



ذره‌های زیر اتمی

عدد اتمی Z : مجموع پروتون‌های اتم عدد جرمی A : مجموع پروتون و نوترون‌های اتم $\frac{A}{Z}E$ $n = A - Z$

انواع اتم از نظر بار الکتریکی

الف) خنثی: $P = e^-$ ب) منفی: $x^{n-} \quad e = p + n$ پ) مثبت: $x^{m+} \quad e = p - m$

نکته: مسائلی که در آن‌ها اختلاف نوترون و پروتون یا اختلاف نوترون و الکترون را داده، از روابط زیر می‌توان عدد اتمی را به دست آورد.

$$z = \frac{A - (\text{اختلاف نوترون و پروتون})}{2} \quad ; \quad z = \frac{A - (\text{اختلاف نوترون و الکترون})}{2} + \text{بار یون}$$

بار یون با علامت در رابطه بالا قرار می‌گیرد.

نکته: اختلاف نوترون و پروتون همیشه به صورت $(n-p)$ نوشته می‌شود. چون به جزء هیدروژن $n \geq p$ است.

۱- تعداد ذره‌های باردار در کاتیون X^+ برابر ۵۷ است. اگر تفاوت تعداد الکترون‌ها و نوترون‌ها در این کاتیون برابر ۷ باشد. عدد جرمی این عنصر کدام است؟

- ۶۴ (۱) ۶۶ (۲) ۶۲ (۳) ۶۵ (۴)

۲- دو گونه B^{2-} و A^{2+} تعداد نوترون‌ها و الکترون‌های برابر دارند. اختلاف تعداد پروتون‌ها در دو گونه A و B و عدد جرمی گونه B به ترتیب از راست به چپ، کدام‌اند؟

- ۲۳-۱ (۱) ۲۹-۱ (۲) ۲۹-۳ (۳) ۲۳-۳ (۴)

۳- در یون فرضی X^{4+} ، شمار نوترون‌ها ۱/۵ برابر شمار الکترون‌ها و ۱/۳۸ برابر شمار پروتون‌هاست. در اتم آن چند ذره زیر اتمی باردار وجود دارد؟

- ۶۳ (۱) ۹۶ (۲) ۱۰۰ (۳) ۱۰۶ (۴)

جرم ذره‌های زیر اتمی

واحد جرم اتمی یا واحد کربنی (amu): به $\frac{1}{12}$ جرم اتم کربن - $^{12}_6C$ amu گفته می‌شود.

بر اساس واحد جرم اتمی، جرم ذره‌های زیر اتمی به قرار زیر است:

$$P = 1/0.00073 \approx 1 \text{amu} \quad n = 1/0.00087 \approx 1 \text{amu} \quad e^- = 0.0005 = \frac{1}{2000} \approx 0$$

نکته: در مسائل می‌توان از عدد جرمی به عنوان جرم اتمی استفاده کرد.

۴- اگر تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در ${}^{75}\text{X}$ برابر با ۹ باشد. نسبت جرم الکترون‌ها به جرم یون در X^{3-} به تقریب چند amu است؟

- (۱) 2×10^{-3} (۲) $2/4 \times 10^{-3}$ (۳) 2×10^{-4} (۴) $2/4 \times 10^{-4}$

۵- اگر جرم الکترون با تقریب برابر $\frac{1}{2000}$ جرم هریک از ذره‌های پروتون و نوترون فرض شود. نسبت جرم الکترون‌ها در Z_A به جرم این اتم به کدام عدد نزدیک‌تر است؟

- (۱) $\frac{1}{1000}$ (۲) $\frac{1}{2000}$ (۳) $\frac{1}{4000}$ (۴) $\frac{1}{5000}$

جرم اتمی میانگین

عنصرهایی که دارای ایزوتوپ هستند برای جرم اتمی آن‌ها باید از میانگین جرم اتمی به همراه درصد فراوانی آن‌ها استفاده کرد.

$$\bar{m} = \frac{m_1 F_1 + m_2 F_2 + \dots}{100}$$

m_i : جرم اتمی ایزوتوپ i ام

F_i : درصد فراوانی ایزوتوپ i ام

نکته: برای ساده‌تر شدن محاسبات جرم اتمی میانگین بهتر است از فرمول زیر استفاده شود:

m_1, m_2, m_3, \dots به ترتیب افزایش جرم اتمی ایزوتوپ‌ها (m_1 سبک‌ترین)

