

こってりセンター化学 関東風 理論編
気体分野[気体の体積と圧力・温度 混合気体の圧力 実在気体] 演習問題

旧課程から新課程に学習指導要領が変更されるにあたって、センター試験の科目も代わり、新課程「化学」の分野では今まで出題されていなかった、旧課程「化学Ⅱ」の気体や溶液の分野からも出題されます。

旧課程「化学Ⅱ」の以前の課程「化学 1B」の範囲では、センター試験でも気体や溶液の分野からの出題がありましたので、これをまとめて演習問題としました。

気体分野[気体の体積と圧力・温度 混合気体の圧力 実在気体]の授業を全て受け終わったら、力試しとして解いてみてください。解答・解説も最後につけておきます。

気体分野[気体の体積と圧力・温度 混合気体の圧力 実在気体]の全ての授業についている資料は全部同じですので、必要な時に使ってください。

問題自体が少し古いので、圧力の単位として atm が使われていますが、これは 1 気圧を意味するもので、 $1.0[\text{atm}] = 1.013 \times 10^5 [\text{Pa}]$ です。 atm を用いると気体定数などの値も見慣れているものとは若干異なりますが、気体の状態方程式などの数式は成り立つので気にせず解き進めてください。

平成 13 年度 センター試験 本試験 化学 1B 第 1 問 問 3

問 3 質量パーセント濃度が 1.7% の過酸化水素水 10.0 g に酸化マンガン(IV)を少量加え、このときに起こる反応を完結させた。この反応で発生した気体の体積は、標準状態において何 ml か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 ml

- ① 1.4 ② 2.8 ③ 5.6
 ④ 14 ⑤ 28 ⑥ 56

平成 13 年度 センター試験 本試験 化学 1B 第 2 問 問 1

問 1 次の物質ア～エを、それぞれ容積 1 l の容器に入れて密閉し、0～100℃の範囲で温度を変化させた。そのときの各容器内の圧力変化を図 1 に示す。直線または曲線 a～d と物質との組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ア 0.02 mol の酸素 イ 0.04 mol の窒素
 ウ 0.01 mol の水 エ 0.03 mol のジエチルエーテル

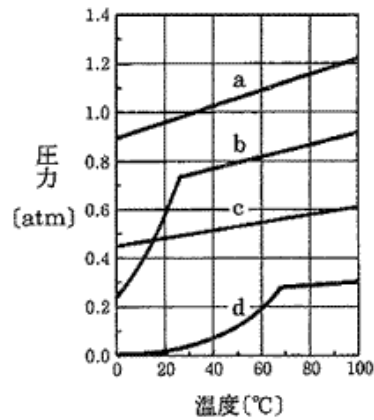


図 1

	a	b	c	d
①	ア	イ	ウ	エ
②	ア	ウ	エ	イ
③	ア	エ	イ	ウ
④	イ	ウ	ア	エ
⑤	イ	エ	ウ	ア
⑥	イ	エ	ア	ウ

平成 14 年度 センター試験 本試験 化学 1B 第 1 問 問 3

問 3 鉄に希硫酸を加え、発生した水素を水上置換で捕集した。捕集した気体の温度、圧力、体積を測定したところ、それぞれ $T(\text{K})$ 、 $P(\text{atm})$ 、 $V(\text{l})$ であった。発生した水素の質量 $[g]$ を表す式として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、 $T(\text{K})$ における水蒸気圧は $p_w(\text{atm})$ であり、 $R(\text{l} \cdot \text{atm}/(\text{K} \cdot \text{mol}))$ は気体定数である。 g

- ① $\frac{(P - p_w)V}{RT}$ ② $\frac{2(P - p_w)V}{RT}$ ③ $\frac{PV}{RT}$
④ $\frac{2PV}{RT}$ ⑤ $\frac{(P + p_w)V}{RT}$ ⑥ $\frac{2(P + p_w)V}{RT}$

