دوبلاسیون اگر در جای مناسب مورد استفاده قرار بگیره، موجب کاهش تعداد رقم عددها شده و محاسبه را آسان‌تر می‌کند.

توجه کنید: بیش‌ترین مواردی که دوبلاسیون کاربرد پیدا می‌کند، جاهایی است که با عددی سروکار داریم که رقم سمت راست آن ۵ است. ضرب کردن این عدد در ۲، کار ما را آسان‌تر می‌کند.

مثال: فرض کنید در انتهای مسئله‌ای به ۶/۱۲۵×۱۶ رسیده‌ایم:

ضرب در ۲ ← دوبلاسیون ← ۹۸ ← ۲×۴۹ ← ۲۴/۵×۴ ← ۱۲/۲۵×۸ ← ۶/۱۲۵×۱۶

تقسیم بر ۲ ← دوبلاسیون

توجه: گاهی در ضرب یا تقســـیم دو عدد، با این‌که رقم یکان هیچ‌کدام از دو عدد ۵ نیســـت، ولی ترفند دوبلاســـیون موجب کم شدن تعداد رقم‌ها شده و محاسبه را آسان‌تر می‌کند. به عنوان نمونه، به جای ۲۶۴×۱۶ می‌توان با استفاده از ترفند دوبلاسیون نوشت: ۵۲۸×۸، تا به این ترتیب به جای ضرب عدد ۳ رقمی در عدد ۲ رقمی، ضرب عدد ۳ رقمی در عدد یک رقمی را جایگزین کنیم.

روش ۳ **فیتیلاسیون!** ضرب و تقسیم‌های مشخصی وجود دارند که می‌شه انجامشون نداد! منظورم اینه‌که می‌شه به جاش، کار راحت‌تری انجام داد.

مثلاً فکر کن می‌خوای عدد ۱۴۴ را در ۱۲۵ ضرب کنی. مصیبتیه به خدا! من که حوصله‌شو ندارم.

خُب، می‌تونی به‌جای انجام این ضرب وقت‌گیر، عدد ۱۴۴ رو در $\frac{1000}{8}$ ضرب کنی. **این‌جوری:**

$$144\times125=144\times\frac{1000}{8}=18000$$

۳۱. واکنش تولید رسوب کلسیم فسفات:

$$3CaCl_2(aq) + 2Na_3PO_4(aq) \longrightarrow 6NaCl(aq) + \underbrace{Ca_3(PO_4)_2(s)}_{\text{رسوب}}$$

۳۲. واکنش تولید رسوب سفید رنگ باریم سولفات:

$$Na_2SO_4(aq) + BaCl_2(aq) \longrightarrow 2NaCl(aq) + \underbrace{BaSO_4(s)}_{\text{رسوب سفید رنگ}}$$

۳۳. عبور جریان برق از منیزیم کلرید مذاب و تهیهٔ فلز منیزیم:

$$MgCl_2(l) \longrightarrow Mg(l) + Cl_2(g)$$

۳۴ تا ۳۶. معادلهٔ انحلال چند ترکیب یونی:

$$\begin{cases} Na_2S(s) \xrightarrow{H_2O} 2Na^+(aq) + S^{2-}(aq) \\ Al(NO_3)_3(s) \xrightarrow{H_2O} Al^{3+}(aq) + 3NO_3^-(aq) \\ BaCl_2(s) \xrightarrow{H_2O} Ba^{2+}(aq) + 2Cl^-(aq) \end{cases}$$

۳ معادلهٔ واکنش‌های کتاب درسی شیمی یازدهم

۳۷ تا ۳۹: واکنش فلزهای قلیایی با گاز کلر:

$$2Li(s) + Cl_2(g) \longrightarrow 2LiCl(s)$$

$$2Na(s) + Cl_2(g) \longrightarrow 2NaCl(s)$$

$$2K(s) + Cl_2(g) \longrightarrow 2KCl(s)$$

■ از نظر شدت واکنش با گاز کلر: $K > Na > Li$، زیرا هر چه شعاع اتمی فلز، بزرگ‌تر باشد، واکنش‌پذیری بیشتری دارد.

۴۰. واکنش فلز سدیم با اکسیژن هوا:

■ جلای فلز سدیم در مجاورت هوا به سرعت از بین می‌رود. زیرا سدیم اکسید حاصل از واکنش سدیم با اکسیژن هوا، جلای مربوط به فلز سدیم را ندارد.

$$4Na(s) + O_2(g) \longrightarrow 2Na_2O(s)$$

۴۱ تا ۴۴: واکنش هالوژن‌ها با گاز هیدروژن:

$$F_2(g) + H_2(g) \longrightarrow 2HF(g)$$

$$Cl_2(g) + H_2(g) \longrightarrow 2HCl(g)$$

$$Br_2(l) + H_2(g) \longrightarrow 2HBr(aq)$$

$$I_2(s) + H_2(g) \xrightarrow{T>400^\circ C} 2HI(g)$$

■ از نظر شدت واکنش با هیدروژن: $I_2 < Br_2 < Cl_2 < F_2$، زیرا هر چه شعاع اتمی نافلز، کوچک‌تر باشد، واکنش‌پذیری بیشتری دارد.

