

令和4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	7 ページまで
化 学	8 ページから	11 ページまで
生 物	12 ページから	15 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か所または2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、原子量は次の値を用いなさい。

H = 1.00, C = 12.00, N = 14.00, O = 16.00

1 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(16点)

濃度が未知の過酸化水素水( $\text{H}_2\text{O}_2$  水)について、酸化還元反応を利用して、濃度を求める実験を行った。 $\text{H}_2\text{O}_2$  水 10.0 mL を  で正確に量りとり、コニカルビーカーに入れ、さらに硫酸 2 mL を加えて酸性にした。その溶液に  を用いて、0.015 mol/L 過マンガン酸カリウム  $\text{KMnO}_4$  水溶液で滴定したところ、8.45 mL 加えたところで、溶液の色が薄い赤紫色となり消えなくなった。このとき、過酸化水素と過マンガン酸イオンは過不足なく反応した、とみなすことができる。この反応では、 $\text{Mn}^{2+}$ が生じ、 $\text{O}_2$ が発生した。

問1  と  にあてはまる最も適切な器具名を答えなさい。

問2  $\text{KMnO}_4$  中の Mn の酸化数、および  $\text{H}_2\text{O}_2$  中の O の酸化数を、それぞれ答えなさい。

問3 上記の滴定実験において、過酸化水素は酸化剤、あるいは還元剤のどちらとしてはたらいっているか、答えなさい。

問4 下線部(a)の反応をイオン反応式で書きなさい。

問5 滴定実験の結果から、 $\text{H}_2\text{O}_2$  水の濃度は何 mol/L か、求めなさい。ただし、有効数字は2桁とし3桁目を四捨五入して答えなさい。



2 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(17点)

図 I のように、耐圧容器 A と B は、コックで連結されている。コックを閉じた状態で、耐圧容器 A (体積 1.0 L) には、体積比 1 : 2 のヘリウムとプロパンの混合気体を封入し、耐圧容器 B (体積 4.0 L) には、酸素を封入した。27℃における耐圧容器 A の圧力は、 $6.0 \times 10^4$  Pa であった。次のような操作を行った。

**操作 1** 温度を 27℃ に保ったまま、図 I 中のコックを開き、十分な時間を経過させ耐圧容器 A と B の気体を混合した。このときの両容器の圧力は、 $1.0 \times 10^5$  Pa であった。

**操作 2** 図 I 中のコックを開いた状態で、耐圧容器 A と B 内で着火装置を使用し、耐圧容器内の プロパンを完全燃焼させた のち、27℃ にした。このとき発生する水は、全て水蒸気として存在しているものとする。また、熱による容器の体積変化は、無視できるものとする。

ただし、全ての気体は、理想気体とみなすことができるものとする。また、ヘリウムは他の気体と化学反応をしないものとする。なお、図 I の耐圧容器 A と B を結ぶ連結部、コックおよび着火装置の体積は、無視できるものとする。気体定数  $R$  は  $8.3 \times 10^3$  Pa·L/(mol·K) とする。

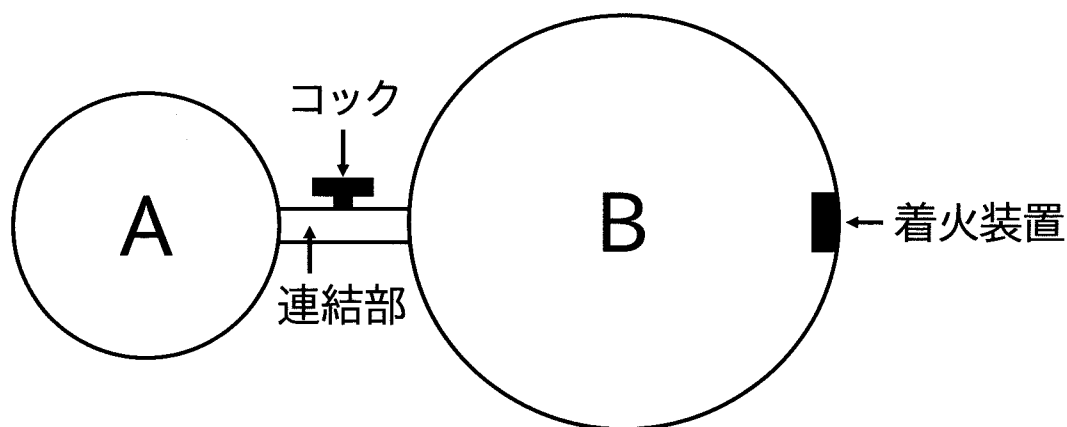
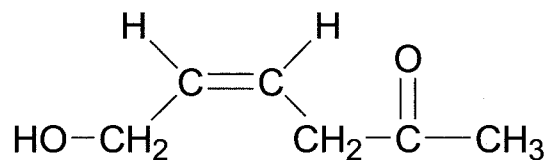


