

令和3年度入学試験問題（前期日程）

理 科  
(医学部医学科)

物 理	1 ページから	6 ページまで
化 学	7 ページから	11 ページまで
生 物	12 ページから	13 ページまで

注 意 事 項

1. 受験番号を解答用紙の所定の欄(1か所)に記入すること。
2. 解答はすべて解答用紙の所定の欄に記入すること。
3. 解答時間は、100分である。

# 化 学

必要があれば、原子量は次の値を使いなさい。

H = 1.00, He = 4.00, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Br = 79.9

**1** 以下の各問に答えなさい。(17点)

問1 次の文章を読んで、 ~  に当てはまる最も適切な語句を答えなさい。

物質を構成している原子や分子は常に運動しており、この運動は熱運動とよばれる。物質を加熱すると熱エネルギーを受け取り、熱運動はより激しくなる。

一定量の物質が状態変化するためにはそれぞれの物質によって決まった熱量が必要であり、固体1 molを液体にするのに必要な熱量を  といい、液体1 molを気体にするのに必要な熱量を  という。

一方、液体が固体に変化するとき、 と等しい熱量の  が放出される。また、気体が液体に変化するとき、 と等しい熱量の  が放出される。

問2 次の文章を読んで、以下の(1)~(3)の問いに答えなさい。

密閉容器に純物質の液体を入れ一定温度に保つと、単位時間に液体から気体に変化する分子の数と気体から液体に変化する分子の数がやがて等しくなり、見かけ上、何も変化が起きていないような状態になる。<sup>(a)</sup>

(1) 下線部(a)の平衡を何というか答えなさい。

(2) 下線部(a)の状態にある気体の圧力を何というか答えなさい。

(3) 下線部(a)の状態にある物質の温度が上がると、その気体の圧力はどうなるか、(ア)~(ウ)の中から1つ選び、その記号を記入しなさい。

(ア) 高くなる (イ) 低くなる (ウ) 変わらない

問3 次の文章を読んで、以下の(1), (2)の問いに答えなさい。

ある一定量の気体が容積を変えられることができる密閉容器に入っている。この気体の状態Ⅰ～Ⅲにおける圧力、絶対温度、体積を表Ⅰに示す。初め状態Ⅰにあった気体の絶対温度を  $T_1$  に保ったまま、圧力を  $P_2$  にしたときを状態Ⅱとする。次に、状態Ⅱにあった気体の圧力を  $P_2$  に保ったまま、絶対温度を  $T_2$  にしたときを状態Ⅲとする。この気体にはボイルの法則とシャルルの法則が成り立つ。

表Ⅰ 気体の状態

状態	圧力	絶対温度	体積
Ⅰ	$P_1$	$T_1$	$V_1$
Ⅱ	$P_2$	$T_1$	$V_m$
Ⅲ	$P_2$	$T_2$	$V_2$

(1) この気体の圧力、絶対温度、体積について、成り立つ等式を(ア)～(オ)の中からすべて選び、その記号を記入しなさい。

(ア)  $P_1 V_1 = P_2 V_m$       (イ)  $P_1 V_1 = P_2 V_2$       (ウ)  $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$       (エ)  $\frac{V_m}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$       (オ)  $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$

(2) 問3の(1)で選んだ等式を用いて、ボイル・シャルルの法則を表す等式を導きなさい。ただし、導かれた等式には  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $V_1$ ,  $V_2$  が含まれていること。

問4 互いに反応しない  $n_A$  [mol] の気体 A と  $n_B$  [mol] の気体 B について考える。温度  $T$  で気体 A, B を容積  $V$  の別々の密閉容器に入れると、圧力はそれぞれ  $p_A$ ,  $p_B$  であった。温度  $T$  で気体 A, B を容積  $V$  の密閉容器に入れ混合すると、混合気体の全圧は  $p$  であった。気体 A, B およびその混合気体の状態方程式をそれぞれ書き、それらに基づき  $p = p_A + p_B$  が成り立つことを示しなさい。ただし、これらの気体は理想気体としてふるまう。