F_1, F_2, F_3, \dots به ترتیب درصد فراوانی ایزوتوپ اول، دوم و ...

$$\bar{m} = m_1 + (m_2 - m_1) \times \frac{F_2}{100} + (m_3 - m_1) \times \frac{F_3}{100} + \dots$$

۶- اگر عنصری دارای سه ایزوتوپ با جرم‌های اتمی $27/9$ ، $29/9$ و 30 amu به ترتیب فراوانی 92% ، 5% و 3% باشد، جرم اتمی میانگین چند amu است؟ (تجربی ۱۴۰۲)

- (۱) $28/063$ (۲) $28/892$ (۳) $29/054$ (۴) $29/951$

۷- عنصر فرضی A دارای ۲ ایزوتوپ با جرم‌های $56/8$ amu و $58/8$ amu است. اگر درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر از دو برابر فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر به میزان 20% کمتر باشد، جرم اتمی میانگین A کدام است؟

- (۱) 58 (۲) $58/3$ (۳) $57/9$ (۴) $58/2$

۸- عنصر ${}^{22}\text{X}$ دارای دو ایزوتوپ متفاوت است که در هسته یکی از آن‌ها ۲۱ نوترون و در هسته دیگری ۲۳ نوترون وجود دارد. اگر جرم اتمی میانگین این عنصر $44/2$ باشد، فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر چند برابر فراوانی ایزوتوپ دیگر است؟

- (۱) $1/5$ (۲) 4 (۳) $1/2$ (۴) $0/8$

برای محاسبه جرم باقی مانده ماده پرتوزا در اثر گذشت زمان (t) از رابطه مقابل استفاده می کنیم:

$$m = \frac{m_0}{2^n}, \quad n = \frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}$$

m_0 : جرم اولیه m : جرم بعد از گذشت زمان t

$t_{\frac{1}{2}}$: زمان نیم عمر - مدت زمانی که نصف ماده پرتوزا از بین می رود.

۹- جرم برابر از ایزوتوپ های A و B در اختیار داریم. اگر با گذشتن ۱۸۰s از ابتدای کار، جرم باقی مانده از ایزوتوپ A، چهار برابر جرم باقی مانده از ایزوتوپ B باشد، نیم عمر ایزوتوپ ناپایدارتر برابر چند دقیقه است؟ (نیم عمر ایزوتوپ A، دو برابر نیم عمر ایزوتوپ B است.)

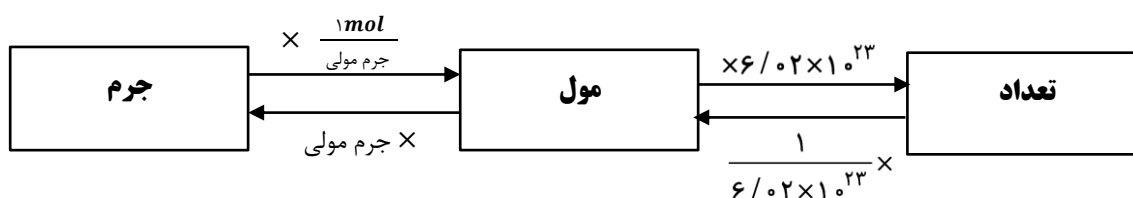
- (۱) ۷/۵ (۲) ۱۵ (۳) ۶ (۴) ۱۲

مول - تعداد - جرم

تعریف مول: به تعداد 6.02×10^{23} ذره از هر ماده گفته می شود. $N_A = 6.02 \times 10^{23}$ (عدد آووگادرو)

جرم مولی: جرم یک مول ماده (6.02×10^{23} تا از آن ماده) برحسب گرم. یکای آن g.mol^{-1} است.

نکته: تعریف مول به نوع ماده بستگی ندارد، یعنی: $1 \text{ mole}^- = 6.02 \times 10^{23} e^-$ ، $1 \text{ mol Fe}^{2+} = 6.02 \times 10^{23} \text{ Fe}^{2+}$



۱۰- تعداد اتمها در ۳۵ گرم ${}^7\text{Li}$ نماسه با تعداد اتمها در چند گرم ${}^{12}\text{C}$ برابر است؟