平成 17 年度 センター試験 本試験 化学 1B 第 2 問 問 2

問 2 物質の状態に関する記述として下線部に誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① ピストン付き密閉容器内の気体の温度を一定にしたまま体積を小さくすると、単位時間・単位面積あたり容器の壁に衝突する分子の数が増える。
② 温度を上げると気体中の分子の拡散が速くなるのは、気体の分子がエネルギーを得て、その運動が活発になるからである。
③ 蒸気圧が一定の密閉容器内では、液体の表面から飛び出した分子は再び液体中に戻らない。
④ 大気中に放置したビーカー中の液体が蒸発して次第にその量が減少するのは、蒸発した分子が空気中に拡散していくからである。
⑤ 固体から液体へ状態が変化すると、この物質を構成する分子は、融解熱に相当するエネルギーを得て、自由に移動できるようになる。

平成 17 年度 センター試験 本試験 化学 1B 第 2 問 問 4

問 4 酸素は 1.0 atm のもとで 1.0 l の水に対して、 4°C では $2.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$ 、 40°C では $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$ 溶ける。 40°C 、 2.0 atm のもとで 2.0 l の水に溶ける酸素の量は、 4°C 、 1.0 atm のもとで 1.0 l の水に溶ける量の何倍か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、酸素は十分な量存在するものとする。 倍

- ① 0.25 ② 0.50 ③ 1.0 ④ 2.0 ⑤ 4.0

平成 15 年度 センター試験 本試験 化学 1B 第 2 問 問 4

問 4 図 1 は、化合物 A、B、C の液体の飽和蒸気圧[atm]と温度[°C]の関係を示している。次ページの問い(a・b)に答えよ。

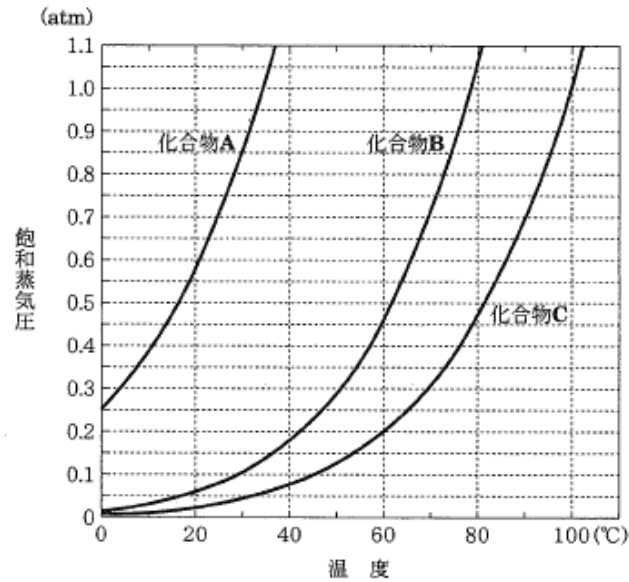


図 1

a 容積を変化させることができる三つの真空容器に、20°Cにおいて、A、B、Cの液体をそれぞれ少量ずつ入れたところ、すべて気化した。その後、20°Cのもとで各容器の容積を小さくしていくと、それぞれ圧力が P_A 、 P_B 、 P_C になったときに、A、B、Cが液化し始めた。 P_A 、 P_B 、 P_C の大小関係として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 4

- ① $P_A > P_B > P_C$ ② $P_A > P_C > P_B$ ③ $P_B > P_A > P_C$
 ④ $P_B > P_C > P_A$ ⑤ $P_C > P_A > P_B$ ⑥ $P_C > P_B > P_A$

b 物質量がX molのCの液体を60°Cのもとで真空容器に入れたところ、すべて気化した。60°Cのもとでこの容器の容積を小さくしていくと、容積がV mlになったときにCが液化し始めた。Xを表す式として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、Cの気体は理想気体の状態方程式に従うとし、気体定数は $R = 0.082 \text{ atm}\cdot\text{l}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ である。