۴۵. واکنش محلول سدیم هیدروکسید با محلول آهن (II) کلرید:

$$FeCl_2(aq) + 2NaOH(aq) \longrightarrow Fe(OH)_2(s) + 2NaCl(aq)$$

■ از این واکنش برای شناسایی یون Fe^{2+} در محلول آبی می‌توان استفاده کرد. زیرا $Fe(OH)_2$ حاصل، رسوبی به رنگ سبز است و تولید این رسوب سبز، نشان از وجود یون Fe^{2+} در محلول آبی دارد.

۴۶. واکنش محلول سدیم هیدروکسید با محلول آهن (III) کلرید:

$$FeCl_3(aq) + 3NaOH(aq) \longrightarrow Fe(OH)_3(s) + 3NaCl(aq)$$

■ از این واکنش برای شناسایی یون Fe^{3+} در محلول آبی می‌توان استفاده کرد. زیرا $Fe(OH)_3$ حاصل، رسوبی به رنگ قرمز قهوه‌ای است و تولید رسوبی با این رنگ، نشان از وجود یون Fe^{3+} در محلول آبی خواهد داشت.

۴۷. واکنش فلز آهن با محلول مس (II) سولفات:

$$Fe(s) + CuSO_4(aq) \longrightarrow FeSO_4(aq) + Cu(s)$$

■ انجام این واکنش، نمایانگر واکنش‌پذیری بیشتر آهن در مقایسه با مس است.

۴۸ تا ۵۰: واکنش فلزهای نقره، سدیم و روی با اکسیژن:

$$2Ag(s) + O_2(g) \longrightarrow Ag_2O(s)$$

$$2Na(s) + O_2(g) \longrightarrow Na_2O(s)$$

$$Zn(s) + O_2(g) \longrightarrow ZnO(s)$$

■ از نظر مقایسهٔ شدت واکنش با گاز اکسیژن: $Na > Zn > Ag$، زیرا واکنش‌پذیری فلز قلیایی سدیم، به مراتب بیشتر از فلز روی است و فلز روی در مقایسه با فلز نقره، واکنش‌پذیرتر است.

۵۱. واکنش فلز سدیم با آهن (II) اکسید:

$$FeO(s) + 2Na(s) \xrightarrow{\Delta} Na_2O(s) + Fe(s)$$

■ انجام این واکنش نمایانگر واکنش‌پذیری بیشتر فلز سدیم در مقایسه با فلز آهن است.

۵۲. واکنش گرافیت با آهن (II) اکسید:

$$FeO(s) + C(s) \xrightarrow{\Delta} CO_2(g) + Fe(s)$$

■ انجام این واکنش، نمایانگر واکنش‌پذیری بیشتر واکنش‌دهنده‌های این واکنش نسبت به فراورده‌های آن است. جور دیگری هم می‌توان نتیجه گرفت: تمایل عنصر کربن (گرافیت) برای ترکیب شدن با اکسیژن، در مقایسه با فلز آهن، بیشتر است.

۵۳. استخراج فلز آهن از سنگ معدن مربوط به آهن (III) اکسید توسط کربن (گرافیت): $2Fe_2O_3(s)+3C(s)\xrightarrow{\Delta}4Fe(s)+3CO_2(g)$

■ از فلز سدیم نیز می‌توان برای استخراج فلز آهن از Fe_2O_3 استفاده کرد، اما به دلیل دسترسی آسان‌تر به کربن (گرافیت) و جنبه‌های اقتصادی، در مجتمع فولاد مبارکه از کربن برای استخراج فلز آهن استفاده می‌شود.

۵۴. واکنش تجزیهٔ بی‌هوازی گلوکز: $C_6H_{12}O_6(aq)\longrightarrow 2C_2H_5OH(aq)+2CO_2(g)$

■ انجام این واکنش، یکی از راه‌های تهیهٔ سوخت سبز است.

■ توجه کنید که ترکیب‌های آلی دارای اکسیژن مانند اتانول، سوخت سبز محسوب شده و زیست تخریب‌پذیر به شمار می‌آیند.

۵۵. واکنش ترمیت: $2Al(s)+Fe_2O_3(s)\longrightarrow Al_2O_3(s)+2Fe(l)$

■ این واکنش به شدت گرماده است و از آن، برای جوشکاری با آهن در صنعت استفاده می‌شود.

■ انجام این واکنش نمایانگر واکنش‌پذیری بیشتر فلز آلومینیم در مقایسه با فلز آهن است.