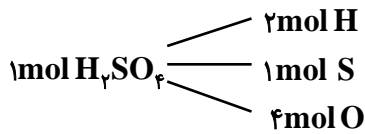
- (۱) ۴۸ (۲) ۶۰ (۳) ۱۷/۵ (۴) ۳۵

۱۱- به ترتیب از راست به چپ، جرم یک اتم ${}^{27}\text{Al}$ به تقریب چند گرم است و در 0.54 گرم از یون پایدار آلومینیم (Al^{3+}) چند

الکترون وجود دارد؟

- (۱) $4/5 \times 10^{-24}$ ، $1/204 \times 10^{21}$ (۲) $5/2 \times 10^{-24}$ ، $6/02 \times 10^{23}$
 (۳) $4/5 \times 10^{-23}$ ، $1/204 \times 10^{23}$ (۴) $5/2 \times 10^{-23}$ ، $6/02 \times 10^{21}$

در هر ترکیب بین زیروندهای آن نسبت مولی برقرار است. برای مثال:



نکته: نسبت بین زیروندها هیچ گاه نسبت جرمی نیست. برای مثال نمی توان گفت در ۱ گرم H_2SO_4 ، ۴ گرم O وجود دارد.

مثال: در ۲۶/۴ گرم آمونیوم سولفات چند گرم نیتروژن وجود دارد؟ (H = ۱, O = ۱۶, S = ۳۲, N = ۱۴)

ابتدا جرم مولی آمونیوم سولفات را به دست می آوریم. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = (14 + 4) \times 2 + 32 + 16 \times 4 = 132 \text{ g.mol}^{-1}$

درصد جرمی عنصر در ترکیب

مثال: درصد جرمی آهن در آهن (III) سولفات را به دست آورید. (S = ۳۲, O = ۱۶, Fe = ۵۶)

۱۲- شمار یون های موجود در ۸۴ گرم منیزیم سولفید، چند برابر شمار یون های مثبت موجود در ۱۶/۶ گرم سدیم نیتريد است؟

(ریاضی فارغ ۱۳۹۹) (S = ۳۲, Mg = ۲۴, N = ۱۴, Na = ۲۳)

(۱) ۰/۲۷ (۲) ۲/۵ (۳) ۳/۷۵ (۴) ۵

۱۳- در ۰/۱۵ مول از کاتیون فلز با ظرفیت ۲ در واکنش کامل با آنیون فسفات، ترکیبی به جرم ۱۳/۱ گرم تشکیل می دهد. این

کاتیون به کدام فلز مربوط است؟ (P = ۳۱, O = ۱۶, Mg = ۲۴, Ca = ۴۰, Fe = ۵۶, Zn = ۶۵) (کنکور ریاضی ۱۴۰۱)

(۱) Ca (۲) Fe (۳) Zn (۴) Mg

۱۴- اگر شمار الکترون ها در ۹/۶ گرم یون SO_4^{2-} نصف شمار کل اتم ها در ۱۵۲ گرم گاز N_2O_x باشد، مقدار x کدام است؟

(O = ۱۶, N = ۱۴, S = ۳۲)

(۱) ۱ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵

یکاهای دما

رابطه بین سلسیوس و کلونین: $T(k) = \theta(^{\circ}\text{C}) + ۲۷۳$

نکته: $\Delta\theta = \Delta T$

۱۵- دمای اتمسفر در یک سیاره فرضی از رابطه $\theta(^{\circ}\text{C}) = -۶ - ۲\sqrt{h}$ پیروی می کند. دمای هوا در ارتفاع ۴ کیلومتری از سطح

سیاره بر حسب کلونین کدام است؟ (h بر حسب کیلومتر) (تجربی ۱۳۹۸)

(۱) ۲۵۹ (۲) ۲۶۳ (۳) ۲۸۳ (۴) ۲۸۷

روابط حجمی گازها (قانون گاز کامل)

$$\frac{p_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{p_2 V_2}{n_2 T_2}$$

رابطه کلی بین دما، فشار، حجم و مقدار گاز:

T: باید برحسب کلوین باشد.

شرایط STP

دما 0°C یا 273k و فشار 1atm یا 760mmHg

در این شرایط یک مول گاز $22/4$ لیتر حجم دارد.