5 mol

- ① $\frac{0.20 V}{0.082 \times 333}$ ② $\frac{0.46 V}{0.082 \times 333}$ ③ $\frac{V}{0.082 \times 333}$
 ④ $\frac{0.20 V}{82 \times 333}$ ⑤ $\frac{0.46 V}{82 \times 333}$ ⑥ $\frac{V}{82 \times 333}$

平成 16 年度 センター試験 本試験 化学 1B 第 2 問 問 3

問 3 容積 20.0 l の真空容器に 1.80 g の水を入れ、温度を 27 °C にした。このとき容器内の圧力は x atm であった。次に容器の温度を 57 °C に上げると、圧力が y atm になった。x, y に当てはまる数値の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、27 °C, 57 °C における水の蒸気圧は、それぞれ 0.035 atm, 0.171 atm である。また、気体は理想気体とみなし、気体定数は $R = 0.082 \text{ atm} \cdot \text{l} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ とする。 3

	x	y
①	0.035	0.135
②	0.035	0.171
③	0.123	0.135
④	0.123	0.171
⑤	0.158	0.135
⑥	0.158	0.171

平成 16 年度 センター試験 本試験 化学 1B 第 2 問 問 5

気体定数 $R = 0.082 [\text{atm} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})]$ として計算してください。

問 5 酸素 x g が入った 11.2 l の密閉容器にメタノール 3.2 g を注入し、その全量を完全燃焼させた後、容器を 0 °C に保った。次の問い(a・b)に答えよ。

a この燃焼で消費された酸素の質量は m g であった。m として最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 5 g

- ① 3.2 ② 4.8 ③ 5.4 ④ 6.4 ⑤ 7.2 ⑥ 8.0

b 燃焼後の容器内の気体の圧力[atm]を表す式として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、水の 0 °C における飽和蒸気圧は十分低く、無視できるものとする。また、気体はすべて理想気体とみなし、水に溶ける気体の量は無視できるものとする。 6 atm

- ① $(0.1 + \frac{x}{32})$ ② $(0.1 + \frac{x-m}{32})$
 ③ $(0.1 + \frac{x}{32}) \times 0.5$ ④ $(0.1 + \frac{x-m}{32}) \times 0.5$
 ⑤ $(0.1 + \frac{x}{32}) \times 2.0$ ⑥ $(0.1 + \frac{x-m}{32}) \times 2.0$

平成 17 年度 センター試験 本試験 化学 1B 第 2 問 問 1

問 1 蒸気圧に関する次の文章中の空欄 **a** ・ **b** に当てはまる数値の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、気体は理想気体とし、気体定数は $R = 0.082 \text{ atm} \cdot \text{l}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ とする。 1

図 1 は水の蒸気圧曲線を示す。大気圧 0.80 atm で水は a $^{\circ}\text{C}$ で沸騰する。また、水 0.10 mol を容積 22.4 l の真空容器に入れたとき、 60°C において容器内の圧力は b atm である。