۵۶. واکنش فلز آهن با هیدروکلریک اسید: $Fe(s)+2HCl(aq)\longrightarrow FeCl_2(aq)+H_2(g)$

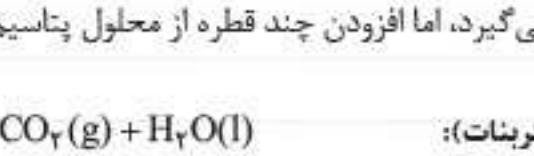
■ انجام این واکنش نشان می‌دهد که فلز آهن واکنش‌پذیرتر از گاز H_2 است.

■ آهن در واکنش با یون $H^+(aq)$ از ظرفیت پایین‌تر خود یعنی (۲) استفاده می‌کند.

۵۷. واکنش آهن (III) اکسید با کربن مونوکسید: $Fe_2O_3(s)+3CO(g)\longrightarrow 2Fe(s)+3CO_2(g)$

■ برای استخراج فلز آهن از آهن (III) اکسید، علاوه بر کربن، از کربن مونوکسید هم می‌توان استفاده کرد.

۵۸. واکنش آب با اتن و تولید اتانول:



■ در این واکنش از سولفوریک اسید به عنوان کاتالیزگر استفاده می‌شود. در واقع، گاز اتن را در مخلوط آب و اسید وارد می‌کنند.

■ این واکنش برای تهیهٔ اتانول در مقیاس صنعتی به کار می‌رود.

۵۹. واکنش برم با اتن:

■ با انجام این واکنش، رنگ قرمز برم از بین می‌رود. بنابراین از این واکنش می‌توان برای شناسایی اتن استفاده کرد.

۶۰. جذب گاز گوگرد دی‌اکسید توسط کلسیم اکسید: $SO_2(g)+CaO(s)\longrightarrow CaSO_3(s)$

۶۱. واکنش فلز آلومینیم بر محلول مس (II) سولفات: $2Al(s)+3CuSO_4(aq)\longrightarrow 3Cu(s)+Al_2(SO_4)_3(aq)$

■ انجام این واکنش نمایانگر واکنش‌پذیری بیشتر فلز Al نسبت به فلز Cu است.

۶۲. تهیهٔ سیلیسیم از اثر گرافیت بر سیلیس: $SiO_2(s)+2C(s)\xrightarrow{3000^\circ C}Si(l)+2CO_2(g)$

■ با استفاده از این واکنش، سیلیسیم تهیه می‌شود که عنصر اصلی سازندهٔ سلول‌های خورشیدی است.

۶۳. اکسایش گلوکز: $C_6H_{12}O_6(s)+6O_2(g)\longrightarrow 6CO_2(g)+6H_2O(l)+2800kJ$

■ با انجام این واکنش در بدن ما، انرژی لازم تولید می‌شود.

۶۴ و ۶۵. واکنش گرافیت و الماس با اکسیژن: $C(s,\text{گرافیت})+O_2(g)\longrightarrow CO_2(g)+393/5kJ$

$C(s,\text{الماس})+O_2(g)\longrightarrow CO_2(g)+395/4kJ$

■ تولید گرمای بیشتر در واکنش الماس با اکسیژن، نشان‌گر بالاتر بودن سطح انرژی الماس نسبت به گرافیت و به عبارتی، پایدارتر بودن گرافیت نسبت به الماس است.

۶۶. واکنش فتوسنتز: $6CO_2(g)+6H_2O(l)+2800kJ\longrightarrow C_6H_{12}O_6(s)+6O_2(g)$

■ فرایند فتوسنتز برعکس واکنش اکسایش گلوکز بوده و گرماگیر است.

۶۷ و ۶۸. سوختن اتان و اتانول:

$2C_2H_6(g)+7O_2(g)\xrightarrow{25^\circ C}4CO_2(g)+6H_2O(l)+3120kJ$

$C_2H_5OH(g)+3O_2(g)\xrightarrow{25^\circ C}2CO_2(g)+3H_2O(l)+1368kJ$

■ ارزش سوختی و نیز، گرمای سوختن مولی اتان بیشتر از اتانول است.

۶۹. تجزیهٔ هیدروژن پراکسید: $2H_2O_2(aq)\xrightarrow{KI}2H_2O(l)+O_2(g)$

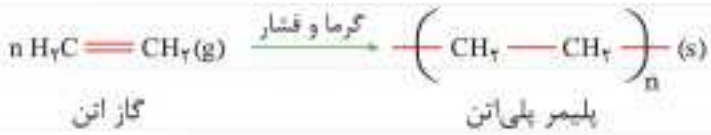
■ تجزیهٔ H_2O_2 در محلول آبی آن، به کندی انجام می‌گیرد، اما افزودن چند قطره از محلول پتاسیم یدید (به عنوان کاتالیزگر)، سرعت واکنش را به‌طور چشمگیری افزایش می‌دهد.

