

選択科目

(医学部)

— 2月2日 —

物理
化学
生物

この中から1科目を選択して解答しなさい。

科目	問題のページ
物理	1～4
化学	5～11
生物	12～19

解答用紙をビニール袋から取り出し、選択した科目の解答用紙にすべて記入して提出しなさい。

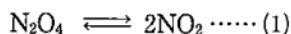
解答に必要な場合は、つぎの値を用いなさい。

原子量：H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Ne = 20.2, Na = 23.0, Cl = 35.5, Ar = 40.0, Ca = 40.1, Br = 79.9

気体定数： $R = 8.31 \times 10^3 \text{ L} \cdot \text{Pa}/(\text{mol} \cdot \text{K})$

1

体積 10 L の容器に 1.0 mol の四酸化二窒素を封入し、温度を 47°C に保ったところ、四酸化二窒素の物質量の 50% が二酸化窒素になり平衡状態になった。この平衡反応はつぎの式 (1) で表される。



なお、これらの気体は理想気体とする。以下の各問いに答えなさい。

問 1 四酸化二窒素を封入してから平衡状態になるまでの、容器内の気体の色の変化として最も適切な記述を a ~ f の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

- a. 封入したときは無色であったが、徐々に変色して、平衡状態で赤褐色になった
- b. 封入したときは無色であったが、いったん赤褐色に変化し、その後、色は薄くなって平衡状態で無色になった
- c. 封入したときは濃い赤褐色であったが、いったん無色になり、その後、変色して平衡状態で薄い赤褐色になった
- d. 封入したときは濃い赤褐色であったが、徐々に色が薄くなり、平衡状態で無色になった
- e. 封入したときは濃い赤褐色であったが、徐々に色が薄くなり、平衡状態で薄い赤褐色になった
- f. 封入してから平衡状態になるまで、濃い赤褐色のままであった

問 2 この平衡状態における濃度平衡定数 K_c [mol/L] として適切な値を a ~ f の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

- a. 0.050 b. 0.20 c. 0.50 d. 1.0 e. 2.0 f. 5.0

問 3 この平衡状態の容器に、さらに四酸化二窒素 5.0 mol を加えて、47°C で再び平衡状態にした。このときの二酸化窒素の物質量 [mol] として適切な値を a ~ f の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

- a. 2.5 b. 3.0 c. 3.5 d. 4.0 e. 5.0 f. 6.0

問 4 問 3 の平衡状態における気体の全圧 [Pa] として適切な値を a ~ f の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

- a. 4.0×10^5 b. 8.0×10^5 c. 1.2×10^6 d. 1.6×10^6 e. 2.0×10^6
 f. 2.4×10^6

化	学
---	---

問5 問3の平衡状態における圧平衡定数 K_p [Pa] として適切な値を a～fの中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

- a. 2.0×10^5 b. 5.3×10^5 c. 6.7×10^5 d. 1.2×10^6 e. 1.6×10^6
f. 2.0×10^6

2 未知の4種類の気体A～Dおよび酸素がある。これら5種類の気体について、つぎの実験1～4を行った。なお、すべての実験は同じ温度下で行われ大気圧に変動がないものとし、気体はすべて理想気体で、気体の水への溶解量およびメスシリンダー内の水蒸気の圧力は無視できるものとする。以下の各問いに答えなさい。

【実験1】 酸素および気体A～Dをそれぞれボンベに封入した。つぎに、各々のボンベの質量を量り、 m_1 [g]として表に記録した。

【実験2】 図のように、水槽中で水を満たしたメスシリンダーに各気体のボンベから気体を200 mLずつ集めた。このとき、メスシリンダーの内外の水面が同じ高さになるようにした。

【実験3】 再び酸素と気体A～Dのボンベの質量を量り、 m_2 [g]として表に記録した。

【実験4】 各気体を分析したところ、気体A, C, Dは単体であることがわかった。また、気体Bは炭素および水素だけからなる化合物であることがわかり、その質量パーセントは炭素が82.8%、水素が17.2%であった。