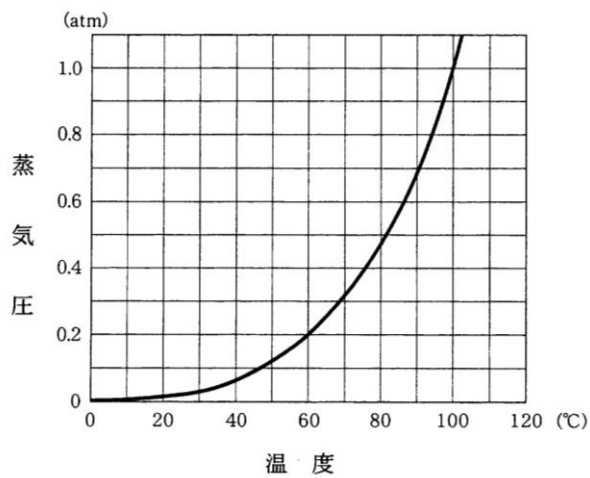


図 1

	a	b
①	94	0.10
②	94	0.12
③	94	0.20
④	100	0.10
⑤	100	0.12
⑥	100	0.20

こってりセンター化学 関東風 理論編

気体分野[気体の体積と圧力・温度 混合気体の圧力 実在気体] 演習問題解答・解説

平成 13 年度 第 1 問 問 3 ⑥

平成 13 年度 第 2 問 問 1 ⑥

平成 14 年度 第 1 問 問 3 ②

平成 17 年度 第 2 問 問 2 ③

平成 15 年度 第 2 問 問 4 (a) ① (b) ④

平成 16 年度 第 2 問 問 3 ①

平成 16 年度 第 2 問 問 5 (a) ② (b) ⑥

平成 17 年度 第 2 問 問 1 ②

平成 13 年度 第 1 問 問 3 ⑥

まず化学反応式を書きましょう。今回は、過酸化水素水に酸化マンガン(IV)を加えているので、化学反応式は、 $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ です。酸化マンガン(IV)は触媒として働いているので、反応の前後で変化せず反応式には現れません。

質量パーセント濃度 1.7%の過酸化水素水 10.0g なので、過酸化水素の質量は $10.0 \times \frac{1.7}{100}$ (g) となり、物質量は $10.0 \times \frac{1.7}{100} \div 34$ (mol) となります。過酸化水素 2 分子に対して、酸素分子 1 分子が生じるので、生じる酸素の物質量は $10.0 \times \frac{1.7}{100} \div 34 \times \frac{1}{2}$ (mol) です。気体 1 mol の体積は標準状態で 22.4L = 22400mL なので、発生した気体の体積(単位が mL であることに注意)は、 $10.0 \times \frac{1.7}{100} \div 34 \times \frac{1}{2} \times 22400 = 56$ (mL) となり、正解は⑥となります。

平成 13 年度 第 2 問 問 1 ⑥

問題文中のグラフの b・d は温度に対し圧力が急に下がっています。まず、これは何が起きているのか考えましょう。これは、気体の凝縮なので、b・d は常温で液体になりうるものだと考えられます。ゆえに、凝縮の起こっていない a・c が選択肢アの酸素又はイの窒素のどちらか、b・d は選択肢ウの水又はエのジエチルエーテルのどちらかになります。

グラフの a・c について考えます。示している圧力の大小と物質量の大小に注目しましょう。酸素と窒素を理想気体とみなせば、圧力の大小は物質量の大小と一致するはずですが、ゆえに、物質量の大きいイの 0.04mol の窒素が圧力の大きい a となり、物質量の小さいアの 0.02mol の酸素が圧力の小さい c となります。

グラフの b・d についても同様です。物質量の大きいエの 0.03mol のジエチルエーテルが圧力の大きい b となり、物質量の小さいウの 0.01mol の水が圧力の小さい d となります。よって、a イ b エ c ア d ウとなり、正解は⑥となります。

平成 14 年度 第 1 問 問 3 ②

水上置換の気体の分圧の問題です。問題文中の反応は、問題を解くのに直接関わりはないのですが、 $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2$ のようになります。

授業の復習になりますが、水上置換で捕集した水素の分圧を P_{H_2} 、水の蒸気圧 $P_{\text{H}_2\text{O}}$ 、大気圧 P とすると、 $P_{\text{H}_2} = P - P_{\text{H}_2\text{O}}$ と表されます。この問題の場合も、捕集した気体の圧力 P (前述の大気圧 P と等しい) は、水素の分圧と水蒸気圧 p_w の和となっているので、水素の分圧は $P - p_w$ となります。ここから、発生した水素の物質質量 $n[\text{mol}]$ を求めましょう。気体の状態方程式に、先ほど求めた水素の分圧を用います。ここで、捕集した気体の圧力 P を用いると水素の物質質量だけでなく、飽和蒸気圧を示している気体の水の物質質量も含まれてしまいます。($P - p_w$) $V = nRT$ から、水素の物質質量は $n = \frac{(P - p_w)V}{RT} (\text{mol})$ となります。

