

平成26年度一般入学試験問題

理 科

(物理, 化学, 生物より2科目選択)

【注意事項】

1. この問題用紙には答案用紙が挟み込まれています。試験開始の合図があるまで問題用紙を開いてはいけません。
2. 試験開始の合図があれば、問題用紙と答案用紙（物理, 化学, 生物の答案用紙すべて）の受験番号欄に受験番号を記入しなさい。
3. 選択する2科目の答案用紙の選択欄に○印を記入しなさい。
4. 問題用紙には、物理計5問, 化学計3問, 生物計7問の問題が、それぞれ物1～物9ページ, 化1～化6ページ, 生1～生9ページに記載されています。落丁, 乱丁および印刷不鮮明な箇所があれば、手をあげて監督者に知らせなさい。
5. 選択した科目の解答をその答案用紙の指定された場所に記入しなさい。
6. 問題用紙の余白は下書きに利用しても構いません。
7. 問題用紙を持ち帰ってはいけません。

受験番号	
------	--

化 学

[問 1] 次の文章を読み、設問 (1)~(7) に答えよ。なお、気体は全て理想気体としてふるまい、ヘンリーの法則に従うものとする。ただし、水の蒸気圧は無視できるものとする。また、気体定数は $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ 、原子量は $\text{H}=1.0$ 、 $\text{O}=16$ 、 $\text{F}=19$ 、 $\text{S}=32$ 、 $\text{Fe}=56$ とする。

硫黄と鉄の粉末を 4 : 7 の質量比で混ぜ合わせ、窒素ガスを通じながら加熱すると、固形物が生成する。この固形物を取り出し、細かく砕いたものに塩酸を加えると気体 A が発生する。また、(a) 細かく砕いたこの固形物を空気中で加熱すると気体 B が発生し、酸化鉄(III)ができる。一方、(b) ホタル石 (フッ化カルシウム) に濃硫酸を加えて加熱すると気体 C が発生する。捕集した気体 A、B、C について実験 1~実験 5 を行った。

(実験 1) ガラス板にろうを垂らし、固まってからろうを削り取り文字を書いた。その文字に気体 ア を溶解させた水を流し込んだ。数時間後、ガラス板を水洗いしてろうを取り除くと、文字が刻印されていた。

(実験 2) イ の水溶液に気体 A を通じると黒色の沈殿が生じた。一方、ウ の水溶液に気体 A を通じても変化しなかったが、続いて (a) アンモニア水を加えていくと白色の沈殿が生じた。

(実験 3) 図 1 のような圧力に応じて容積が変化する容器に気体 A 10 g と水 0.50 L を入れて、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、 7.0°C に保ったところ、気体 A の体積は 5.5 L になった。次に、同じ温度で容器の圧力を $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ に保ったところ、気体 A の体積は エ L になった。

(実験 4) 気体 B を集めた集気ビンに水でぬらした赤い花びらを入れると、花びらが白くなった。

(実験 5) 容積が一定の容器を用いて気体 B と気体 C の 27°C および 87°C における圧力を測定したところ、表 1 の結果が得られた。

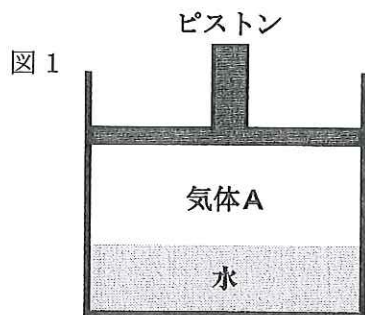


表 1

気体	圧力の比 $\frac{P_{87}}{P_{27}}$
B	1.2
C	2.4

P_{27} は 27°C における圧力を示す。

設問

- (1) A, B, Cのどの気体にもあてはまる記述をすべて選び、記号で答えよ。
- 気体を通じた水溶液は酸性になる。
 - 毒性を持つ。
 - 大気圧下で氷冷しても液体にはならない。
 - 無色である。
 - 腐卵臭がする。
- (2) 下線部 (a) と (b) の反応式を書け。
- (3) にあてはまる気体を A～C から選び記号で答えよ。また、実験 1 において と反応した物質の化学式を書け。
- (4) , にあてはまる化合物として最も適当なものを次の中から選び、化学式で答えよ。また、下線部 (c) について、アンモニア水を加えることで沈殿が生じた理由を書け。
- | | | |
|----------------|------------|-------------|
| a. 硝酸カドミウム(II) | b. 酢酸鉛(II) | c. 塩化鉄(III) |
| d. 塩化亜鉛(II) | e. 塩化バリウム | f. 塩化カルシウム |
- (5) にあてはまる数字を有効数字 2 桁で答えよ。計算の過程も示すこと。
- (6) 実験 4 における気体 B の化学変化を電子 e^- を含むイオン反応式で表せ。
- (7) 気体 C は、分子量が空気の平均分子量より小さいにもかかわらず下方置換で捕集する。実験 5 の結果を参考にして、その理由を説明せよ。