۷۰. اثر هیدروکلریک اسید بر سنگ آهک (کلسیم کربنات): $CaCO_3(s)+2HCl(aq)\longrightarrow CaCl_2(aq)+CO_2(g)+H_2O(l)$

۷۱. تبدیل مالتوز به گلوکز در اثر جذب آب: $C_{12}H_{22}O_{11}(aq)+H_2O(l)\longrightarrow 2C_6H_{12}O_6(aq)$

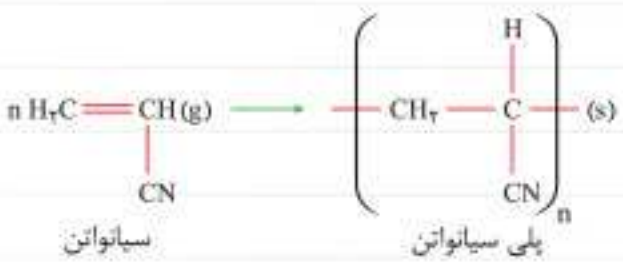
■ قند موجود در جوانهٔ گندم، مالتوز است که با جذب آب، مطابق واکنش بالا موجب تشکیل گلوکز می‌شود.

۷۲. پلیمر شدن گاز اتن و تشکیل پلی‌اتن:



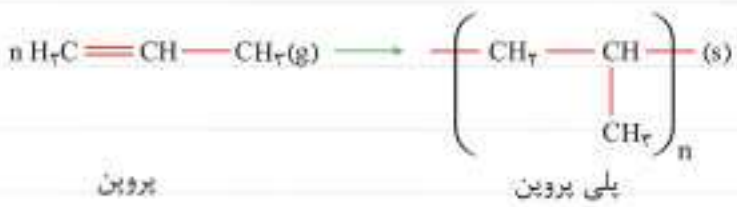
■ گاز اتن در برابر گرما و فشار، به جامد سفید رنگی تبدیل می‌شود که همان پلی‌اتن است.

۷۳. پلیمر شدن سیانو اتن و تشکیل پلی‌سیانو اتن:

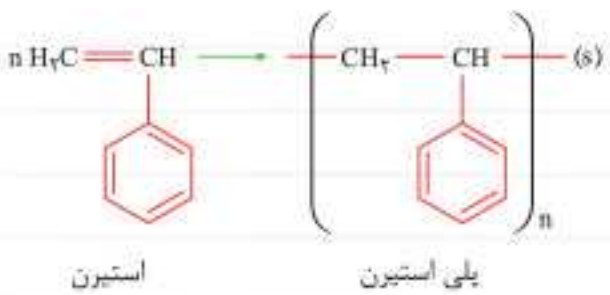


■ پلی‌سیانو اتن که از آن در ساخت پتو استفاده می‌شود، در ساختار خود از پیوندهای سه‌گانهٔ C ≡ N برخوردار است.

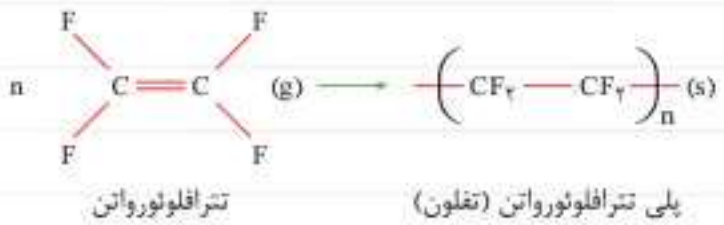
۷۴. پلیمر شدن پروپن:



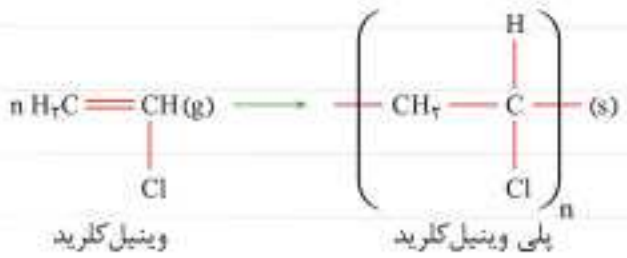
۷۵. پلیمر شدن استیرن:



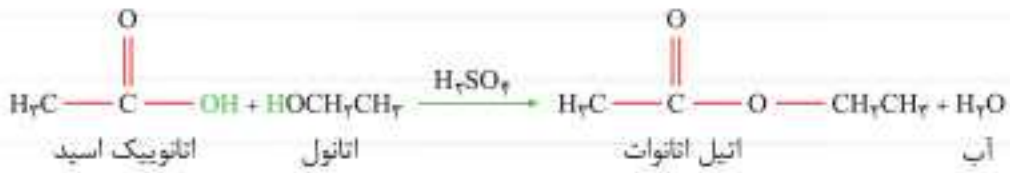
۷۶. تهیهٔ تفلون:



۷۷. تهیهٔ پلی‌وینیل کلرید (P.V.C):



۷۸. واکنش استری شدن اتانوییک اسید با اتانول:

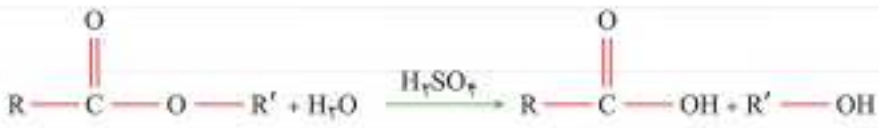


■ این واکنش در مجاورت کاتالیزگر H_2SO_4 انجام می‌گیرد.