問5 同じ温度にある気体のヘリウムと窒素の混合を考える。  $1.0 \times 10^5$  Pa において 6.0 L のヘリウムと 2.0 L の窒素を、容積  $V$  の密閉容器に入れ混合した。なお混合の前後で温度の変化はなかった。この混合気体の平均分子量を答えなさい。有効数字は2桁とし、3桁目を四捨五入して答えなさい。ただし、これらの気体は理想気体としてふるまう。

問6 実在気体は実際には理想気体としてふるまわない。実在気体のふるまいが理想気体に最も近づく温度と圧力の条件を、(ア)～(エ)の中から1つ選び、その記号を記入しなさい。

(ア) 高温・高圧      (イ) 高温・低圧      (ウ) 低温・高圧      (エ) 低温・低圧

2 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(16点)

実験1 濃度がわからない塩化ナトリウム水溶液 10.0 mL をホールピペットで正確にコニカルビーカーへ入れた。この溶液に  
(a) 純水 40 mL と 0.5 mol/L のクロム酸カリウム水溶液 0.5 mL を加えた。このコニカルビーカーをよく振りながら褐色の  
ビュレットに入った 0.100 mol/L の硝酸銀水溶液で混合溶液を滴定したところ、8.50 mL で終点に達した。

実験2 あるタンパク質を分解し、発生したアンモニアを 2.00 mol/L の希硫酸 15.0 mL に通じ、すべて反応させた。反応後の溶  
液に純水を加えて正確に 100 mL にし、その 10.0 mL を 0.200 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。指示薬に  
(b) メチルオレンジを用いて、終点までに 12.4 mL を要した。

問1 実験1において、滴定のはじめは白色の沈殿が生じ、終点で赤褐色の沈殿が生じた。それぞれの沈殿が生成するときのイオン反応式を書きなさい。

問2 下線部(a)の塩化物イオンの濃度は何 mol/L か答えなさい。ただし、有効数字は3桁とし4桁目を四捨五入して答えなさい。

問3 実験2においてタンパク質から発生したアンモニアの物質量は何 mol か答えなさい。ただし、有効数字は3桁とし4桁目を四捨五入して答えなさい。

問4 実験2のように、求めたい物質の量を間接的に測定する滴定を一般に何と呼ぶか答えなさい。

問5 下線部(b)について、以下の(1)~(3)の各問に答えなさい。

(1) 終点における色の変化を次の例にならって答えなさい。

例) 青色 → 無色

(2) 終点において溶液は酸性を示す。その理由を答えなさい。

(3) 指示薬にフェノールフタレインを使った場合、終点における滴定量は 12.4 mL より小さくなるか、大きくなるか、または変わらないか、理由とともに答えなさい。

3 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。また、構造式を答えるときは、図 I の記入例にならって書きなさい。(17 点)

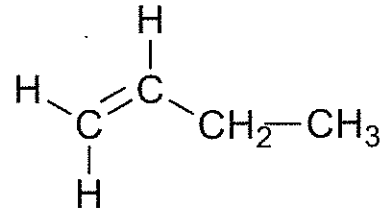


図 I 構造式の例

図 II に示すような装置を組み立て、実験を行った。適切な割合で混ぜ合わせた濃硫酸とエタノールの混合物を滴下ろうとから少しずつ滴下しながら、沸石と同じ混合物の入った反応容器 A を油浴にて加熱した。温度計が  $130^\circ\text{C}$  を示したところで化合物 1 が発生し、氷水で冷やしておいた容器 B に液体として溜まり始めた。さらに加熱を続けたところ、温度計が  $170^\circ\text{C}$  を示したところで化合物 2 が発生し、水槽の中に入れた容器 C に気体として溜まり始めた。容器 C に集められた気体の体積は  $27^\circ\text{C}$ 、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  で  $747 \text{ mL}$  であった。

