

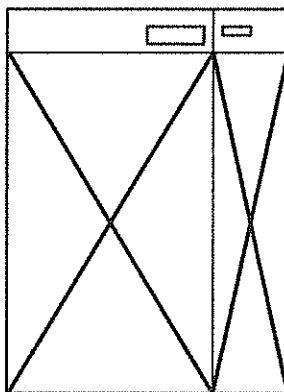
令和3年度入学試験問題（一般入試）

理 科

13:20 ~ 15:00

注意

1. 問題冊子は指示があるまで開かないこと。
2. 問題文は、物理：1～7ページ，化学：8～13ページ，生物：14～19ページである。
3. 解答紙は計3枚で、物理：1枚，化学：1枚，生物：1枚である。
4. 解答開始前に、試験監督者の指示にしたがって、選択しない科目も含めすべての解答紙それぞれ2カ所に受験番号を記入すること。
5. 試験監督者の指示にしたがって、選択しない科目の解答紙に下記のように×印を大きく2カ所記入すること。



6. 「始め」の合図があったら、問題冊子のページ数を確認すること。
7. 解答は、黒色鉛筆（シャープペンシルも可）を使用し、すべて所定の欄に丁寧な字で正確に記入すること。英文字，ギリシャ文字は大文字・小文字の区別をすること。欄外および裏面には記入しないこと。
8. 下書き等は、問題冊子の余白を利用すること。
9. 試験終了後、監督者の指示にしたがって、解答紙を物理，化学，生物の順番にそろえること。
10. 解答紙は持ち帰らないこと。

化 学

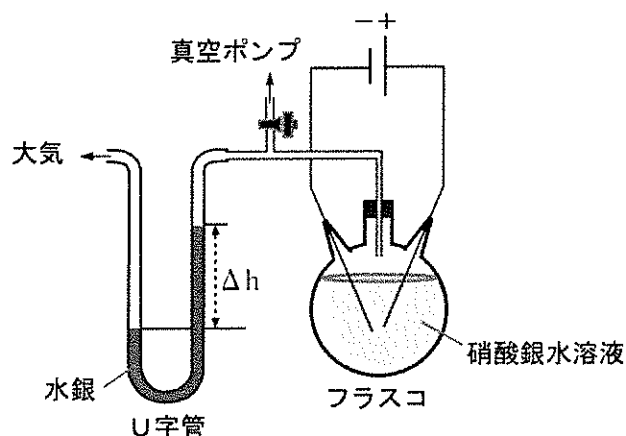
必要があれば、次の値を用いなさい。

原子量：H=1.0, C=12.0, N=14.0, O=16.0, Na=23.0, Ag=108

気体定数： $8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$, ファラデー定数： $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

〔1〕 次の文を読み、問1～5に答えなさい。

下図のように水銀を入れた高さ1 mのU字管とフラスコがガラス管で連結された装置がある。フラスコには $1.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$ 硝酸銀水溶液0.40 Lが入っている。このフラスコの水溶液に2本の白金電極がゴム栓を貫いて浸かっている。真空ポンプでフラスコ内の空気を抜き、コックを閉じて装置全体を 27°C にした。水銀の高さが一定になったとき、大気圧側とフラスコ側の水銀の高さの差は Δh だった。その後、 Δh が1.9 cm小さくなるまで0.50 Aの電流を流した。このときフラスコの溶液、電極部分を除いた気相部分の体積は99.6 mLであった。気体は理想気体として扱い、大気圧は $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ (760 mmHg) とする。



図

問 1 仮にフラスコ内の 1.0×10^{-1} mol/L 硝酸銀水溶液を 1.0×10^{-1} mol/L 硝酸銅水溶液に入れ替えて、同様の操作をすると、通電する前の状態の Δh は硝酸銀水溶液のときと比べ、どのように変化すると考えられるか。次の (ア) ~ (ウ) の中から選び、記号で答えなさい。また、その理由を簡潔に述べなさい。

(ア) 小さくなる (イ) 変化しない (ウ) 大きくなる

問 2 通電したときの各電極における反応をそれぞれ答えなさい。

問 3 白金電極の陽極で生じる反応と同様の反応を引き起こすことが可能な電極を、次の (ア) ~ (オ) の中からすべて選び、記号で答えなさい。

(ア) 鉛電極 (イ) 金電極 (ウ) 銀電極 (エ) 炭素電極 (オ) 銅電極

問 4 Δh が 1.9 cm 小さくなったとき、硝酸銀水溶液に溶けている気体の質量は何 g か、有効数字 2 桁で答えなさい。ただし、電極から発生する気体は 27°C 、大気圧のとき、この水溶液 1.0 L に 1.3×10^{-3} mol 溶け、その溶解度は水溶液の濃度に影響されないものとする。また、硝酸銀水溶液の体積は最初から通電後まで変化しないものとする。

