قوانین مربوط به نوشتن واکنش های شیمیایی _ انواع واکنش های شیمیایی

در ۸ سال اخیر ۳۲ بار در کنکورهای سراسری رشته ریاضی و تجربی از این مبحث سؤال طراحی شده است، پس از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است زیرا علاوه بر این که به‌طور مستقیم از آن سؤال طراحی شده است، پیش نیاز حل بسیاری از مسائل استوکیومتری نیز می‌باشد.

قوانین سوختن:

سوختن **یعنی ترکیب با اکسیژن به شرط آن‌که تولید نور و گرما نماید**؛ قوانین آن به صورت زیر است:

۱. به اندازه کربن، گاز CO_2 تولید می‌شود.

۲. به اندازه نصف هیدروژن، H_2O گازی تولید می‌شود.

۳. به اندازه‌ی نصف نیتروژن، گاز N_2 تولید می‌شود.

۴. اکسیژن فقط بایستی موازنه شود.

مثال: به واکنش‌های سوختن زیر دقت کنید:

سوختن اتان:
$$\begin{cases} C_2H_6+\frac{7}{2}O_2 \longrightarrow 2CO_2+3H_2O \\ 2C_2H_6+7O_2 \longrightarrow 4CO_2+6H_2O \end{cases}$$

برای آن‌که ضریب کسری نداشته باشیم دو طرف واکنش را در عدد (۲) ضرب کرده‌ایم.

$$\begin{cases} \text{تعداد کربن} = 2C \Rightarrow 2CO_2 \\ \text{تعداد هیدروژن} = 6H \Rightarrow 3H_2 \end{cases}$$

سوختن متان: $CH_4+2O_2 \longrightarrow CO_2+2H_2O$

سوختن اتن (اتیلن): $C_2H_4+3O_2 \longrightarrow 2CO_2+2H_2O$

سوختن اتین (استیلن):
$$\begin{cases} C_2H_2(g)+\frac{5}{2}O_2(g) \longrightarrow 2CO_2(g)+H_2O(g) \\ 2C_2H_2(g)+5O_2(g) \longrightarrow 4CO_2(g)+2H_2O(g) \end{cases}$$

برای آن‌که ضریب کسری نداشته باشیم ضرایب واکنش را در (۲) ضرب کرده‌ایم.

تعداد هیدروژن $= 2H \Rightarrow 1H_2O(g)$ تعداد کربن $= 2C \Rightarrow 2CO_2(g)$

سوختن گلوکز: $C_6H_{12}O_6(aq)+6O_2(g) \longrightarrow 6CO_2(g)+6H_2O(g)$

تعداد هیدروژن $= 12H \Rightarrow 6H_2O(g)$ تعداد کربن $= 6C \Rightarrow 6CO_2(g)$

سوختن بنزین (ایزو اُکتان):
$$\begin{cases} C_8H_{18}(g)+\frac{25}{2}O_2(g) \longrightarrow 8CO_2(g)+9H_2O(g) \\ 2C8H18(g)+25O_2(g) \longrightarrow 16CO_2(g)+18H_2O(g) \end{cases}$$

تعداد کربن $= 8C \Rightarrow 8CO_2(g)$

تعداد هیدروژن $= 18H \Rightarrow 9H_2O(g)$

برای آن‌که ضریب کسری نداشته باشیم، ضرایب واکنش را در عدد ۲ ضرب کرده‌ایم.

توجه فقط تجزیه نیتروگلیسیرین $C_3H_5(NO_3)_3$ و آمونیم دی کرومات $(NH_4)_2Cr_2O_7$ از قوانین سوختن پیروی می‌کنند؛ زیرا همانند واکنش‌های سوختن، تولید نور و گرما می‌کنند.

$$4C_3H_5(NO_3)_3(l) \xrightarrow{\Delta} 12CO_2(g)+10H_2O(g)+6N_2(g)+O_2(g)$$

توجه تعداد اتم‌های اکسیژن سمت چپ واکنش ۳۶ می‌باشد و تعداد اتم‌های اکسیژن سمت راست واکنش پس از نوشتن معادله با استفاده از قوانین سوختن، ۲۴ اتم اکسیژن است؛ بنابراین یک مولکول O_2 اضافه کرده‌ایم تا اتم‌های اکسیژن موازنه شوند.

تعداد نیتروژن $=12N \Rightarrow 6N_2(g)$ تعداد هیدروژن $=20H \Rightarrow 10H_2O(g)$ تعداد کربن $=12C \Rightarrow 12CO_2(g)$

کروم (III) اکسید (پودر سبز رنگ) $(NH_4)_2Cr_2O_7(s) \xrightarrow{\Delta} N_2(g)+4H_2O(g)+Cr_2O_3(s)$ آمونیم دی کرومات (نارنجی رنگ)

تعداد نیتروژن $=2N \Rightarrow 1N_2(g)$ تعداد هیدروژن $=8H \Rightarrow 4H_2O(g)$

توجه سمت چپ واکنش ۷ اتم اکسیژن داشته‌ایم و سمت راست واکنش ۴ اتم اکسیژن داریم؛ از آن‌جایی که فلزات تغییر شکل نمی‌دهند بنابراین در دمای بالا با اکسیژن تولید شده ترکیب می‌شوند و ماده نامحلول و سبز رنگ Cr_2O_3 تولید می‌شود.

نکته در شرایط STP اگر در فرآورده واکنش H_2O داشته باشیم، آن را به‌صورت مایع در نظر می‌گیریم $(H_2O(l))$.

نکته در برخی از واکنش‌ها، ماده واکنش‌دهنده با اکسیژن ترکیب می‌شود اما تولید نور و گرما نمی‌کند، این واکنش‌ها از **نوع اکسایش** می‌باشند نه از نوع سوختن، مهم‌ترین این نوع واکنش‌ها عبارتند از:

واکنش زنگ زدن آهن: $4Fe(s)+3O_2(g) \xrightarrow{\text{اکسایش}} 2Fe_2O_3(s)$

اکسایش گلوکز در بدن: $C_6H_{12}O_6(aq)+6O_2(g) \longrightarrow 6CO_2(g)+6H_2O(l)$

- در این‌جا چون از اکسایش گلوکز گرمای زیادی آزاد نمی‌شود بنابراین آب را به‌صورت مایع $(H_2O(l))$ می‌نویسیم.