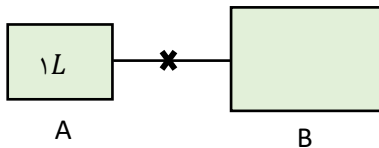
چگالی گازها

$$d = \frac{\text{جرم مولی}}{22/4} \frac{\text{g}}{\text{L}}$$

چگالی گاز را از تقسیم جرم مولی به حجم مولی می توان به دست آورد که در شرایط STP

۱۶- در شکل زیر، گاز NO_2 در ظرف A به حجم یک لیتر قرار دارد و ظرف B فاقد گاز است. پس از باز کردن شیر، فشار گاز ۵۰٪

با فشار اولیه ظرف A می شود. حجم ظرف B چند برابر حجم ظرف A است؟ (در طول فرآیند دما ثابت است)



۳ (۲)

۵ (۱)

۲ (۴)

۴ (۳)

۱۷- در فشار ثابت، دمای مقداری گاز برابر 27°C است. این دما چند درجه سلسیوس باید افزایش یابد تا حجم نهایی ۵۰٪ نسبت

به حجم اولیه افزایش یابد؟

۲۵۰ (۴)

۲۰۰ (۳)

۱۵۰ (۲)

۱۰۰ (۱)

۱۸- در فرآیندی، دمای مقدار معینی از یک گاز را در فشار ثابت، از 100°C به 200°C می رسانیم و مقدار گاز به دست آمده را وارد

فرآیند دوم می کنیم. اگر در فرآیند دوم در دمای ثابت، فشار را به $2/54$ برابر فشار اولیه برسانیم و حجم نهایی گاز برابر ۱۰ لیتر

باشد، حجم گاز وارد شده در فرآیند اول، تقریباً چند لیتر است؟

۲۰ (۴)

۱۶ (۳)

۲۵ (۲)

۳۰ (۱)

۱۹- تعداد اتم های هیدروژن موجود در $1/6$ گرم متان (CH_4) با تعداد مولکول های چندلیتر گاز کلر (Cl_2) در شرایط STP برابر

است؟ ($\text{C} = 12, \text{H} = 1$)

۸/۹۶ (۴)

۸۹/۵ (۳)

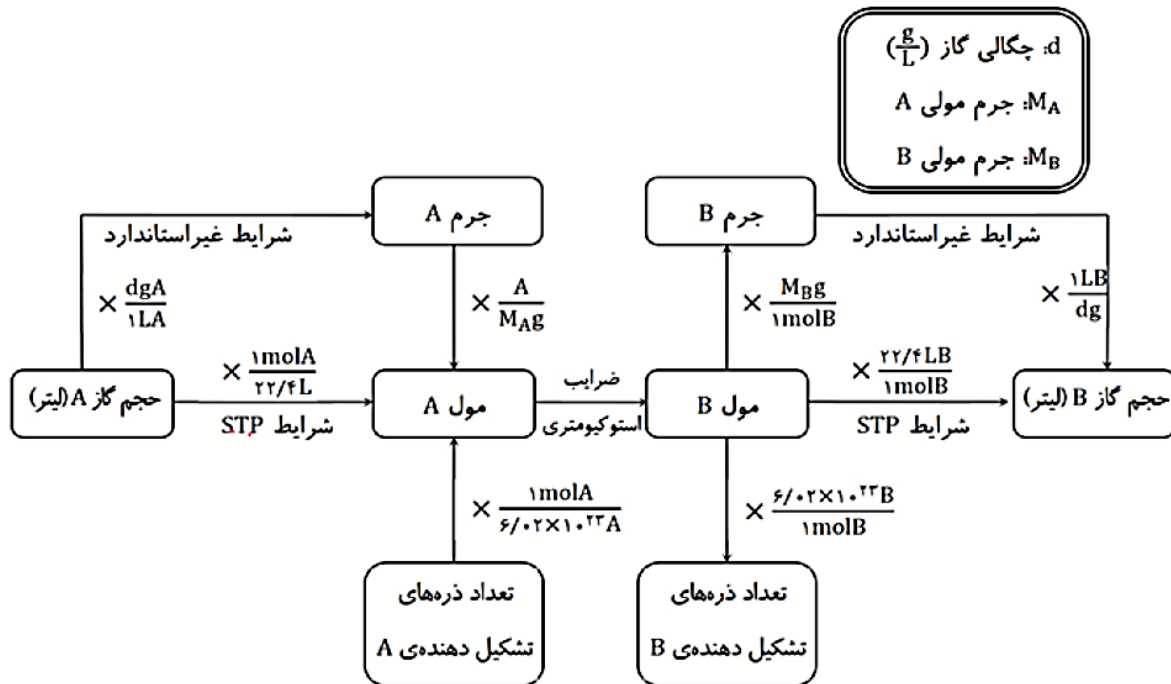
۲/۲۴ (۲)

۲۲/۴ (۱)

به واکنش موازنه شده مقابل توجه کنید.