〔問 2〕 次の文章を読み、設問 (1)～(5) に答えよ。なお、気体は全て理想気体としてふるまい、気体の水への溶解と水溶液の体積変化は無視できるものとする。また、 60°C における水の蒸気圧は $2.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ 、アボガドロ定数は $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$ 、ファラデー定数は $9.6 \times 10^4 \text{ C/mol}$ 、原子量は $\text{Cu} = 63.5$ 、 $\text{Zn} = 65.5$ とする。

電極に白金板を使用した 3 個の電解槽 I，II，III を用意した。

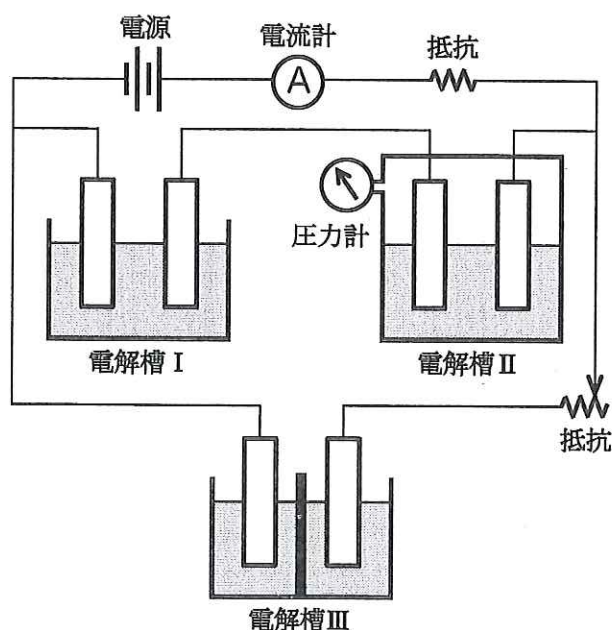
電解槽 I：0.25 mol の硫酸銅(II)と 0.25 mol の硫酸亜鉛を含む水溶液 1.0 L を入れた。

電解槽 II：水溶液 A を 1.0 L 入れた。電解槽を容器で囲い、容器内に $6.0 \times 10^{-2} \text{ mol}$ の空気を入れて 60°C に保ったところ、容器内の圧力は $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ になった。

電解槽 III：2.0 mol の塩化ナトリウムを含む水溶液 1.0 L を入れた。さらに、陽イオンだけを通過させる陽イオン交換膜を、両側の水溶液の容量が等しくなるように両電極の間に配置した。

次に、電解槽 I，II，III を図 1 のように接続したのち、4.0 A の一定電流を 56 分間流した。

図 1



設 問

- (1) 電子 1 個の電荷 (C) を有効数字 2 桁で書け。
- (2) 電解槽 I の陽極と陰極で起こる反応を電子 e^- を含むイオン反応式でそれぞれ書け。
- (3) 電気分解終了後、電解槽 I の一方の電極に 1.27 g の固体が析出した。電気分解で電解槽 I を流れた電気量 (C) を求めよ。解答は有効数字 2 桁で表し、計算の過程も示すこと。
- (4) 電解槽 II では、電気分解を行うと両方の電極からそれぞれ気体が発生したが、電極には固体は析出しなかった。

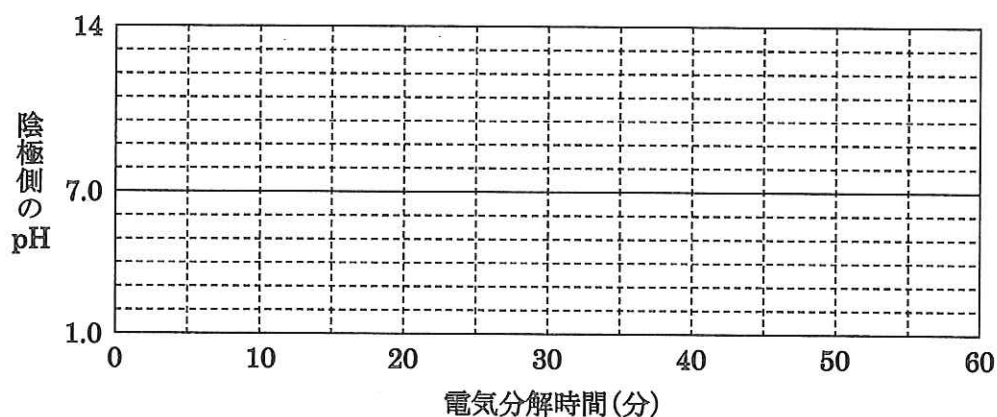
水溶液 A は次のいずれかの塩を含む水溶液である。

硝酸銀	硫酸銅(II)	硫酸亜鉛	硫酸鉄(II)	クロム酸カリウム
-----	---------	------	---------	----------

水溶液 A の入った試験管に水酸化ナトリウム水溶液を加えると沈殿ができ、さらに過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加えても沈殿は消えることはなかった。この沈殿をろ紙にのせ湿ったまま放置すると、沈殿の色が変化した。