قوانین معادله‌نویسی مربوط به واکنش‌های جابه‌جایی یگانه و دوگانه:

به‌طور کلی اگر در هر دو سمت معادله‌ی واکنشی **یک عنصر آزاد** و یک ترکیب داشته باشیم؛ آن **واکنش از نوع جابه‌جایی یگانه است.**

- **در واکنش جابه‌جایی دوگانه جای دو عنصر در دو ترکیب با یکدیگر عوض می‌شود.** در واکنش جابه‌جایی دوگانه همه‌ی مواد سمت چپ واکنش، به صورت ترکیب‌های چند اتمی هستند، مانند: واکنش اسیدها با بازها

جای نمادهای ⊕ را در معادله واکنش عوض می‌کنیم.

۱. فلزات را با نماد فرضی مثبت ⊕ در نظر می‌گیریم.

۲. هیدروژن اسیدها را با نماد مثبت ⊕ در نظر می‌گیریم.

۳. H_2O را به‌صورت H^+ و OH^- در نظر می‌گیریم.

۴. گازها را به صورت مولکولی می‌نویسیم، مانند: O_2 ، N_2 ، Cl_2 و ....

توجه هر گاه سمت چپ معادله واکنشی اسیدی، یک ماده اکسیژن‌دار داشته باشیم، در سمت راست واکنش، H_2O خواهیم داشت.

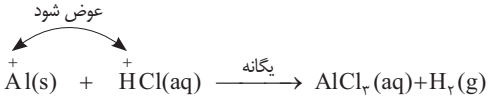
- هر ماده‌ای به جز آب (H_2O) و آب‌اکسیژنه (H_2O_2) که در سمت چپ آن‌ها H وجود داشته باشد را **اسید معدنی** گوییم؛ مانند:

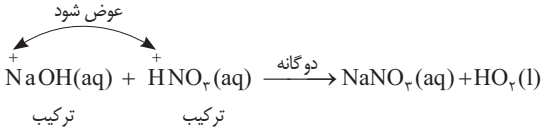
HCl , HNO_3 , HCN , H_2S و .....

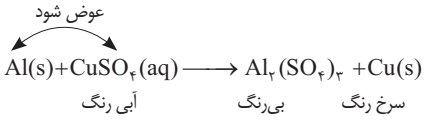
- به واکنش فلز آلومینیم با آهن (III) اکسید که منجر به تولید آهن مذاب می‌شود، **واکنش ترمیت** گویند که به شدت گرماده است، از آهن مذاب به دست آمده و برای جوشکاری خطوط آهن استفاده می‌شود.

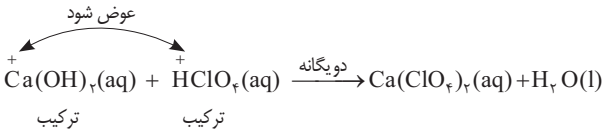
$$Fe_2O_3(s)+2Al(s) \longrightarrow Al_2O_3(s)+2Fe(l)$$

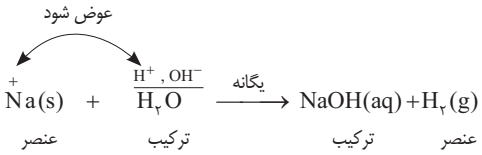
مثال: به مثال‌های زیر توجه کنید، واکنش‌ها موازنه نشده‌اند:

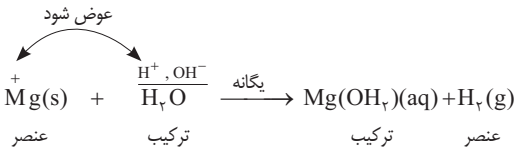


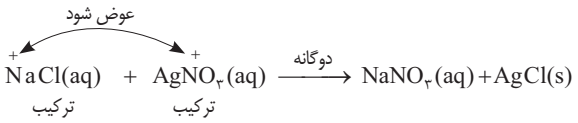










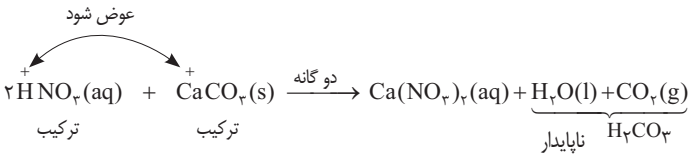


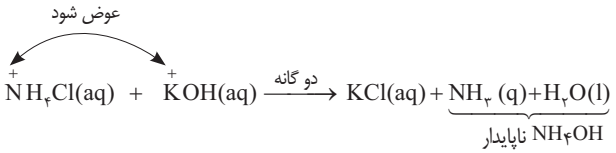
نکته‌ی مهم سه ترکیب ناپایدار زیر، اگر در سمت راست واکنشی قرار گیرند، باید به شکل زیر تجزیه شوند، سپس مدل تجزیه شده‌ی آن‌ها در سمت راست معادله واکنش نوشته شوند:

$H_2CO_3 \longrightarrow H_2O(l)+CO_2(g)$

$H_2SO_3 \longrightarrow H_2O(l)+SO_2(g)$

$NH_4OH \longrightarrow H_2O(l)+NH_3(g)$





توجه NH_4^+ را یون آمونیوم گوییم و یک فلز فرضی در نظر گرفته می‌شود.

واکنش‌های ترکیب یا سنتز:

در این واکنش‌ها چند ماده با یکدیگر واکنش داده و فرآورده‌های با ساختار پیچیده‌تر تولید می‌کنند.

۱. $NH_3(g)$ در واکنش با اسیدها یک اتم H می‌گیرد و به صورت NH_4 نوشته می‌شود.

$$NH_3(g)+HCl(g) \longrightarrow NH_4Cl(s)$$ آمونیم کلرید (گرد سفید رنگ)

$$NH_3 + H_2SO_4 \longrightarrow \begin{cases} NH_4HSO_4 \\ (NH_4)_2SO_4 \end{cases}$$

اسید به مقدار کافی باشد

$$Mg(s)+N_2(g) \longrightarrow Mg_3N_2(s)$$

واکنش پلیمر شدن یا بسپارش

معمولاً در واکنش هایی که دارای اتصال دوگانه یا سه گانه هستند، انجام می شود. در این واکنش ها هزاران مولکول کوچک با یکدیگر ترکیب شده و مولکول پیچیده با جرم زیاد تولید می شود.

ازجمله کاربردهای پلیمر شدن در صنعت نفت است، مانند: تهیه پُلی اتیلن یا P.V.C . همچنین پلی‌پروپن برای تولید ریسمان کاربرد دارد.