問 5 Δh が 1.9 cm 小さくなるまでの通電時間 (秒) を有効数字 2 桁で答えなさい。

[2] 次の文を読み、問1～3に答えなさい。

一般的に植物や動物に含まれる油脂は、グリセリン1分子に高級脂肪酸が3個エステル結合した化合物である。高級脂肪酸には多くの種類があり、自然界に存在する油脂のほとんどが、異なる高級脂肪酸を含む混合型である。

ある油脂Aに水酸化ナトリウムを加えて加熱すると、 R^1 -COONa、 R^2 -COONa、 R^3 -COONa、 R^4 -COONaの示性式で示される4種類の高級脂肪酸のナトリウム塩が生じた。 R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 は、それぞれ異なる化学式で示される炭化水素基である。これらのナトリウム塩について調べると以下のことが分かった。

- R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 は枝分かれ状構造や環状構造を持たなかった。
- R^1 -COONaの式量は278であった。
- R^2 の炭素数は R^1 より2つ多かった。
- R^3 と R^4 は二重結合をそれぞれ1つと2つ含み、三重結合は含まなかった。
- 油脂Aから生じた R^1 -COONa、 R^2 -COONa、 R^3 -COONa、 R^4 -COONaの物質質量比は、11.0 : 5.00 : 39.0 : 45.0だった。
- 油脂Aに触媒存在下で水素を付加すると、油脂Bが生成した。その後、油脂Bに水酸化ナトリウムを加え加熱すると、高級脂肪酸のナトリウム塩は R^1 -COONaと R^2 -COONaのみが生じた。これら R^1 -COONaと R^2 -COONaの物質質量比は、14.0 : 11.0だった。

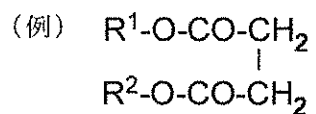
問1 示性式がR-COONaで表される物質はセッケンとして用いられている。セッケンの水溶液がアルカリ性を示す理由となる化学反応式を書きなさい。

問2 R¹, R², R³, R⁴の化学式を例にならって答えなさい。



問3 下線部で生成した油脂Bについて、以下の問(1)～(3)に答えなさい。

- (1) 油脂Bには立体異性体を含めて何種類の異性体が考えられるか答えなさい。
- (2) (1)で答えた異性体のうち、不斉炭素を含む最も分子量の大きい油脂の構造式を例のように示しなさい。立体構造は示さなくてもよい。



- (3) 油脂Bの平均分子量を有効数字3桁で答えなさい。

〔3〕 次の文を読み，問1～4に答えなさい。

メタンハイドレートは海底に膨大な量存在しており，近未来の資源として期待されている。メタンハイドレートは，水分子がカゴ状の構造を作り，そのなかにメタン分子が取り込まれた固体の物質である。メタンハイドレートの密度は 0.91 g/cm^3 で，メタンと水の組成比はメタン：水 = 4：23である。

水の飽和蒸気圧は 57°C で $1.73 \times 10^4 \text{ Pa}$ ， 87°C で $6.25 \times 10^4 \text{ Pa}$ とする。問3と問4で水が液体として生成する場合，容器内における液体の体積，容器内の気体が液体に溶ける量は無視できるものとする。

問1 水分子のカゴ状の構造ができるのは，水分子同士がどのような結合をしているためだと考えられるか，結合の種類を答えなさい。

問2 239 Lのメタンハイドレートから得られるメタンガスの体積は標準状態 (0°C ， $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$) で何 m^3 か有効数字3桁で答えなさい。

問3 メタンハイドレート 0.478 g を容積 1.66 L の密閉容器に入れ，中の空気を酸素 0.300 mol と完全に入れ替え，メタンハイドレートを完全燃焼させた。容器内の温度が 87°C に下がったとき，容器内の全圧は何Paになるか有効数字3桁で答えなさい。

問4 問3で容器内の温度が 57°C に下がったとき，容器内の全圧は何Paになるか有効数字3桁で答えなさい。考え方が分かるように計算過程も示しなさい。