■ به‌طور کلی از واکنش هر کربوکسیلیک اسیدی با هر الکلی، ترکیبی از خانوادهٔ استرها به همراه آب تولید می‌شود.

۷۹. واکنش تشکیل پلی‌استر از واکنش دی‌اسید با دی‌الکل:

۸۰. آبکافت استر:



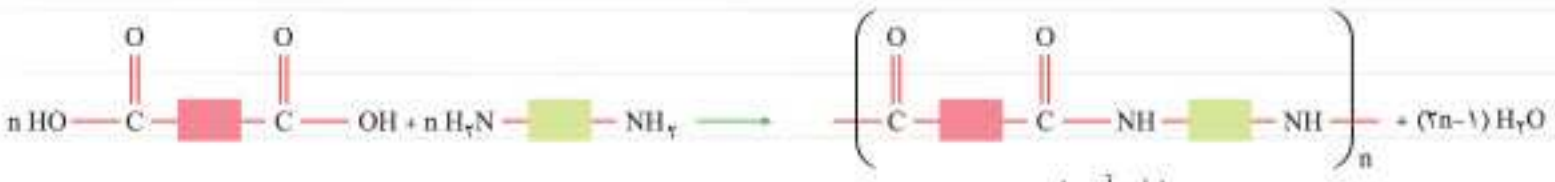
■ این واکنش، عکس واکنش استری شدن کربوکسیلیک اسید با الکل است.

۸۱. تشکیل آمید از واکنش کربوکسیلیک اسید با آمین:

(آمید)

۸۲. آبکافت آمید:

۸۳. تشکیل پلی‌آمید از پلیمر شدن دی‌اسید با دی‌آمین:



(پلی آمید)

۴ معادلهٔ واکنش‌های کتاب درسی شیمی دوازدهم

۸۴. واکنش صابون با محلول منیزیم کلرید یا کلسیم کلرید (تعداد منیزیم یا کلسیم را با M نشان داده‌ایم):

$$2RCOONa(aq) + MCl_2(aq) \longrightarrow (RCOO)_2M(s) + 2NaCl(aq)$$

این واکنش‌ها باعث می‌شوند صابون در آب سخت به خوبی کف نکند.

■ **واکنش اکسید نافلز + آب:** این واکنش‌ها باعث تولید اسید می‌شوند.

۸۵. گوگرد تری‌اکسید: $SO_3(g) + H_2O(l) \longrightarrow H_2SO_4(aq)$

۸۶. کربن دی‌اکسید: $CO_2(g) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_2CO_3(aq)$

■ **واکنش اکسید فلز + آب:** این واکنش‌ها باعث تولید باز می‌شوند.

۸۷. فلز گروه ۱ (قلیایی): $M_2O(s) + H_2O(l) \longrightarrow 2MOH(aq)$

۸۸. فلز گروه ۲ (قلیایی خاکی): $MO(s) + H_2O(l) \longrightarrow M(OH)_2(aq)$

■ **یونش اسیدهای قوی در آب:**

۸۹. هیدرویدیک‌اسید: $HI(aq) \longrightarrow H^+(aq) + I^-(aq)$

۹۰. هیدروبرومیک‌اسید: $HBr(aq) \longrightarrow H^+(aq) + Br^-(aq)$

۹۱. هیدروکلریک‌اسید: $HCl(aq) \longrightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq)$

۹۲. نیتریک‌اسید: $HNO_3(aq) \longrightarrow H^+(aq) + NO_3^-(aq)$

۹۳. سولفوریک‌اسید (یونش اول): $H_2SO_4(aq) \longrightarrow H^+(aq) + HSO_4^-(aq)$

α (آلفا) برای این اسیدها برابر با ۱ یا ٪۱۰۰ است.

■ **یونش اسیدهای ضعیف در آب:**

۹۴. هیدروفلوئوریک‌اسید: $HF(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + F^-(aq)$

۹۵. نیترو اسید: $HNO_2(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + NO_2^-(aq)$

۹۶. هیدروسیانیک‌اسید: $HCN(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + CN^-(aq)$

۹۷. کربنیک‌اسید: $H_2CO_3(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + HCO_3^-(aq)$

۹۸. تمام اسیدهای آلی، اسیدهای ضعیف هستند. $RCOOH(aq) \rightleftharpoons RCOO^-(aq) + H^+(aq)$

■ **تفکیک بازهای قوی در آب:**

۱۲۵. **واکنشی که در نوعی باتری دگمه‌ای انجام می‌شود:**

$$Zn(s)+Ag_2O(s)\longrightarrow ZnO(s)+2Ag(s)$$

این واکنش، از جنس واکنش‌های اکسایش ـ کاهش است.