اتن n $\left(\begin{array}{cc} H & H \\ | & | \\ C=C \\ | & | \\ H & H \end{array}\right)_{(g)}$ $\xrightarrow{\text{حرارت و فشار}}$ $\left(\begin{array}{cc} H & H \\ | & | \\ -C-C- \\ | & | \\ H & H \end{array}\right)_{n}$ $_{(s)}$ پُلی اتن یا پلی اتیلن

تهیه گاز کلر یا برم در آزمایشگاه: از واکنش MnO_2 جامد یا منگنز دی اکسید با $HBr(aq)$ یا $HCl(aq)$ می‌توان $Cl_2(g)$ یا $Br_2(g)$ تهیه نمود که نکات آن به‌صورت زیر است:

۱. در این واکنش فلز Mn با ظرفیت ۲ با هالوژن مربوطه ترکیب می‌شود.

۲. چون درست چپ واکنش اسید و یک ماده اکسیژن دار وجود دارد، بنابراین در سمت راست واکنش H_2O خواهیم داشت:

$$MnO_2(s)+HCl(aq) \longrightarrow MnCl_2(aq)+Cl_2(g)+H_2O(l)$$

$$MnO_2(s)+HBr(aq) \longrightarrow MnBr_2(aq)+Br_2(g)+H_2O(l)$$

چهار ماده‌ی $H_2(g)$ ، $C(s)$ ، $CO(g)$ و $NO(g)$:

در واکنش‌ها، کارشان جذب یک اتم اکسیژن است.

- در این واکنش به تعداد اکسیژن فلز، از مولکول H_2 استفاده کرده‌ایم تا تمام اکسیژن از اکسید فلز جدا شود:

$$Fe_3O_4(s)+4H_2 \longrightarrow 4H_2O(l)+3Fe(s)$$

- در این واکنش اکسید فلز دارای ۳ اتم اکسیژن است؛ بنابراین از ۳ مولکول CO استفاده کرده‌ایم تا تمام اکسیژن از اکسید فلز (Al_2O_3) جدا شود:

$$Al_2O_3(s)+3CO(g) \longrightarrow 3CO_2(g)+2Al(s)$$

واکنش اکسید نافلزات با آب:

- برای این منظور همه اتم‌ها را جمع می‌کنیم و در صورت امکان از زیر وندها فاکتورگیری می‌کنیم تا اسید مربوطه مشخص شود.

$Cl_2O_7+H_2O \longrightarrow H_2Cl_2O_8 \longrightarrow 2HClO_4$ پرکلریک اسید

$N_2O_5+H_2O \longrightarrow H_2N_2O_6 \longrightarrow 2HNO_3$ نیتریک اسید

$SO_3+H_2O \longrightarrow H_2SO_4$ سولفوریک اسید

$P_4O_6+6H_2O \longrightarrow H_{12}P_4O_{12} \longrightarrow 4H_3PO_3$ فسفرو اسید

$P_4O_{10}+6H_2O \longrightarrow H_{12}P_4O_{16} \longrightarrow 4H_3PO_4$ فسفریک اسید

- همه‌ی اکسیدهای نافلزی با یک مول آب واکنش می دهند و تولید اسید می کنند؛ به جز اکسیدهای نافلزی فسفر که با ۶ مول آب واکنش می‌دهند.
- اکسیدهای فلزی در واکنش با آب تولید باز می کنند:

$Na_2O + H_2O \longrightarrow 2NaOH$ سودسوزآور

$K_2O + H_2O \longrightarrow 2KOH$ پتاس

- اکسیدهای فلزی و اکسیدهای نافلزی در واکنش با یکدیگر تولید نمک می کنند:

$Na_2O + CO_2 \longrightarrow Na_2CO_3$

$CaO + N_2O_5 \longrightarrow Ca(NO_3)_2$

واکنش‌های تجزیه:

- واکنش‌هایی می‌باشند که درآن یک ماده، به مواد ساده‌تری تبدیل می‌شود و به ۲ دسته با قاعده و بی‌قاعده تقسیم می‌شوند.

تجزیه‌های باقاعده:

کربنات فلز (CO_3^{2-}) $\xrightarrow{\Delta}$ اکسید فلز (O^{2-}) $+ CO_2(g)$

$Li_2CO_3(s) \xrightarrow{\Delta} Li_2O(s) + CO_2(g)$

لیتیم کربنات — لیتیم اکسید

$CaCO_3(s) \xrightarrow{\Delta} CaO(s) + CO_2(g)$

کلسیم کربنات — کلسیم اکسید

کلرات فلز (ClO_3^-) $\xrightarrow{\Delta}$ کلرید فلز (Cl^-) $+ O_2(g)$

$2KClO_3(s) \xrightarrow{\Delta} 2KCl(s) + 3O_2(g)$

پتاسیم کلرات — پتاسیم کلرید

هیدروژن کربنات فلز (HCO_3^-) $\xrightarrow{\Delta}$ کربنات فلز (CO_3^{2-}) $+ CO_2(g) + H_2O(g)$

$2NaHCO_3(s) \xrightarrow{\Delta} Na_2CO_3(s) + CO_2(g) + H_2O(g)$

سدیم هیدروژن کربنات — سدیم کربنات

بی‌کربنات سدیم (جوش شیرین)

نیترات فلز (NO_3^-) $\xrightarrow[\theta < 500\,^\circ C]{\Delta}$ نیتریت فلز (NO_2^-) $+ O_2(g)$

$2KNO_3(s) \xrightarrow[\theta = 500\,^\circ C]{\Delta} 2KNO_2(s) + O_2(g)$

پتاسیم نیترات — پتاسیم نیتریت

نیترات فلز (NO_3^-) $\xrightarrow[\theta > 500\,^\circ C]{\Delta}$ اکسید فلز (O^{2-}) $+ N_2(g) + O_2(g)$

$4KNO_3(s) \xrightarrow[\theta > 500\,^\circ C]{\Delta} 2K_2O(s) + 2N_2(g) + 5O_2(g)$

پتاسیم نیترات — پتاسیم اکسید

توجه هر گاه در تجزیه پتاسیم نیترات، دما ذکر نشود، خودمان تجزیه در دمای کم‌تر از ۵۰۰° ($\theta < 500^\circ$) را در نظر می‌گیریم.

سولفات فلز $\xrightarrow{\Delta}$ **اکسید فلز** $+ SO_3(g)$
(SO_4^{2-}) (O^{2-})

$$Al_2(SO_4)_3(s) \xrightarrow{\Delta} Al_2O_3(s) + 3SO_3(g)$$
آلومینیم سولفات — آلومینیم اکسید

این نوع تجزیه فقط در مورد $Al_2(SO_4)_3$ دیده شده و در مورد سایر سولفات‌های فلزی صادق نیست.