図 I 装置

- 問1 操作前の耐圧容器 A に含まれていたプロパンの分圧は、何 Pa か求めなさい。ただし、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2 操作前の耐圧容器 A に含まれていたプロパンの物質量は、何 mol か求めなさい。ただし、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3 操作 1 後の状態におけるヘリウムとプロパンの分圧は、それぞれ何 Pa か求めなさい。ただし、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4 操作 1 後の状態における酸素の分圧は、何 Pa か求めなさい。ただし、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5 操作前の耐圧容器 B に含まれていた酸素の圧力は、何 Pa か求めなさい。ただし、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 下線部(a)の反応を化学反応式で書きなさい。
- 問7 操作 2 でプロパンを完全燃焼させた後に残った酸素の物質量は何 mol か、最も適当な数値を次の(ア)~(カ)の中から選び、記号で答えなさい。
- (ア) 0.028      (イ) 0.043      (ウ) 0.097      (エ) 0.28      (オ) 0.43      (カ) 0.97

3 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。構造式は図Ⅱにならって書きなさい。(17点)



図Ⅱ 構造式の例

分子式  $C_{11}H_{18}O_4$  のエステル(化合物 A)を塩酸中で完全に加水分解して得た混合物を分離すると、3つの化合物 B, C, D が同じ物質で得られた。

化合物 B を炭酸水素ナトリウム水溶液に加えると泡が発生したが、化合物 C と D では発生しなかった。5.8 mg の化合物 B を完全燃焼させたところ、8.8 mg の二酸化炭素と 1.8 mg の水が得られた。化合物 B には、立体異性体 E が存在する。化合物 E を約  $160^\circ\text{C}$  に加熱すると分子内で脱水反応が起こり、分子量 98.0 の酸無水物 F に変化した。

分子量 74.0 の化合物 C と分子量 60.0 の化合物 D は、いずれも二クロム酸カリウム水溶液を加えると橙色から緑色への変化がみられた。化合物 C と D にヨウ素溶液を加えて温めながら水酸化ナトリウム水溶液を加えていくと、化合物 C の溶液からは褐色が消えるとともに黄色沈殿が生成したが、化合物 D の溶液からは黄色沈殿が生成しなかった。

問 1 酢酸エチル  $\text{CH}_3\text{-COO-C}_2\text{H}_5$  は代表的なエステルである。酢酸エチルに塩酸を加えた場合の加水分解の化学反応式を書きなさい。

問 2 化合物 B の組成式と分子式を書きなさい。

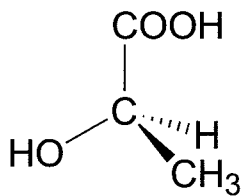
問 3 化合物 B, E, F の構造式をそれぞれ書きなさい。

問 4 化合物 B を炭酸水素ナトリウム水溶液に加えた時の化学反応式を書きなさい。

問 5 化合物 C から生成した黄色沈殿物の分子式を書きなさい。

問 6 化合物 C と D の構造式と化合物名を書きなさい。

問 7 化合物 C には鏡像異性体が存在する。下記の例にならってそれぞれの鏡像異性体を書きなさい。



▲ は紙面の手前側に出ている結合

..... は紙面の裏側へ出ている結合

— は紙面と同じ平面にある結合

問 8 化合物 A の構造式を書きなさい。