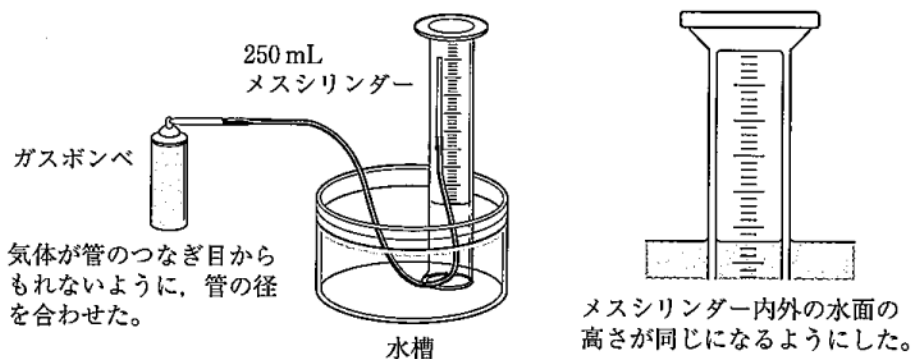


表 実験結果

気体	m_1 [g]	m_2 [g]
酸素	59.408	59.146
A	61.745	61.417
B	67.052	66.578
C	50.588	50.572
D	58.232	58.003

問1 気体A～Dの分子式を解答欄に書きなさい。

問2 気体Bは構造異性体をもつ化合物である。その構造異性体は何種類あるか。その総数を解答欄に書きなさい。

問3 つぎの組み合わせの物質が化学反応したとき、気体A～Dのいずれも発生しないものをa～dの中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

- a. 亜鉛と希硫酸 b. 銅と濃硫酸 c. アルミニウムと塩酸 d. フェノールとナトリウム

3

つぎの実験1～5の記述を読み、以下の各問いに答えなさい。

【実験1】 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムを混合し、ガラス容器に入れた。

【実験2】 このガラス容器をガスバーナーで熱し、アンモニアを発生させた。

【実験3】 発生したアンモニアを、ソーダ石灰（水酸化ナトリウムと酸化カルシウムの混合物）を充填したガラス管の中を通して、上方置換で捕集した。

【実験4】 捕集したアンモニアを空気と混合し、白金を触媒として約800℃で反応させて一酸化窒素をつくり、これを①空気中で酸化して二酸化窒素とした。②

【実験5】 得られた二酸化窒素を温水に溶かして硝酸をつくった。③

問1 実験2でおこる反応について、その化学反応式を解答欄に書きなさい。

問2 実験3で用いたソーダ石灰の使用目的として適切な記述をa～eの中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

- | | | |
|--------------|--------------|--------------|
| a. 還元剤として用いる | b. 酸化剤として用いる | c. 乾燥剤として用いる |
| d. 冷却剤として用いる | e. 塩基を除去するため | |

問3 実験4および実験5は、工業的に硝酸をつくる方法として知られている。考案者の名前にちなんだこの方法の名称を解答欄に書きなさい。

問4 下線部①～③の化学反応式をa～fの中から一つずつ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

- | | |
|---|--|
| a. $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$ | b. $\text{NO} + 2\text{NH}_3 + 4\text{O}_2 \rightarrow 3\text{NO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ |
| c. $3\text{NH}_3 + 4\text{O}_2 \rightarrow \text{HNO}_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$ | d. $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ |
| e. $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ | f. $2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{H}_2$ |

問5 この実験1～5によって、質量パーセント50.0%の硝酸水溶液1.00 kgを作製するのに必要な塩化アンモニウムの質量 [g] をa～fの中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。ただし、すべての反応は完全に進行し、各反応において生成した物質は、そのすべてを回収し利用した。

- | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| a. 213 | b. 283 | c. 425 | d. 566 | e. 637 | f. 850 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|

4 シクロヘキサン、トルエン、アニリン、フェノールからなる混合物がある。この混合物の元素の割合を元素分析により求めたところ、その質量パーセントは炭素 85.0%、水素 10.6%、窒素 2.8%、酸素 1.6%であった。以下の各問いに答えなさい。