- **تجزیه‌های بدون قاعده:** این نوع تجزیه‌ها آن‌طور که گفته می‌شود، بی‌قاعده نیستند زیرا می‌توان با استفاده از قوانین گفته شده و یا در برخی موارد با تجزیه نام آن‌ها معادله واکنش را نوشت.

الف) $2H_2O_2(aq) \xrightarrow{\Delta} 2H_2O(L) + O_2(g)$
آب اکسیژنه

ب) $2HgO(s) \xrightarrow{\Delta} 2Hg(l) + O_2(g)$
جیوه (II) اکسید — جیوه
قرمز رنگ — طوسی رنگ

ج) $2PbO_2(s) \xrightarrow{\Delta} 2PbO(s) + O_2(g)$
سرب (IV) اکسید

د) $CH_3 + OH(g) \xrightarrow{\Delta} CO(g) + 2H_2(g)$
متانول

چوب $\xrightarrow{400^\circ C}$ $CH_3-OH(g)$ متانول

و) $2KMnO_4(s) \xrightarrow{\Delta} K_2MnO_4(s) + MnO_2(s) + O_2(g)$
پتاسیم پرمنگنات — پتاسیم منگنات

هـ) $CH_3-COOH \xrightarrow{\Delta} CO_2(g) + CH_4(g)$
استیک اسید — اتانوئیک اسید

توجه دو تجزیه مهم مربوط به نیتروگلیسیرین $C_3H_5(NO_3)_3$ و در آمونیم کرومات $(NH_4)_2Cr_2O_7$ قبلاً توضیح داده شده است.

- **الکل‌ها:** فرمول کلی تمامی آن‌ها به صورت $R-OH$ است گروه عاملی آن‌ها عامل هیدروکسیل یک ظرفیتی می‌باشد $(-O-H)$؛ هرگاه الکل:

الف) یک عامل $(-O-H)$ داشته باشد، لفظ «**اُل**» می‌گیرد و می‌گوییم الکل، یک عاملی است.

ب) دو عامل $(-O-H)$ داشته باشد، لفظ «**دی اُل**» می‌گیرد و الکل، دو عاملی است.

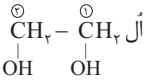
ج) سه عامل $(-O-H)$ داشته باشد، لفظ «**تری اُل**» می‌گیرد و الکل را سه عاملی می‌گوییم.

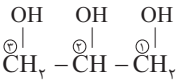
تذکر برخی از الکل‌ها دارای نام‌های قدیمی و خاص می‌باشند.

- الکل چوب ـ الکل متیلیک ـ متیل الکل ـ متانول CH_3-OH
- الکل میوه ـ الکل اتیلیک ـ اتیل الکل ـ اتانول C_2H_5-OH یا CH_3-CH_2-OH

۱ـ پروپانول $CH_3-CH_2-\underset{OH}{\underset{|}{C}}H_2$ ۲ـ پروپانول $\overset{③}{C}H_2-\overset{②}{\underset{OH}{\underset{|}{C}}}H-\overset{①}{C}H_2$

ضد یخ (ضد جوش) ـ اتیلن گلیکول ـ ۱، ۲ـ اتان دی اُل





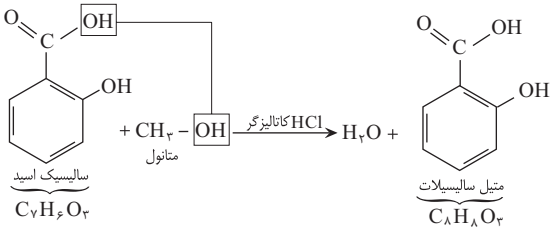
۱، ۲، ۳ پروپان تری اُل ـ گلیسیرین یا گلیسرول $C_3H_5(OH)_3$

تهیه متیل سالیسیلات از سالیسیک اسید

۱. این واکنش از نوع جابه‌جایی دوگانه است.

۲. در این واکنش عامل $(-OH)$ اسید و (H) الکل، با یکدیگر ترکیب شده و تولید آب می‌کند.

۳. اختلاف جرم متیل سالیسیلات و سالیسیک اسید ۱۴ گرم است. (CH_2)



تهیه سیلیسیم و کاربرد آن

- سلیسیم (Si) را از واکنش منیزیم خالص و سیلیسیم تتراکلرید مایع تهیه می‌کنند.

$$SiCl_4(l)+2Mg(s)\longrightarrow 2MgCl_2(s)+Si(s)$$

۱. سیلیسیم یک شبه فلز است که در گروه ۱۴ جدول تناوبی قرار دارد.

۲. در تراشه‌های الکترونیکی و سلول‌های خورشیدی به کار می‌رود.

۳. در این واکنش H_2O وجود ندارد.

تهیه گاز متان (CH_4)

- از واکنش زغال سنگ $C(s)$ با بخار آب $H_2O(g)$ تهیه می‌شود.

$$2C(s)+2H_2O(g)\longrightarrow CH_4(g)+CO_2(g)$$

- **واکنش‌های مربوط به تصفیه هوای سفینه‌ی فضایی:** در سفینه‌های فضایی دو واکنش زیر را خواهیم داشت که واکنش شماره (۱) برای تصفیه هوای فضاپیما مهم‌تر و مناسب‌تر است، زیرا:

الف) گاز CO_2 بیش‌تری مصرف می‌کند.

ب) گاز O_2 تولید می‌شود که اهمیت آن بیش‌تر از H_2O تولیدی در واکنش (ب) است.

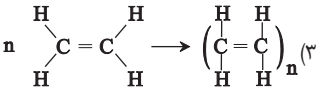
۱) $2Li_2O_2(aq)+2CO_2(g)\longrightarrow 2Li_2CO_3(aq)+O_2(g)$

۲) $2LiOH(aq)+CO_2(g)\longrightarrow Li_2CO_3(aq)+H_2O(l)$

مثال ۱ در کدام گزینه معادله‌ی واکنش به‌صورت نوشته شده انجام نمی‌گیرد؟

۱) $CuSO_4 \cdot 5H_2O(s) \rightarrow CuSO_4(s) + 5H_2O(g)$

۲) $HBr(g) + NH_3(g) \rightarrow NH_4Br(s)$

۳) 

۴) $2KNO_3(s) \xrightarrow{\Delta} 2KNO_2(s) + O_2(g)$

پاسخ: **گزینه‌ی(۳)**

در واکنش‌های بسپارش اتصال دوگانه شکسته می‌شود و باید بین کربن‌ها اتصال ساده برقرار شود که این‌طور نشده است.