۱۲۶. **واکنش هالوژن بالاتر و نمک هالوژن پایین‌تر:**

$$\underset{\text{عنصر۱}}{X_2}+\underset{\text{نمک۲}}{2NaW}\longrightarrow\underset{\text{نمک۱}}{2NaX}+\underset{\text{عنصر۲}}{W_2}$$

۱۲۷. **واکنش فلز سدیم و گاز کلر:**

$$2Na(s)+Cl_2(g)\longrightarrow 2NaCl(s)$$

این واکنش گرماده است ($\Delta H<0$)

۱۲۸ تا ۱۳۰. **واکنش‌های سوختن:**

ـ گوگرد:

$$S(s)+O_2(g)\longrightarrow SO_2(g)$$

ـ کربن مونوکسید:

$$2CO(g)+O_2(g)\longrightarrow 2CO_2(g)$$

سوختن کامل هیدروکربن‌ها:

$$C_xH_y+(x+\frac{y}{4})O_2\longrightarrow xCO_2+\frac{y}{2}H_2O$$

■ **فرایند هابر**

$$3H_2(g)+N_2(g)\overset{\text{کاتالیزگر}}{\rightleftharpoons}2NH_3(g)$$

در دما و فشار بالا رخ می‌دهد. (دما: $450^\circ C$، فشار: $200\,atm$)

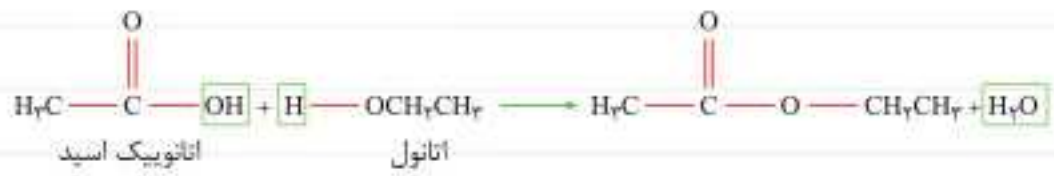
۱۳۱. **واکنش گاز هیدروژن با بخار ید:**

$$H_2(g)+I_2(g)\rightleftharpoons 2HI(g)$$

۱۳۲. **تجزیهٔ گوگرد تری‌اکسید:**

$$2SO_3(g)\rightleftharpoons 2SO_2(g)+O_2(g)$$

۱۳۳. **تولید اتیل‌استات:**



۱۳۴ تا ۱۳۶. **واکنش افزایشی آلکن‌ها (به‌طور مثال اتن):**

ـ هیدروژن:

$$C_2H_4(g)+H_2(g)\overset{\text{کاتالیزگر}}{\longrightarrow}C_2H_6(g)$$

ـ هیدروژن کلرید

$$C_2H_4(g)+HCl(g)\longrightarrow C_2H_5Cl(g)$$

ـ آب:

$$C_2H_4(g)+H_2O(l)\overset{\text{اسید}}{\longrightarrow}\underset{\text{اتانول}}{CH_3CH_2OH(l)}$$

۱۳۷. **تولید متانول:**

$$CO(g)+2H_2(g)\overset{\text{کاتالیزگر}}{\longrightarrow}CH_3OH(g)$$

۱۳۸. **واکنش گاز اکسیژن و نیتروژن مونوکسید:**

$$2NO(g)+O_2(g)\rightleftharpoons 2NO_2(g)$$

یکی از مراحل تولید اوزون تروپوسفری است.

۱۳۹. **تجزیهٔ دی‌نیتروژن تترااکسید:**

$$N_2O_4(g)\rightleftharpoons 2NO_2(g)$$

محصول واکنش به رنگ قهوه‌ای است و واکنش‌دهنده بی‌رنگ است.

۱۴۰. **واکنش تجزیهٔ NOCl:**

$$2NOCl(g)\longrightarrow 2NO(g)+Cl_2(g)$$

این واکنش گرماگیر است.

۱۴۱. **واکنش کربن مونوکسید و بخار آب:**

$$CO(g)+H_2O(g)\rightleftharpoons CO_2(g)+H_2(g)$$

۵ چهل فرمول طلایی شیمی

۱. محاسبهٔ جرم اتمی میانگین ($\bar{M}$) عنصری با دو ایزوتوپ دارای عدد جرمی به ترتیب M_1 و M_2 و فراوانی به ترتیب F_1٪ و F_2٪: (شیمی دهم فصل ۱)

(عدد جرمی ایزوتوپ سبک‌تر = M_1)

$$\bar{M}=M_1+\frac{F_2}{100}(M_2-M_1)$$

۲. محاسبهٔ جرم اتمی میانگین ($\bar{M}$) عنصر با سه ایزوتوپ: (شیمی دهم فصل ۱)

$$\bar{M}=M_1+\frac{F_2}{100}(M_2-M_1)+\frac{F_3}{100}(M_3-M_1)$$

۳۹. تعیین pH محلول حاصل از مخلوط‌شدن V_1 لیتر محلول M_1 مولار اسید قوی HX و V_2 لیتر محلول M_2 مولار باز قوی BOH:

(شیمی دوازدهم فصل ۱)

اگر محلول نهایی اسیدی باشد: $[H^+]_{\text{نهایی}} = \frac{M_1V_1 - M_2V_2}{V_1 + V_2}$ ، $pH_{\text{نهایی}} = -\log[H^+]_{\text{نهایی}}$

اگر محلول نهایی بازی باشد: $[OH^-]_{\text{نهایی}} = \frac{M_2V_2 - M_1V_1}{V_1 + V_2}$ ، $pH_{\text{نهایی}} = 14 + \log[OH^-]_{\text{نهایی}}$

اگر محلول نهایی خنثی باشد: $[H^+] = [OH^-]$ ، $pH_{\text{نهایی}} = 7$ (در دمای $25^\circ C$)

۴۰. محاسبهٔ emf یا ولتاژ سلول گالوانی استاندارد:

(شیمی دوازدهم فصل ۲)

$$E^\circ_{\text{سلول}} = \text{ولتاژ} = \text{emf} = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{اند}}$$

۶ ترکیب‌های ارائه شده در کتاب درسی و ویژگی‌های مهم آن‌ها

شماره	نام ترکیب	فرمول	توضیح
۱	متان	CH_4	اولین عضو خانواده آلکان‌ها
۲	اتان	C_2H_6	
۳	پروپان	C_3H_8	
۴	بوتان	C_4H_{10}	
۵	سیکلوهگزان	C_6H_{12}	هیدروکربن حلقوی سیرشده
۶	بنزن	C_6H_6	سردسته هیدروکربن‌های آروماتیک
۷	نفتالن	$C_{10}H_8$	هیدروکربن آروماتیک - شامل ۲ حلقه بنزنی
۸	استیرن	$C_6H_5 - CH = CH_2$	مونومر پلی‌استایرن - هیدروکربن آروماتیک
۹	گریس	$C_{18}H_{38}$	
۱۰	وازلین	$C_{25}H_{52}$	
۱۱	پارازایلن	$CH_3 - C_6H_4 - CH_3$	از اکسایش آن توسط محلول گرم و غلیظ پتاسیم پرمنگنات، ترفتالیک اسید حاصل می‌شود
۱۲	متانول	CH_3OH	اولین عضو خانواده الکل‌ها
۱۳	اتانول	C_2H_5OH	یکی از مهم‌ترین حلال‌های صنعتی- به هر نسبتی در آب حل می‌شود
۱۴	دی متیل اتر	$CH_3 - O - CH_3$	
۱۵	دی اتیل اتر	$C_2H_5 - O - C_2H_5$	
۱۶	اتیلن گلیکول	$HO - CH_2 - CH_2 - OH$	کاربرد به عنوان ضدیخ - محلول در آب و نامحلول در هگزان
۱۷	متانوییک اسید (فرمیک اسید)	$H - COOH$	ساده‌ترین کربوکسیلیک اسید - جوهر مورچه
۱۸	اتانوییک اسید (استیک اسید)	CH_3COOH	آشناترین کربوکسیلیک اسید - جوهر سرکه
۱۹	اگزالیک اسید	$HOOC - COOH$	
۲۰	بنزوییک اسید	$C_6H_5 - COOH$	کاربرد به عنوان ماده نگهدارنده در مواد غذایی کنسرو شده
۲۱	استون	$CH_3 - CO - CH_3$	حلال لاک - به هر نسبتی در آب حل می‌شود
۲۲	بنزآلدهید	$C_6H_5 - CHO$	ایجاد کننده عطر مغز بادام

شماره	نام ترکیب	فرمول	توضیح
۷۸	حلبی	ورقه آهنی پوشیده از فلز قلع	در صورت خراشیده شدن، آهن موجود در آن زنگ زده و خورده می‌شود
۷۹	شیر منیزی	شربت معده که شامل منیزیم هیدروکسید است	یکی از انواع آنتی‌اسیدها
۸۰	کولار	پلی‌آمید ساختگی بسیار محکم	پلیمری با استحکام پنج برابر بیش‌تر از فولاد هم‌جرم خود- کاربرد در تهیه تایر اتومبیل، قایق بادبانی و لباس‌های ویژه مقاوم
۸۱	صابون	نمک سدیم، پتاسیم یا آمونیوم اسیدهای چرب	جزء آنیونی آن شامل دو بخش قطبی (آبدوست) و ناقطبی (آبگریز و چربی دوست) است