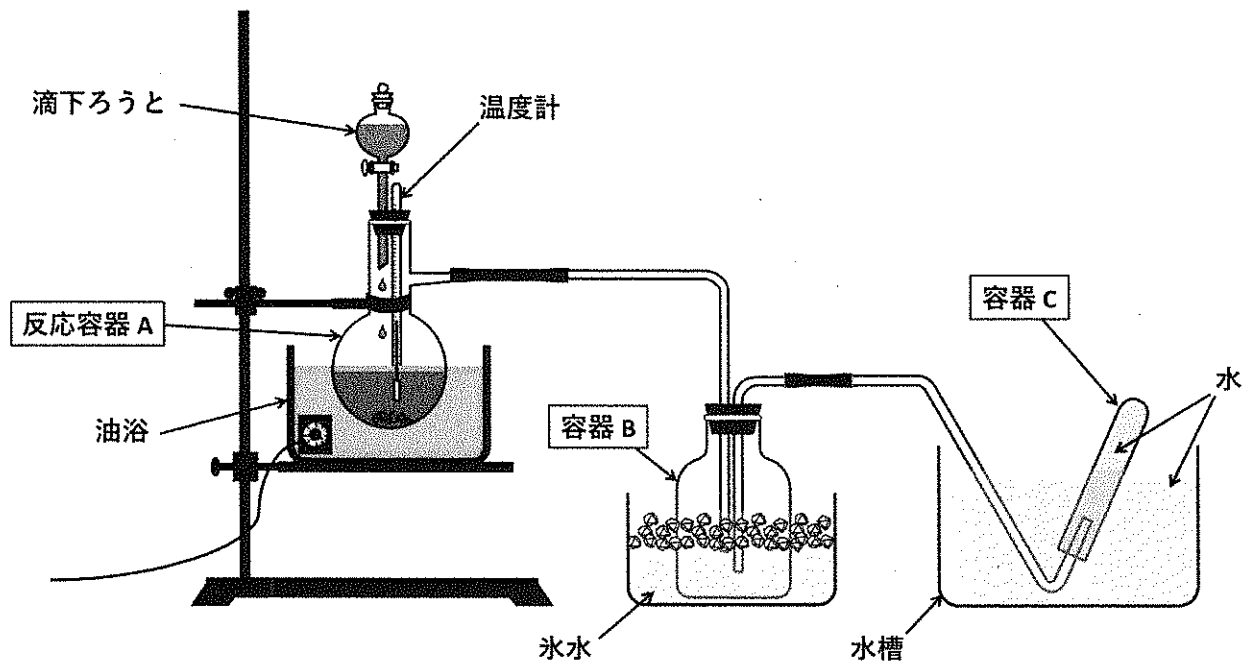


図 II 装置

問1 化合物1の構造式を書きなさい。

問2 容器Bは逆流防止と化合物1の捕集を目的としている。化合物1の捕集の観点から考えたとき、なぜ容器Bを氷水につけておいた方が良いのか、その理由を30字程度で説明しなさい。

問3 化合物2の構造式を書きなさい。

問4 エタノールから化合物1もしくは2を生じる反応の種類としてふさわしいものを、それぞれの反応について、(ア)～(カ)の中からすべて選び、その記号を記入しなさい。

- (ア) 付加反応      (イ) 縮合反応      (ウ) 脱水反応      (エ) 加水分解反応  
(オ) 酸塩基反応      (カ) 脱離反応

問5 容器Cに集められた気体は、化合物2以外を含まず理想気体としてふるまうとしたとき、容器Cに集められた化合物2の物質量は何 mol か答えなさい。なお、気体定数は  $8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$  とする。有効数字は2桁とし、3桁目を四捨五入して答えなさい。

問6 容器Cに集められた化合物2をすべて用いて、2.40 gの臭素を溶かした赤褐色の臭素水と反応させたところ、赤褐色が完全に消失した。

(1) 化合物2に臭素が付加する反応について、得られる生成物を構造式で書きなさい。

(2) 臭素が完全に反応した場合、理論的に生成物が何 g 得られるか答えなさい。有効数字は3桁とし、4桁目を四捨五入して答えなさい。