مثال ۲ کدام مطلب درباره‌ی واکنش‌های زیر درست است؟

I) $OH^-(aq) + C_2H_5Br(aq) \longrightarrow C_2H_5OH(aq) + Br^-(aq)$

II) $Fe(s) + HCl(aq) \longrightarrow FeCl_2(aq) + H_2(g)$

III) $2C(s) + 2H_2O(g) \longrightarrow CH_4 + CO_2(g)$

IV) $Be(s) + H_2O(l) \longrightarrow Be(OH)_2(aq)$

۱) واکنش‌های (I) و (III) از جمله واکنش‌های جابه‌جایی دو گانه‌اند.

۲) گاز حاصل از واکنش (II) را می‌توان از واکنش سدیم با آب تهیه نمود.

۳) واکنش (IV) با سرعت کم صورت می‌گیرد.

۴) واکنش (III) از جمله واکنش‌های جابه‌جایی یگانه است.

پاسخ: **گزینه‌ی(۲)**

بررسی گزینه‌ها:

- **گزینه‌ی ۱:** واکنش (II) جابه‌جایی یگانه است.
- **گزینه‌ی ۳:** بریلیم در دمای $600^\circ C$ با بخار آب واکنش می‌دهد.
- **گزینه‌ی ۴:** واکنش جابه‌جایی یگانه نیست.

واکنش یون‌های هیدروژن‌دار منفی

- یون‌های هیدروژن‌دار منفی هم در کنار اسیدها و هم در کنار بازها به‌صورت زیر واکنش می دهند:

۱. **در واکنش با اسیدها:** در این حالت، این یون‌ها یک هیدروژن از اسیدها می‌گیرند و اسید به آنیون تبدیل می‌شود.

$$HCO_3^- + HCl \rightarrow \overbrace{H_2O + CO_2}^{H_2CO_3} + Cl^-$$

$$HSO_3^- + HBr \rightarrow \overbrace{H_2O + SO_2}^{H_2SO_3} + Br^-$$

۲. **در واکنش با بازها:** در این حالت، H^+ از این یون‌ها با OH^- باز تولید آب می‌کنند و نمک باقی مانده به صورت تفکیک شده نوشته می‌شود.

$$HSO_4^- + NaOH \rightarrow Na^+ + SO_4^{2-} + H_2O$$
$$HCO_3^- + KOH \rightarrow K^+ + CO_3^{2-} + H_2O$$

نکته دو نوع تغییر در شیمی وجود دارد:

الف) تغییر فیزیکی: که طی آن فقط **حالت فیزیکی ماده تغییر** می‌کند، مانند: عمل ذوب، میعان و ...

ب) تغییر شیمیایی: که طی آن **ماهیت شیمیایی ماده تغییر** می‌کند. مانند: ترش شدن شیر، هضم غذا و ...

- انواع معادله جهت نشان دادن یک واکنش شیمیایی:

الف) معادله نوشتاری: که در این روش **فقط نام مواد نوشته** می‌شود، مانند:

گرما + آب + کربن دی‌اکسید ⟵ اکسیژن + اتان

ب) معادله نمادی: در این روش **فرمول شیمیایی مواد نوشته** می‌شود، مانند:

$$2C_2H_6(g) + 7O_2(g) \longrightarrow 4CO_2(g) + 6H_2O(g)$$

- معادلات شیمیایی اطلاعات زیر را در اختیار ما قرار می‌دهد:
  ۱. فرمول شیمیایی مواد شرکت کننده در واکنش
  ۲. شرایط لازم برای انجام واکنش
  ۳. حالت فیزیکی مواد واکنش‌دهنده و فرآورده
  ۴. گرماده یا گرماگیر بودن واکنش

- معادلات شیمیایی نمی‌توانند اطلاعات زیر را در اختیار ما قرار دهند:
  ۱. نکات ایمنی لازم جهت انجام واکنش
  ۲. چگونگی و ترتیب مخلوط کردن واکنش‌دهنده‌ها
  ۳. نحوه اجرای واکنش

قانون پایستگی جرم

- این قانون برای واکنش‌هایی صادق است که موازنه شده‌اند؛ طبق این قانون، اتم نه به وجود می‌آید و نه از بین می‌رود، بلکه بر اثر انجام واکنش، همان اتم‌ها به شیوه‌های دیگری به هم متصل می‌شوند.
- این قانون **یکی از بندهای تئوری دالتون می‌باشد.**

مثال ۲۰ مولاریته محلول ۴۹ درصد جرمی سولفوریک اسید که چگالی آن برابر $1/25 g.mol^{-1}$ است، کدام می‌باشد؟ $(H_2SO_4=98 gr.mol^{-1})$

(سراسری ریاضی ـ ۹۰)

۱) ۱۲/۵ ۲) ۱۲/۷ ۳) ۲۵/۶ ۴) ۲۵/۸

پاسخ: **گزینه‌ی (۳)**

$$M=\frac{10\times\overset{1}{\cancel{49}}\times 1/25}{\underset{2}{\cancel{98}}}=\frac{12/5}{2}=6/25 \text{ مولار}$$

مثال ۲۱ برای تهیه ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول ۲ مولار HCl چند میلی‌لیتر محلول ۳۶/۵ درصد جرمی آن لازم است؟

(سراسری ریاضی ـ ۹۱)

(چگالی محلول $1/25 \frac{gr}{ml}$ می‌باشد) $(Cl=35/5, H=1 \frac{gr}{mol})$

۱) ۱۰ ۲) ۱۴ ۳) ۲۰ ۴) ۱۶

پاسخ: **گزینه‌ی (۴)**

$$\text{مولاریته } M=\frac{10\times 36/5\times 1/25}{36/5}=12/5 \text{ مولار}$$

$$M_1V_1=M_2V_2 \Rightarrow 2\times 100=12/5\times V_2 \Rightarrow V_2=16$$

آزمون

۱. واکنش محلول ..... سولفات با ..... از نوع جانشینی ..... است و مجموع ضریب‌های مولی مواد پس از موازنه معادله آن، برابر ..... است و درآن فرآورده نامحلول در آب تشکیل .....

۱) کوپریک ـ فلز آلومینیم ـ یگانه ـ ۹ ـ می‌شود.

۲) سدیم ـ محلول باریم کلرید ـ دو گانه ـ ۵ ـ نمی‌شود.

۳) کوپریک ـ محلول سدیم سولفید ـ دوگانه ـ ۵ ـ می‌شود.

۴) آلومینیم ـ فلز مس ـ یگانه ـ ۹ ـ نمی‌شود.