	$N_2(g)$	$3H_2(g)$	$2NH_3$
تعداد مولکول	-a	-3a	+2a
شمار مول‌ها	-a mol	-3a mol	+2a mol
حجم	-aL	-3aL	+2aL

نکته: اگر مواد گاز باشند و شرایط آن‌ها یکسان باشد. می‌توان نسبت ضرایب را نسبت حجمی در نظر گرفت.



۲۰- پتاسیم نیترات مطابق واکنش زیر تجزیه می‌شود. از تجربه کامل ۲/۲۵ گرم از این نمک خالص، چند لیتر گاز اکسیژن تولید می‌شود؟ (چگالی گاز اکسیژن در شرایط واکنش ۱/۲۵ g/L است و $KNO_3 = 101 \text{ g/mol}$)

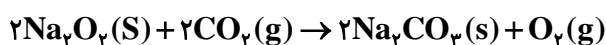
- (۱) ۰/۲۸۵ (۲) ۰/۳۱۲ (۳) ۰/۲۶۲ (۴) ۰/۳۳۲

۲۱- واکنش زیر را در نظر بگیرید، اگر پس از پایان واکنش، ۱۵/۴ گرم کاهش جرم مشاهده شود. جرم سیتریک اسید در آغاز واکنش چند گرم بوده است؟ (واکنش دهنده‌ها به‌طور کامل مصرف شده‌اند). ($C = 12, O = 16, H = 1$)



- (۱) ۱۳/۴۴ (۲) ۱۹/۸۲ (۳) ۱۹۸/۲ (۴) ۱۳۴/۴

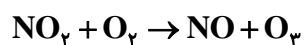
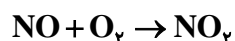
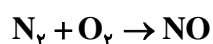
۲۲- مطابق واکنش زیر، برای جذب کامل گاز کربن دی‌اکسید موجود در مخلوط ۲۰۰ لیتر از هوا، ۳۱/۲ گرم سدیم پراکسید (Na_2O_2) مورد نیاز است. هر لیتر هوای مورد مطالعه دارای چند مول از این گاز می‌باشد؟ ($Na = 23, O = 16, C = 12$)



- (۱) 2×10^{-2} (۲) 2×10^{-3} (۳) 4×10^{-2} (۴) 4×10^{-3}

۲۳- بر اثر رعد و برق $10^{22} \times 3/90$ مولکول اکسیژن با نیتروژن وارد واکنش شده است. پس از انجام واکنش‌های موازنه نشده زیر،

چند لیتر اوزون تروپوسفری در شرایط STP تولید می‌شود؟



۳۳۶ (۴)

۳۳/۶ (۳)

۶۷۲ (۲)

۶۷/۲ (۱)

درصد خلوص و بازده درصدی واکنش

جرم کل = جرم خالص + جرم ناخالص

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم خالص}}{\text{جرم کل}} \times 100$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100$$

۲۴- مطابق واکنش زیر ۱۲ گرم کلسیم کربید با خلوص ۸۰٪ را با مقدار کافی آب واکنش می‌دهیم. برای تبدیل گاز اتین حاصل به

گاز اتان چند لیتر گاز H_2 در شرایط STP لازم است؟ ($Ca = 40, C = 12$)



۵/۲۵ (۴)

۱۰/۵ (۳)

۸/۴ (۲)

۶/۷۲ (۱)

۲۵- چند گرم آلومینیم اکسید از واکنش ۲۷۰ گرم آلومینیم با خلوص ۷۰٪ با مقدار کافی از آهن (III) اکسید خالص در واکنش

ترمیت با بازده ۹۰٪ تولید می‌شود؟ ($O = 16, Al = 27, Fe = 56$)

۴۸۹/۷ (۴)

۴۵۹ (۳)

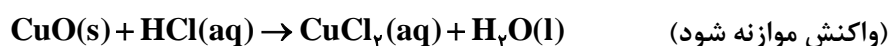
۳۵۷ (۲)

۳۲۱/۳ (۱)

۲۶- ۵ گرم از یک نمونه گرد مس (II) اکسید ناخالص را در مقدار کافی هیدروکلریک اسید وارد و گرم می‌کنیم تا واکنش کامل انجام