- (i) 下線部の反応式を書け。
- (ii) 下線部の色の変化を書け。
- (iii) 電気分解終了後に容器内の温度を 60°C に戻したときの、容器内の圧力を求めよ。解答は有効数字 2 桁で表し、計算の過程も示すこと。
- (5) (i) 電気分解終了時における電解槽 III の陰極側水溶液の pH はいくらか、小数点以下 1 桁まで求めよ。計算の過程も示すこと。必要ならば $\log 2.0 = 0.30$, $\log 3.0 = 0.48$ を用いよ。ただし、水素イオンの陽イオン交換膜の通過は無視できるものとする。
- (ii) 電解槽 III の陰極側水溶液における電気分解開始から終了までの pH の変化の様子を、図 2 のグラフに書け。電気分解開始時と終了時の pH の値がわかるように縦軸と横軸に適当な値を記入すること。

図 2

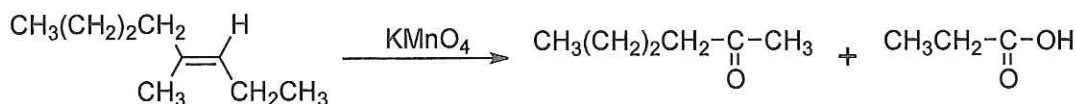


〔問 3〕 次の文章を読み、設問 (1)～(5) に答えよ。なお、構造式は図 1 の反応式のように省略した形で書いてもよい。

油脂 A は 3 価アルコールであるグリセリンと直鎖脂肪酸からなるエステルであり、油脂 A に含まれる不飽和結合は二重結合のみである。油脂 A について、実験 1～実験 4 を行った。

- (実験 1) 油脂 A にエタノールと水酸化ナトリウム水溶液を加え、ガラス棒でかき混ぜながら穏やかに加熱した。さらに加熱を続けて均一な溶液となった後、(a) 多量の飽和食塩水に注ぎ攪拌したところ、固形物が生成した。これをろ過し、少量の水で洗浄して乾燥させたところ、2 種類の化合物 B、C の混合物が得られた。
- (実験 2) 1.00 mol の油脂 A にニッケルを触媒として水素を反応させたところ、標準状態に換算して 44.8 L の水素が付加した。これに水酸化ナトリウム水溶液を加えて十分に加熱した後、反応液を酸性にしたところ、グリセリンと化合物 D (分子式 $C_{18}H_{36}O_2$) の混合物が得られた。
- (実験 3) (b) 実験 1 で得られた化合物 B、C をそれぞれ水に溶かして塩酸を加えたところ、溶液は白濁した。さらにジエチルエーテルを加えて激しくかき混ぜ静置すると、2 層に分かれて白濁は消失した。ジエチルエーテル層を回収して溶媒を蒸発させると、化合物 B からは化合物 D が、化合物 C からは化合物 E が得られた。
- (実験 4) 化合物 E に硫酸酸性過マンガン酸カリウム水溶液を加えて加熱し、完全に反応させたところ、ジカルボン酸 F (分子式 $C_9H_{16}O_4$) と化合物 G が生成した。なお、アルケンに硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液を加えて加熱すると、図 1 のようにケトンやカルボン酸が生じる。

図 1



設 問

- (1) 下線部 (a) のように、多量の電解質によって固形物が生じる現象を何とよぶか、その名称を書け。また、この現象が起こる理由を説明せよ。
- (2) 下線部 (b) で起こった変化を化学反応式で記せ。なお、化合物 B、C の炭化水素基はともに R- で表し、それぞれを区別する必要はない。
- (3) 油脂 A には何個の炭素間二重結合が含まれるか。
- (4) 化合物 D、E、F、G の構造式を書け。
- (5) 化合物 B、C、D、…G の炭化水素基をそれぞれ R_B、R_C、R_D、…R_G で表すとき、油脂 A の考えられる構造式をすべて書け。不斉炭素原子が存在する場合には、その炭素原子に*印を付けよ。