۲. در کدام‌یک از واکنش‌های زیر O_2 تشکیل نمی‌شود؟

۱) $CH_3-OH(g) \xrightarrow{\Delta}$ ۲) $HgO(s) \xrightarrow{\Delta}$

۳) $NaNO_3(s) \xrightarrow{\Delta}$ ۴) $KClO_3(s) \xrightarrow{\Delta}$

۳. کدام مطلب نادرست است؟

۱) قیمت مواد شیمیایی، یک عامل بسیار مهم در انتخاب واکنش‌دهنده محدودکننده است.

۲) مقدار عملی یعنی مقدار فرآورده‌ای که در عمل تولید می‌شود، اغلب کم‌تر از مقدار نظری است.

۳) گازی که به سرعت کیسه‌های هوا را در خودروها به هنگام تصادف پُر می‌کند، گاز نیتروژن است.

۴) بنزین مخلوطی از چند هیدرو کربن متفاوت با ۸ تا ۱۲ کربن است.

۴. کدام مطلب درست است؟

۱) NaN_3 ، تنها ماده‌ی جامد به کار رفته در کیسه‌های هوای خودرو است.

۲) فسفرسفید، در واکنش با اکسیژن کافی به فسفر (III) اکسید تبدیل می‌شود.

۳) در واکنش فلز قلع با محلول هیدروکلریک اسید، گاز هیدروژن و محلول قلع (IV) کلرید تشکیل می‌شود.

۴) نسبت مولی سوخت به هوا در موتور خودرویی که با سرعت معمولی حرکت می‌کند در نسبت ۱ به ۸۰ نگه داری می‌شود.

۵. کدام عبارت درست است؟

۱) اتانول را می‌توان از واکنش کربن مونواکسید با هیدروژن به دست آورد.

۲) سیلیسیم خالص را از واکنش سیلسیم تری کلرید خالص با منیزیم تهیه می‌کنند.

۳) از واکنش بخار آب بسیار داغ با زغال سنگ می‌توان متان تهیه کرد.

۴) از قوطی‌های دارای لیتیم اکسید، برای تهیه اکسیژن و تصفیه هوا در فضا پیماها استفاده می‌شود.

۶. ۷۲ درصد جرم نیتریدی از یک فلز قلیایی خاکی را فلز مورد نظر تشکیل می‌دهد. جرم اتمی فلز کدام ست؟ $(N = 14\,gr.mol)$

۱) ۳۸ ۲) ۲۴ ۳) ۵۶ ۴) ۴۲

۷. با انجام کدام واکنش رسوب تشکیل نمی‌شود؟

۱) $Pb(NO_3)_2(aq)+HI(aq)\longrightarrow$

۲) $FeCl_3(aq)+NaOH(aq)\longrightarrow$

۳) $BaCl_2(aq)+Na_2SO_4(aq)\longrightarrow$

۴) $HNO_3(aq)+NaOH(aq)\longrightarrow$

۸. کدام گزینه در مورد متیل سالیسیلات درست است؟

۱) فرمول شیمیایی آن به‌صورت $C_8H_8O_3$ می‌باشد.

۲) از واکنش سالیسیک اسید با اتانول در حضور H_2SO_4 به عنوان کاتالیزگر به‌دست می‌آید.

۳) به عنوان نگه دارنده مواد غذایی، دارویی و پوشاک به کار می‌رود.

۴) در تهیه آن آب نیز به دست می‌آید و کاتالیزگر آن HCl است.

۹. در معادله شیمیایی کدام واکنش پس از کامل و موازنه کردن نسبت ضریب ماده گازی به مجموع ضرایب مواد واکنش‌دهنده $\frac{3}{1}$ است؟

۱) $Ba(s)+H_2O(l)\longrightarrow$

۲) $KClO_3(s)\xrightarrow{\Delta}$

۳) $Al_2(SO_4)_3(s)\xrightarrow{\Delta}$

۴) $Na_2CO_3(aq)+HCl(aq)\longrightarrow$

۱۰. آمونیوم در کرومات جامدی ..... است که بر اثر تجزیه ..... که جامدی ..... است، تولید می‌شود.

۱) نارنجی رنگ ـ Cr_2O_3 ـ سبز رنگ

۲) سبز رنگ ـ Cr_2O_3 ـ نارنجی رنگ

۳) نارنجی رنگ ـ CrO ـ سبز رنگ

۴) سبز رنگ ـ Cr_2O_7 ـ نارنجی رنگ

۱۱. برای شناسایی یون نقره از کدام محلول نمی‌توان استفاده کرد؟

۱) روی برمید

۲) پتاسیم کرومات

۳) لیتیم فلورید

۴) سدیم کلرید

۱۲. اگر گاز CO_2 حاصل از سوزاندن ۲/۵ گرم اتین، در محلول کلسیم اکسید کافی وارد شود، چند گرم کلسیم کربنات به دست می‌آید در صورتی‌که بازده درصدی واکنش ۹۰ درصد باشد؟ $(H=1, C=12, O=16, Ca=40\,gr.mol^{-1})$

۱) ۲۴ ۲) ۳۰ ۳) ۳۶ ۴) ۴۰

۱۳. اگر ۵۰ میلی لیتر محلول ۱ / ۰ مولار نقره نیترات را با ۱۵ میلی‌لیتر محلول ۲ / ۰ مولار منیزیم کلرید مخلوط کنیم تا با هم واکنش دهند و ۰۰۴ / ۰ مول نقره کلرید جامد به دست آید، واکنش‌دهنده اضافی و بازده درصدی واکنش کدام‌اند؟

۱) نقره نیترات ـ ۸۰
۲) منیزیم کلرید ـ ۸۰
۳) نقره نیترات ـ ۹۰
۴) منیزیم کلرید ـ ۹۵

۱۴. از واکنش ۱ / ۲ گرم سدیم هیدروژن کربنات با خلوص ۸۰ درصد با نیتریک اسید کافی چند مول سدیم نیترات تشکیل می‌شود؟ (اسید بر ناخالصی‌ها اثر ندارد) $(H=1, C=12, O=16\ Na=23\ gr.mol^{-1})$

۱) ۰ / ۰۵
۲) ۰ / ۵
۳) ۰ / ۲
۴) ۰ / ۰۲

۱۵. شمار اتم‌های کلر در ۰ / ۵۶ لیتر گاز کلر در شرایط STP برابر شمار اتم‌ها در چند گرم نئون است؟ $(Ne=20\ gr.mol^{-1})$