よって、水素分子 H_2 の分子量 2.0 を掛けて、発生した水素の質量は $\frac{2(P - p_w)V}{RT} (\text{g})$ となるので、正解は②となります。

平成 17 年度 第 2 問 問 2 ③

物質の状態に関して誤ったものを選ぶ問題です。選択肢①、②、④、⑤は正しいことを述べています。選択肢の③は、気液平衡がどのような状態かに注目しましょう。蒸気圧が一定の密閉容器内では、気液平衡が成り立っています。これは、見かけ上液体の蒸発が止まったように見えますが、液体の表面から蒸発する分子と、気体の状態から液体の状態へと凝縮する分子の個数が等しい状態のことです。分子が気体から液体になる速度と液体から気体へなる速度が等しい状態です。液体の表面から飛び出した分子でも、気体の状態から液体の状態へと凝縮する場合がありますと考えられるので、この選択肢は誤りとなります。ゆえに、正解は③です。

平成 15 年度 第 2 問 問 4 (a) ① (b) ④

飽和蒸気圧と凝縮に関する問題です。化合物がいつ凝縮するのかに注目しましょう。

グラフには化合物 A、B、C の蒸気圧曲線が描かれており、上から順に化合物 A、B、C となっています。まず、三つの別々の容器に A、B、C の液体をそれぞれ入れた場合を考えます(一緒に同じ容器に入れたわけではないです)。気化していた化合物 A、B、C がそれぞれ液化する場合はどのような条件かを考えましょう。温度は 20°C で一定なので、容器の体積と気体の示す圧力にボイルの法則を当てはめます。体積が大きいとき、気体の示す圧力は小さくなり、飽和蒸気圧よりも小さければ、化合物は液化しません。逆に、体積を小さくしていくと、ボイルの法則で求めた圧力は大きくなります。この気体の圧力はその温度での飽和蒸気圧を超えることができず、計算上超えた分は液化し、気体は飽和蒸気圧に等しい圧力を示すこととなります(この場合はボイルの法則に従いませんね)。ボイルの法則で

求めた圧力が気体の飽和蒸気圧と一致したところで液化が始まるので、20°Cにおける飽和蒸気圧の大きい順に並べた $P_A > P_B > P_C$ が答えとなり、正解は①となります。

物質質量 $X \text{ mol}$ の C の液体は、60°Cのもとで体積 $V \text{ mL}$ にすると液化し始めたということなので、液化の始まったこの時点での C の圧力が飽和蒸気圧にあたります。グラフから、60°Cにおける化合物 C の飽和蒸気圧を読み取ると 0.20 atm になります。あとは、これらの条件を気体の状態方程式に代入するだけです。C の物質質量を $n [\text{mol}]$ とすると、

$$0.20 [\text{atm}] \times V \times 10^{-3} [\text{L}] = n [\text{mol}] \times 0.082 [\text{atm} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})] \times (60 + 273) [\text{K}]$$

$$n = \frac{0.20V}{82 \times 333} [\text{mol}]$$

従って、正解は④になります。問題文中で体積の単位が mL となっており、気体定数の単位は L で表されているので、どちらかの単位に統一する必要があります。今回は $V \times 10^{-3} [\text{L}]$ とすることで合わせました。引っ掛け問題となっているので注意してください。

平成 16 年度 第 2 問 問 3 ①

水の蒸気圧に関する問題なので、まず容器内の水が全て気化しているか、一部が液体として残っているかを調べる必要があります。

温度 27°C 、容積 20.0 L にある 1.80 g の水が全て気化している場合に示す圧力 P_1 を求めます。水の分子量は 18 であるので、気体の状態方程式から

$$P_1 [\text{atm}] \cdot 20.0 [\text{L}] = \frac{1.80 [\text{g}]}{18 [\text{g/mol}]} \cdot 0.082 [\text{atm} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})] \cdot (27 + 273) [\text{K}]$$