問1 トルエン1分子の質量に対して、それに含まれる炭素原子が占める質量パーセント [%] として適切な値を a～e の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

a. 76.6 b. 77.4 c. 85.7 d. 91.3 e. 93.5

問2 この混合物 10 g に含まれるアニリンの質量 [g] として適切な値を a～e の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

a. 1.0 b. 1.9 c. 2.9 d. 3.8 e. 4.8

問3 この混合物 10 g に含まれるシクロヘキサンの質量 [g] として適切な値を a～e の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

a. 1.0 b. 1.4 c. 2.1 d. 4.2 e. 5.1

5

つぎの表はある食品の成分表である。以下の各問いに答えなさい。

表 1袋(100g)あたりの各成分の質量[g]

ナトリウム	0.285
成分 A	15.5
成分 B	10.3
タンパク質	6.50

問1 この食品のナトリウムは、すべて食塩として含まれている。この食品 100 g 中の食塩の質量 [g] として適切な値を a～f の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

a. 0.483 b. 0.725 c. 0.966 d. 1.09 e. 1.45 f. 1.93

問2 成分 A は炭素、水素、酸素だけからなる単一の化合物である。この食品 0.100 g から成分 A をすべて分離して精製し、完全に燃焼させたところ、二酸化炭素が 22.7 mg、水が 9.30 mg 得られた。この成分 A の組成式を a～f の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

a. CHO b. CH₂O c. CH₃O d. C₂H₃O e. C₂H₃O₂ f. C₂H₄O

問3 成分 B は脂肪酸の混合物であり、その中にリノール酸 (C₁₇H₃₁COOH) が含まれている。この食品 10.0 g に含まれるリノール酸をすべて分離して精製し、臭素と付加反応させたところ、0.170 g の臭素が反応した。成分 B の質量に対するリノール酸の質量パーセント [%] として適切な値を a～f の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

a. 5.45 b. 7.25 c. 10.9 d. 14.5 e. 21.8 f. 29.0

6

アセチレンを原料として、つぎの方法でアセチルサリチル酸の合成を試みた。以下の各問いに答えなさい。

3分子のアセチレンを を触媒として付加重合し、化合物 A を得た。この化合物 A を濃硫酸と混合して加熱して化合物 B を得た後に、水酸化ナトリウムと共に加熱して することによって、化合物 C を得た。化合物 C をアセチレンを燃焼して得られた二酸化炭素と高温高压下で反応した後に、希硫酸で処理することによって化合物 D を得た。

一方、アセチレンに を触媒として水を付加して化合物 E を得た。この化合物 E を硫酸酸性溶液中でニクロム酸カリウムによって することによって、化合物 F を得た。つぎに、化合物 F を十酸化四リンと共に加熱して化合物 G を得た。

最後に、化合物 D と化合物 G を混合して加熱することによって、アセチルサリチル酸が得られた。

問 1 空欄 および に当てはまる適切な物質を a～e の中から一つずつ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

- a. 白金 b. 赤熱した鉄 c. スズ粉末 d. 硫酸 e. 硫酸水銀 (II)

問 2 空欄 および に当てはまる適切な語句を a～e の中から一つずつ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

- a. 加水分解 b. 縮合重合 c. アルカリ融解 d. 酸化 e. 還元

問 3 化合物 A～G として適切な化合物の名称を解答欄に書きなさい。

問 4 アセチレンについて、誤りを含む記述を a～f の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。ただし、アセチレンは理想気体とする。

- a. アセチレンを空气中で燃焼すると不完全燃焼を起こし、大量のすすが生じる
 b. アセチレンを酸素とともに燃焼すると、酸素アセチレン炎とよばれる高温の炎が得られる
 c. 標準状態 (0℃, 1.01 × 10⁵ Pa) で 4.48 L のアセチレンを完全燃焼させると、17.6 g の二酸化炭素が生じる
 d. 標準状態 (0℃, 1.01 × 10⁵ Pa) で 4.48 L のアセチレンを完全燃焼させると、1.80 g の水が生じる
 e. 炭化カルシウム 1 mol を水 2 mol と反応させると、1 mol のアセチレンが生じる
 f. メタン 2 mol を熱分解すると、1 mol のアセチレンが生じる