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۰ / ۵
۴) ۱ / ۵

۱۶. نمونه‌ای از آلیاژ ناخالص کلسیم و روی داریم که حاوی ۸۶ درصد کلسیم و ۱۰ درصد روی است اگر با افزایش فلز روی بیش‌تر به این آلیاژ مقدار روی ۲۰ درصد افزایش یابد درصد کلسیم در نمونه جدید آلیاژ کدام است؟

۱) ۸۵ / ۳ درصد
۲) ۷۶ / ۴۴ درصد
۳) ۷۷ / ۹ درصد
۴) ۷۳ / ۲ درصد

۱۷. در واکنش تجزیه‌ی کدام‌یک از ترکیبات زیر پس از موازنه نسبت ضریب گاز حاصل به واکنش‌دهنده‌ها بیش‌تر است؟

۱) کلسیم کربنات
۲) پتاسیم کلرات
۳) آلومینیم سولفات
۴) سدیم آزید

۱۸. کدام گزینه نادرست است؟

۱) عدد $۶ / ۰۲۲\times۱۰^{۲۳}\ mol^{-۱}$ را عدد آووگادرو گویند.

۲) از پل پروپن برای تولید ریسمان استفاده می‌شود.

۳) اتیلن گلیکول یک الکل ۳ عاملی است.

۴) در مقایسه ۳ ظرف، که هر کدام حاوی ۱۰ گرم از گازهای کلر، نیتروژن و اکسیژن است ظرف حاوی گاز نیتروژن تعداد مولکول‌های بیش‌تری دارد. $(N=14, O=16, Cl=35 / 5 gr.mol^{-1})$

۱۹. تعداد اتم‌های هیدروژن موجود در ۴۰ میلی‌لیتر پنتان (C_5H_{12}) باچگالی $۰ / ۵۴\frac{gr}{cm^3}$ چقدر است؟ $(H=1, C=12\frac{gr}{mol})$

۱) $۲ / ۵۳\times۱۰^{۲۲}$
۲) $۱۲ / ۴۲\times۱۰^{۲۳}$
۳) $۲۱ / ۶۷\times۱۰^{۲۳}$
۴) $۲ / ۵\times۱۰^{۲۳}$

۲۰. کدام گزینه درست است؟

۱) در ترکیبات یونی ممکن است فرمول تجربی با فرمول شیمیایی ترکیب یکسان باشد.

۲) تجزیه عنصری روشی است که طی آن نوع عنصرهای تشکیل دهنده و درصد مولی هر یک از آن‌ها در ترکیب شیمیایی تعیین می‌شود.

۳) فرمول تجربی هر ترکیب شیمیایی از تجزیه‌ی عنصری آن با استفاده از محاسبه‌های استوکیومتری به‌دست می‌آید.

۴) در بحث استوکیومتری و محاسبه‌های مربوط به آن، مفهوم مولار رایج است.

پاسخ‌نامه

۱. (۱)

$$3CuSO_4(aq)+2Al(s)\longrightarrow Al_2(SO_4)_3(aq)+3Cu(s)$$

---

۲. (۱)

بررسی سایر گزینه‌ها:

$$\underline{C}H_3-\underline{O}H\xrightarrow{\Delta}CO+2H_2$$

گزینه‌ی ۲:

$$2HgO\longrightarrow 2Hg+O_2$$

گزینه‌ی ۳:

$$2NaNO_3\xrightarrow{\Delta}2NaNO_2+O_2$$

گزینه‌ی ۴:

$$2KClO_3\longrightarrow 2KCl+3O_2$$

---

۳. (۴) بنزین مخلوطی از چند هیدروکربن با ۵ تا ۱۲ کربن است.
سایر گزینه‌ها درست بیان شده است.

---

۴. (۴) در خودروهایی که با سرعت معمولی حرکت می‌کنند، نسبت سوخت به اکسیژن $\frac{1}{16}$ است و چون $\frac{1}{5}$ هوا را اکسیژن تشکیل می‌دهد لذا این نسبت باید در $\frac{1}{5}$ ضرب شود، در نتیجه نسبت $\frac{1}{80}$ به‌دست می‌آید.

---

۵. (۳)

بررسی سایر گزینه‌ها:

- **گزینه‌ی ۱:** متانول از واکنش کربن مونوکسید با هیدروژن به دست می‌آید.
- **گزینه‌ی ۲:** سیلیسیم از واکنش سیلیسیم تتراکلرید با Mg به دست می‌آید.
- **گزینه‌ی ۴:** لیتیم پراکسید در سفینه‌های فضایی به کار می‌رود.

---

۶. (۲) فلزات قلیایی خاکی ۲ ظرفیتی هستند لذا فرمول نیترید آن‌ها را x_3N_2 می‌توان فرض نمود. x فلز قلیایی خاکی است.

$$\frac{\cancel{3}^{1}\times x}{3x+28}=\frac{\cancel{24}^{6}}{\cancel{100}_{25}}\Rightarrow\frac{x}{3x+28}=\frac{6}{25}$$

$$25x=18x+168\Rightarrow 7x=168\Rightarrow x=24$$

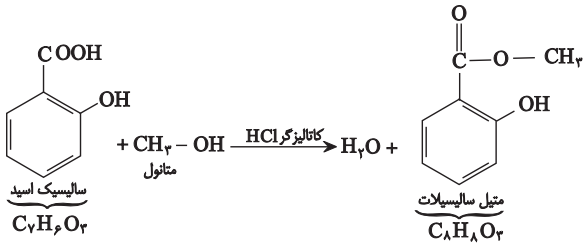
---

۷. (۴)

بررسی سایر گزینه‌ها:

- **گزینه‌ی ۱:** رسوب PbI_2 به وجود می‌آید.
- **گزینه‌ی ۲:** رسوب $Fe(OH)_3$ تشکیل می‌شود.
- **گزینه‌ی ۳:** رسوب $BaSO_4$ تشکیل می‌شود.

۸. (۴)



۹. (۳)

$$Al_2(SO_4)_3 \xrightarrow{\Delta} Al_2O_3 + 3SO_3 \qquad \frac{\text{ضریب } SO_3}{\text{ضریب } Al_2(SO_4)_3} = \frac{3}{1}$$

۱۰. (۱)

$$(NH_4)_2Cr_2O_7 \xrightarrow{\Delta} 1N_2(g) + 4H_2O(g) + Cr_2O_3(s)$$

آمونیم دی کرومات (نارنجی رنگ) — اکسید کروم (سبز رنگ)

۱۱. (۳) زیرا Ag^+ با یون‌های Cl^- ، Br^- ، $C_2O_4^{2-}$ رسوب می‌دهد اما با یون F^- یعنی AgF رسوب نمی‌دهد.