$P_1 = 0.123 [\text{atm}]$ となり、これは 27°C における水の蒸気圧 0.035 atm よりも大きくなります。気体の水は飽和蒸気圧までの圧力を示すことしかできないので、容器内の圧力は 0.035 atm となり、過剰分の水は液体で存在します。よって、 x は 0.035 です。

同様にして、温度 57°C で容積 20.0 L にある 1.80 g の水が全て気化している場合に示す圧力 P_2 を求めます。水の分子量は 18 であるので、気体の状態方程式から

$$P_2 [\text{atm}] \cdot 20.0 [\text{L}] = \frac{1.80 [\text{g}]}{18 [\text{g/mol}]} \cdot 0.082 [\text{atm} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})] \cdot (57 + 273) [\text{K}]$$

$P_2 = 0.135 [\text{atm}]$ となり、これは 57°C における水の蒸気圧 0.171 atm よりも小さくなります。よって、容器内の水は全て気体となってしまう、容器内の気体が示す圧力は $0.135 [\text{atm}]$ となります。ゆえに、 y は 0.135 です。

以上から、正解は x 0.035 y 0.135 の①になります。

平成 16 年度 第 2 問 問 5 (a) ② (b) ⑥

まずは、問題文中に述べられている化学反応式を書きましょう。反応式は次のようになります。 $\text{CH}_3\text{OH} + 3/2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

分子量 32 のメタノールが 3.2 g なので、メタノールの物質質量は 0.10 mol です。メタノー

ル 1mol につき、 $3/2$ mol の酸素が消費されるので、消費された酸素は 0.15mol となります。0.15mol の酸素は質量に換算すると、4.8g になります。ゆえに、a の正解は②になります。

水の飽和蒸気圧は無視して考えて良いので、容器内で圧力を示す気体は、燃焼に使われなかった酸素と生じた二酸化炭素になります。始め x g あった酸素が m g 消費されたので、酸素の物質量は $\frac{x-m}{32}$ mol となります。二酸化炭素の物質量は、消費された酸素が 0.15mol なので、反応式から 0.10mol とわかります。燃焼後の容器内の気体の圧力 P [atm] とすると、

$$P[\text{atm}] \cdot 11.2[\text{L}] = \left(0.10 + \frac{x-m}{32}\right) [\text{mol}] \cdot 0.082[\text{atm} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})] \times (0 + 273)[\text{K}]$$

$$P = \left(0.10 + \frac{x-m}{32}\right) \times 2.0$$

従って、b の正解は⑥となります。酸素は x 、 m で表さなければならないですが、二酸化炭素の方は 0.10mol と計算しなければならないのが厄介ですね。

平成 17 年度 第 2 問 問 1 ②

水の蒸気圧曲線に関する問題です。

液体の沸騰という現象は、液面のすぐ近くの蒸気の圧力が、その温度で決まる飽和蒸気圧まで増加して、外圧(普通は大気圧)と等しくなったときに、液体の表面からではなく液体内部からも蒸気(気泡)が発生するようになる現象のことです。

まず、大気圧 0.80atm である場合には、水の飽和蒸気圧が 0.80atm と等しくなるような温度のときに沸騰が始まるわけなので、グラフから、蒸気圧が 0.80atm となるような温度はおよそ 94°C と読み取ることができます。これにより、a は 94 ですね。ちなみにですが、山頂でお米を炊いた場合、大気圧が低くなり水が 100°C より低い温度で沸騰するので、ご飯の炊き上がりが悪く、まずくなります。圧力鍋で料理をすると、高い外圧下で水は 100°C より高い温度で沸騰するので、料理の出来上がりがよく美味しくなります。

水 0.10mol の、60°C における容積 22.4L の容器内での圧力を求めます。まず、この水が気化しているか、一部が液体となっているかを調べます。仮に、水 0.10mol が全て気体になっているとしたときの圧力を P [atm] とすると、