۷ جدول پتانسیل‌های کاهشی استاندارد

نیم‌واکنش کاهش	E° (ولت)
$Ti^{2+}(aq)+2e^- \rightleftharpoons Ti(s)$	−۰/۱۶۳
$Mo^{3+}(aq)+3e^- \rightleftharpoons Mo(s)$	−۰/۲
$V^{3+}(aq)+e^- \rightleftharpoons V^{2+}(aq)$	−۰/۲۵۵
$Ni^{2+}(aq)+2e^- \rightleftharpoons Ni(s)$	−۰/۲۵۷
$Co^{2+}(aq)+2e^- \rightleftharpoons Co(s)$	−۰/۲۷۷
$Ti^{3+}(aq)+e^- \rightleftharpoons Ti^{2+}(aq)$	−۰/۳۷
$Cr^{3+}(aq)+e^- \rightleftharpoons Cr^{2+}(aq)$	−۰/۴۲۴
$Cd^{2+}(aq)+2e^- \rightleftharpoons Cd(s)$	−۰/۴۰۳۰
$Fe^{2+}(aq)+2e^- \rightleftharpoons Fe(s)$	−۰/۴۴
$Ga^{3+}(aq)+3e^- \rightleftharpoons Ga(s)$	−۰/۵۶
$Cr^{3+}(aq)+3e^- \rightleftharpoons Cr(s)$	−۰/۷۴
$Zn^{2+}(aq)+2e^- \rightleftharpoons Zn(s)$	−۰/۷۶۱۸
$2H_2O(l)+2e^- \rightleftharpoons H_2(g)+2OH^-(aq)$	−۰/۸۲۸
$Cr^{2+}(aq)+2e^- \rightleftharpoons Cr(s)$	−۰/۹۰
$SiO_2(s)+4H^+(aq)+4e^- \rightleftharpoons Si(s)+2H_2O(l)$	−۰/۹۰۹
$V^{2+}(aq)+2e^- \rightleftharpoons V(s)$	−۱/۱۳
$Mn^{2+}(aq)+2e^- \rightleftharpoons Mn(s)$	−۱/۱۷
$Al^{3+}(aq)+3e^- \rightleftharpoons Al(s)$	−۱/۶۷۶
$Mg^{2+}(aq)+2e^- \rightleftharpoons Mg(s)$	−۲/۳۵۶
$Ca^{2+}(aq)+2e^- \rightleftharpoons Ca(s)$	−۲/۸۴
$Ba^{2+}(aq)+2e^- \rightleftharpoons Ba(s)$	−۲/۹۱
$K^+(aq)+e^- \rightleftharpoons K(s)$	−۲/۹۳
$Li^+(aq)+e^- \rightleftharpoons Li(s)$	−۳/۰۴۰

نیم‌واکنش کاهش	E° (ولت)
$F_2(g)+2e^- \rightleftharpoons 2F^-(aq)$	۲/۸۷
$Co^{3+}(aq)+e^- \rightleftharpoons Co^{2+}(aq)$	۱/۹۲
$Au^+(aq)+e^- \rightleftharpoons Au(s)$	۱/۸۳
$Au^{3+}(aq)+3e^- \rightleftharpoons Au(s)$	۱/۵۲
$Mn^{3+}(aq)+e^- \rightleftharpoons Mn^{2+}(aq)$	۱/۵
$Cl_2(g)+2e^- \rightleftharpoons 2Cl^-(aq)$	۱/۳۹۶
$Au^{3+}(aq)+2e^- \rightleftharpoons Au^+(aq)$	۱/۳۶
$O_2(g)+4H^+(aq)+4e^- \rightleftharpoons 2H_2O(l)$	۱/۲۲۹
$Pt^{2+}(aq)+2e^- \rightleftharpoons Pt(s)$	۱/۲
$Br_2(l)+2e^- \rightleftharpoons 2Br^-(aq)$	۱/۰۸۷
$Ag^+(aq)+e^- \rightleftharpoons Ag(s)$	۰/۷۹۹۶
$Fe^{3+}(aq)+e^- \rightleftharpoons Fe^{2+}(aq)$	۰/۷۷۱
$O_2(g)+2H^++2e^- \rightleftharpoons H_2O_2$	۰/۶۹۵
$I_2(s)+2e^- \rightleftharpoons 2I^-(aq)$	۰/۵۳۵۵
$Cu^+(aq)+e^- \rightleftharpoons Cu(s)$	۰/۵۲
$O_2(g)+2H_2O(l)+4e^- \rightleftharpoons 4OH^-$	۰/۴۰۱
$Cu^{2+}(aq)+2e^- \rightleftharpoons Cu(s)$	۰/۳۴۱۹
$Cu^{2+}(aq)+e^- \rightleftharpoons Cu^+(aq)$	۰/۱۵۹
$Sn^{4+}(aq)+2e^- \rightleftharpoons Sn^{2+}(aq)$	۰/۱۵۴
$2H^+(aq)+2e^- \rightleftharpoons H_2(g)$	۰/۰۰
$Fe^{2+}(aq)+2e^- \rightleftharpoons Fe(s)$	−۰/۰۳۷
$Pb^{2+}(aq)+2e^- \rightleftharpoons Pb(s)$	−۰/۱۲۶
$Sn^{2+}(aq)+2e^- \rightleftharpoons Sn(s)$	−۰/۱۳۶