۱۲. (۳) در واکنش‌هایی که بیش از یک معادله نوشته می‌شود، برای آن‌که بتوانیم از کسرهای پیش ساخته‌ی گفته شده برای ۲ ماده از واکنش‌های متفاوت استفاده کرد، بایستی ضریب ماده مشترک در واکنش‌ها را یکسان کنیم:

(۱) واکنش : $2C_2H_2(g) + 5O_2(g) \longrightarrow 4CO_2(g) + 2H_2O(g)$

(۲) واکنش : $CaO(s) + CO_2(g) \longrightarrow CaCO_3(s)$

برای آن‌که بتوانیم از تناسب استفاده کنیم، باید معادله (۲) را در ۴ ضرب کنیم تا ضریب CO_2 که در هر واکنش مشترک است، یکسان شود.

(۱) واکنش: $2C_2H_2(g) + 5O_2(g) \longrightarrow 4CO_2(g) + 2H_2O(g)$

(۲) واکنش: $4CaO(s) + 4CO_2(g) \longrightarrow 4CaCO_3(s)$

$$2C_2H_2 \sim 4CO_2(g) \sim 4CaCO_3$$

$$\frac{\frac{90}{100} \times 5/2 \text{ گرم}}{2 \times 26} = \frac{gr_{CaCO_3}}{4 \times 100} \Rightarrow gr_{CaCO_3} = 36$$

۱۳. (۲) معادله واکنش: $2AgNO_3(aq) + MgCl_2(aq) \longrightarrow Mg(NO_3)_2(aq) + 2AgCl(s)$

$$\begin{cases} AgNO_3 \Rightarrow \frac{0/1 \times 50}{2 \times 1000} = 2/5 \times 10^{-3} \text{ mol} \\ MgCl_2 \Rightarrow \frac{0/2 \times 15}{1 \times 1000} = 3 \times 10^{-3} \text{ mol} \end{cases} \Rightarrow MgCl_2 \text{ اضافی است}$$

بازده درصدی یعنی $\frac{R}{100}$ فقط در صورت کسر واکنش‌دهنده ضرب می‌شود.

$$\frac{\frac{R}{100}\times 2/5\times 10^{-3}}{1}=\frac{0/004}{2}$$

$$\frac{R\times 2/5\times \cancel{10^{-4}}}{100}=\frac{4\times \cancel{10^{-4}}}{2}\Rightarrow R=80\%$$

۱۴. (۴)

$$NaHCO_3(s)+HNO_3(aq)\longrightarrow NaNO_3(aq)+H_2O(l)+CO_2(g)$$

$$NaHCO_3(s)\sim NaNO_3(aq)$$

$$\frac{\frac{80}{100}\times 2/1}{84}=\frac{mol_{NaNO_3}}{1}\Rightarrow mol_{NaNO_3}=0/02$$

۱۵. (۳) ابتدا تعداد اتم‌ها را در ۰/۵۶ لیتر Cl_2 حساب می‌کنیم:

باید مشخص کنیم این تعداد اتم معادل چندگرم Ne است.

۲۲/۴ لیتر	اتم $6/02\times10^{23}$
۰/۵۶	x ⇒

تعداد اتم‌های کلر $x=\frac{0/56\times 6/02\times 10^{23}}{22/4}=\frac{3/01\times 10^{22}}{2}$

۲۰ گرم نئون	اتم دارد $6/02\times10^{23}$
x	$\frac{3/01\times 10^{22}}{2}$

$\Rightarrow x=0/5$

۱۶. (۲) ابتدا مقدار روی اضافه شده را در نمونه جدید با افزایش ۲۰ درصدی آن حساب می‌کنیم سپس اگر جرم نمونه اولیه را ۱۰۰ گرم فرض کنیم، می‌توانیم درصد نقره را حساب کنیم:

مقدار گرم روی افزوده $20=\frac{10+x}{100+x}\times 100\Rightarrow x=12/5$

درصد نقره $=\frac{86}{100+12/5}\times 100=\%76/44$

۱۷. (۳) **بررسی گزینه‌ها:**

- **گزینه‌ی ۱:**

$$CaCO_3(s)\longrightarrow CaO(s)+CO_2(g)\quad(\frac{1}{1}=1)$$

- **گزینه‌ی ۲:**

$$2KClO_3(s)\longrightarrow 2KCl(s)+3O_2(g)\quad(\frac{3}{2}=1/5)$$

- **گزینه‌ی ۳:**

$$Al_2(SO_4)_3(s)\longrightarrow Al_2O_3(s)+2SO_3(g)\quad(\frac{2}{1}=2)$$

- **گزینه‌ی ۴:**

$$2NaN_3(s)\longrightarrow 2Na(s)+3N_2(g)\quad(\frac{3}{2}=1/5)$$

۱۸. (۱) $۶/۰۲۲\times۱۰^{۲۳}$ را عدد آووگادرو می‌گویند و $۶/۰۲۲\times۱۰^{۲۳}\ mol^{-۱}$ را ثابت آووگادرو می‌گویند. در توضیح گزینه‌ی (۴) می‌گوییم که در گرم‌های مساوی از چند گاز، گازی که جرم مولی کم‌تری دارد، تعداد مولکول‌های بیش‌تری دارد.

---

۱۹. (۳) ابتدا با استفاده از فرمول $\rho=\frac{m}{v}$ مقدار گرم هیدروژن را به‌دست می‌آوریم، سپس با یک تناسب تعداد اتم‌های هیدروژن را به‌دست می‌آوریم:

$$\rho=\frac{m}{v}\Rightarrow ۰/۵۴=\frac{gr_{H_۲}}{۴۰}\Rightarrow gr_{H_۲}=۴۰\times۰/۵۴=۲۱/۶۰$$

$$\frac{\text{۷۲ گرم پنتان}}{۲۱/۶۰}=\frac{\text{تعداد اتم‌های هیدورژن}}{x}\Rightarrow x=۲۱/۶۷\times۱۰^{۲۳}$$

---

۲۰. (۳) **بررسی سایر گزینه‌ها:**

- **گزینه‌ی ۱:** در ترکیبات یونی همواره فرمول تجربی با فرمول شیمیایی ترکیب یکسان است.
- **گزینه‌ی ۲:** در تجزیه‌ی عنصری، نوع عنصرهای تشکیل دهنده و درصد جرمی هر یک از آن‌ها در ترکیب تعیین می‌شود.
- **گزینه‌ی ۴:** در بحث استوکیومتری و محاسبات مربوط به آن، مفهوم مول رایج است.