$P[\text{atm}] \cdot 22.4[\text{L}] = 0.10[\text{mol}] \cdot 0.082[\text{atm} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})] \cdot (60 + 273)[\text{K}]$ より、 $P=0.12[\text{atm}]$ と求められます。60°C における水の飽和蒸気圧は 0.20atm なので、 P は飽和蒸気圧よりも小さいので、容器に入れた水は全て気化しています。ゆえに、容器内の圧力は 0.12atm であることから、b は 0.12 となります。従って、正解は②となります。

おまけ 授業内容とは直接関係ないのですが、間違えて解答を作ってしまった…
結構面白い問題だったので、解いてみてください。

平成 16 年度 センター試験 本試験 化学 1B 第 1 問 問 3

問 3 次の水 A・B を 1.0 g ずつはかり取り、それぞれ過剰のカルシウムの単体と完全に反応させた。この反応に関する下の記述 a～c について、正誤の組合せとして正しいものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 6

A 相対質量が 1.0 の ^1H と、相対質量が 16 の ^{16}O からなる水 ($^1\text{H}_2^{16}\text{O}$)

B 相対質量が 2.0 の ^2H と、相対質量が 16 の ^{16}O からなる水 ($^2\text{H}_2^{16}\text{O}$)

- a A と反応したカルシウムと、B と反応したカルシウムの質量比は 9 : 10 である。
- b A から発生した水素 ($^1\text{H}_2$) の質量と、B から発生した水素 ($^2\text{H}_2$) の質量は等しい。
- c A から発生した水素 ($^1\text{H}_2$) と、B から発生した水素 ($^2\text{H}_2$) の体積比は、同温・同圧のもとで 10 : 9 である。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

水素原子の同位体に関する問題です。が、授業内容とあんまり関係ないですね。同位体は、原子番号は同じなので、この問題での化学的性質はほぼ同じとみなせますが、質量数が異なることに注意しましょう。

Aの水分子は相対質量1.0の ${}^1\text{H}$ 2つと相対質量16の ${}^{16}\text{O}$ からなるので、分子量は18となります。Bの水分子は相対質量2.0の ${}^2\text{H}$ 2つと相対質量16の ${}^{16}\text{O}$ からなるので、分子量は20となります。ゆえに、A、Bの水の物質量はそれぞれ $\frac{1.0}{18}\text{mol}$ 、 $\frac{1.0}{20}\text{mol}$ となります。

問題文で述べられている反応は、 $\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2$ です。

まず、aを見ていきます。A、Bの水と反応するカルシウムはそれぞれA、Bの水の物質量の1/2となります。カルシウムの原子量40なので、

質量比は、 $\frac{1.0}{18} \times \frac{1}{2} \times 40 : \frac{1.0}{20} \times \frac{1}{2} \times 40 = 10 : 9$ となり、aは誤りです。

次に、bです。Aから発生した水素(${}^1\text{H}_2$)の分子量は2.0、Bから発生した水素(${}^2\text{H}_2$)の分子量は4.0です。ここで、A、Bの水の物質量はそれぞれ $\frac{1.0}{18}\text{mol}$ 、 $\frac{1.0}{20}\text{mol}$ であり、反応式から発生する水素の物質量は、水の物質量の1/2となります。A、Bで発生した水素の質量比は、 $\frac{1.0}{18} \times \frac{1}{2} \times 2.0 : \frac{1.0}{20} \times \frac{1}{2} \times 4.0 = 5 : 9$ となるので、bは誤りです。

最後にcです。発生した気体の体積比は、物質量比と等しくなります。A、Bの水の物質量はそれぞれ $\frac{1.0}{18}\text{mol}$ 、 $\frac{1.0}{20}\text{mol}$ であり、反応式から発生する水素の物質量は、水の物質量の1/2となります。よって、A、Bで発生した水素の体積比は、 $\frac{1.0}{18} \times \frac{1}{2} : \frac{1.0}{20} \times \frac{1}{2} = 10 : 9$ となるので、cは正しいです。

以上を、総合すると、a 誤 b 誤 c 正となる⑦が正解となります。