شود. اگر در این واکنش ۱/۰ مول هیدروکلریک اسید مصرف شود، چند گرم مس (II) کلرید تشکیل شده و درصد ناخالصی در این

نمونه اکسید کدام است؟ ($O = 16, Cu = 64, Cl = 35.5$) (تجربی ۱۳۹۹)



۲۰-۵/۷۵ (۴)

۸۰-۵/۷۵ (۳)

۸۰-۶/۷۵ (۲)

۲۰-۶/۷۵ (۱)

۲۷- اگر مخلوطی از اکسیدهای منیزیم و کلسیم به ترتیب با خلوص ۸۰ و ۶۰ درصد جرمی با ۸۸ گرم کربن دی اکسید واکنش دهد

و ۴۰ درصد از حجم گاز، صرف واکنش با منیزیم اکسید شده باشد. درصد جرمی مجموع فرآورده‌های واکنش در جامد باقی‌مانده

کدام است؟ (ناخالصی با گاز واکنش نمی‌دهند. واکنش اکسید فلزها کامل و فرآورده آن‌ها کربنات فلز است.)

(ریاضی ۱۴۰۱) ($Mg = 24, Ca = 40, O = 16, C = 12$)

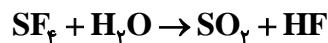
۸۷ (۴)

۷۸ (۳)

۶۵ (۲)

۵۶ (۱)

۲۸- مقدار گاز SF_6 لازم برای تهیه ۵۰ لیتر گاز HF را از واکنش چند گرم سدیم فلئورید با گاز SCl_2 کافی، می‌توان به دست آورد و در این فرآیند چند گرم گاز SO_2 تولید می‌شود؟ ($H = 1, F = 19, Na = 23, O = 16, S = 32$) (جرم هر لیتر گاز HF برابر با ۸/۰ گرم است). (تجربی ۱۳۹۹)



۳۲-۸۴ (۴)

۴۲-۸۴ (۳)

۴۲-۱۲۶ (۲)

۳۲-۱۲۶ (۱)

۲۹- در واکنش‌های زیر، اگر نسبت بخار آب تشکیل شده در واکنش II به واکنش I (با فرض کامل بودن) برابر ۵ و حجم گاز آمونیاک (در شرایط STP) برابر ۱۱/۲ لیتر باشد، سهم جرم یون کربنات در فرآورده جامد واکنش II برابر چند گرم است و در شرایط دیگر، اگر ۱۷ گرم از هر واکنش‌دهنده به میزان ۸۰٪ تجزیه شود، نسبت جرم جامد باقی‌مانده از واکنش II به واکنش I به تقریب کدام است؟ (معادله‌ها موازنه شوند) (تجربی ۱۴۰۲)



۱/۵۴،۷۵ (۴)

۳/۱۸،۷۵ (۳)

۱/۵۴،۱۵ (۲)

۳/۱۸،۱۵ (۱)

۳۰- اگر ۶۳ گرم $(NH_4)_2Cr_2O_7$ مطابق واکنش زیر، در ظرف در بسته به میزان ۸۰٪ تجزیه شود. پس از انجام واکنش درصد جرمی تقریبی کروم در توده جامد بر جای مانده کدام است؟ ($H = 1, N = 14, O = 16, Cr = 52$) (تجربی ۱۴۰۰)



۴۲/۵ (۴)

۴۵/۲ (۳)

۶۰/۴ (۲)

۷۸/۴ (۱)

۳۱- اگر سوختن کامل مخلوطی از گازهای متان و هیدروژن، ۱۷/۶ گرم کربن دی‌اکسید و ۴۶/۸ گرم آب تشکیل شود. درصد جرمی اتم H در مخلوط گازی آغازی کدام است؟ ($O = 16, H = 1, C = 12$) (تجربی ۱۴۰۲)

۲۵ (۴)

۳۲ (۳)

۵۲ (۲)

۲۳ (۱)

۳۲- اگر جرم گاز کربن دی‌اکسید آزاد شده از تجزیه گرمایی ۱۰ گرم کلسیم کربنات، برابر جرم گاز کربن دی‌اکسید آزاد شده از سوختن کامل ۰/۰۳ مول گاز پروپان باشد، بازده در صدی واکنش تجزیه کلسیم کربنات کدام است؟ (تجربی ۱۴۰۱)



۸۵ (۴)

۸۰ (۳)

۹۵ (۲)

۹۰ (۱)