

クラス		受験番号	
出席番号		氏名	

2018年度

## 第1回 全統記述模試問題

# 理 科

(物理基礎 化学基礎) (1科目 30分)  
(生物基礎 地学基礎)

2018年5月実施

(物 理 化 学) (1科目 60分)  
(生 物 地 学)

試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開かず、下記の注意事項をよく読むこと。

### 注 意 事 項

1. 問題冊子は84ページである（物理基礎 1～6 ページ、化学基礎 7～13ページ、生物基礎 15～22ページ、地学基礎 23～30ページ、物理 31～41ページ、化学 43～55ページ、生物 57～72ページ、地学 73～84ページ）。
2. 解答用紙は別冊になっている。（解答用紙冊子表紙の注意事項を熟読すること。）
3. 本冊子に脱落や印刷不鮮明の箇所及び解答用紙の汚れ等があれば、試験監督者に申し出ること。
4. 理科の「基礎を付した科目」のみを受験する場合は、1時間目の前半30分（2科目の場合は1時間目60分）が受験時間となる。「基礎を付した科目」と「基礎を付していない科目」の組み合わせで受験する場合は、1時間目が「基礎を付していない科目」の受験時間となる。

※「基礎を付した科目」と「基礎を付していない科目」の組み合わせで受験する場合は、それぞれ1科目ずつに限る。

5. 試験開始の合図で解答用紙冊子の理科の解答用紙を切り離し、下段の所定欄に **氏名**・**在学高校名**・**クラス名**・**出席番号**・**受験番号**（受験票の発行を受けている場合のみ）を明確に記入すること。なお、氏名には必ずフリガナも記入のこと。
6. 解答には、必ず黒色鉛筆を使用し、解答用紙の所定欄に記入すること。解答欄外に記入された解答部分は、採点対象外となる。
7. 試験終了の合図で上記5.の事項を再度確認し、試験監督者の指示に従って解答用紙を提出すること。

河合塾



1861210114110000





# 化 学

1 (配点 25点)

次の I, II に答えよ。

I 次の文を読み、問 1～問 3 に答えよ。

物質を構成する粒子が規則正しく配列した固体を結晶という。結晶は構成粒子の種類や構成粒子間の結合の種類の違いによって、<sup>(a)</sup>金属結晶、<sup>(b)</sup>イオン結晶、<sup>(c)</sup>共有結合の結晶、<sup>(d)</sup>分子結晶に分類される。

金属結晶では、多数の原子が金属結合によって結びついている。この結晶中では各原子の価電子が特定の原子間で共有されることなく、結晶中を自由に動き回ることができる。このような電子を  という。

イオン結晶では、陽イオンと陰イオンがイオン結合によって結びついている。イオン結合は、陽イオンと陰イオンが  力で引き合って結びつく結合である。

共有結合の結晶では、共有結合によって多数の原子が次々と結びついている。共有結合は、原子どうしが価電子を出し合って電子対をつくり、これを共有し合う結合である。また、共有結合によっていくつかの原子が結びついて<sup>(e)</sup>分子をつくり、分子どうしが分子間力によって結びついてできた結晶が分子結晶である。

問 1 空欄  ,  に最も適する語を記せ。

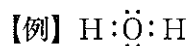
問 2 下線部 (a)～(d) のうちから、次の (1), (2) の記述に該当する結晶をそれぞれ一つずつ選び、その記号を記せ。

(1) 結晶状態では電気を導かないが、融解すると電気を導くようになる。

(2) 展性や延性がある。

問3 下線部(e)について、次の(1)、(2)に答えよ。

(1) 二酸化炭素分子の電子式を、次の例にならって記せ。



(2) 次の(ア)～(オ)の分子のうちから、分子内の結合には極性があるにもかかわらず無極性分子であるものを一つ選び、その記号を記せ。

(ア)  $\text{N}_2$       (イ)  $\text{NH}_3$       (ウ)  $\text{H}_2\text{S}$       (エ)  $\text{CH}_4$       (オ)  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$

II 次の文を読み、問4～問8に答えよ。

以下の操作1, 2により塩化ナトリウムの結晶の密度を求め、その値からアボガドロ定数を算出した。

操作1 メスシリンダーに液体Xを入れ、液面の目盛りを読んだところ60.0 mLであった。

操作2 このメスシリンダーに塩化ナトリウムの結晶18.7 gを入れ、液面の目盛りを読んだところ68.5 mLであった。

塩化ナトリウムの結晶は次の図1の実線で示した立方体の単位格子からなっている。ただし、各イオンは球形とし、最近接のイオンどうしは互いに接しているものとする。

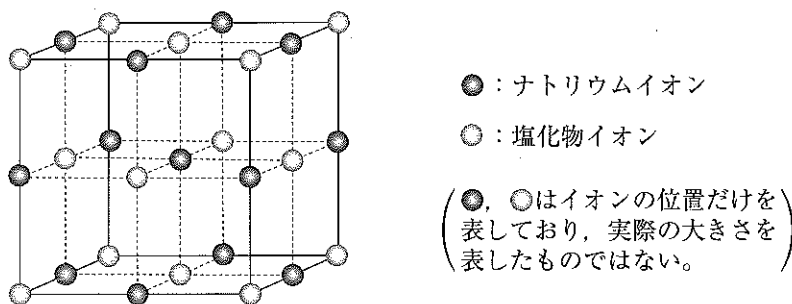


図1

問4 塩化ナトリウムの結晶中で、1個のナトリウムイオンに接している塩化物イオンの数を整数で記せ。

問5 ナトリウムイオンの半径を  $R$  [cm], 塩化物イオンの半径を  $r$  [cm] とすると、図1の単位格子の一辺の長さ [cm] は、 $R$  と  $r$  を用いてどのように表されるか。文字式で記せ。

問6 水 (密度  $1.0 \text{ g/cm}^3$ ) とベンゼン (密度  $0.88 \text{ g/cm}^3$ ) のうち、液体Xとして不適切なものを選び、その名称を記せ。また、選んだ液体が不適切である理由を述べた次の文の  に適する語句を10字以内で記せ。ただし、操作1, 2において液体Xの蒸発は無視できるものとする。

塩化ナトリウムが  。

問7 操作1, 2により求められる塩化ナトリウムの結晶の密度は何  $\text{g}/\text{cm}^3$  か。四捨五入により有効数字2桁で記せ。

問8 問7の結果から算出されるアボガドロ定数  $[\text{/mol}]$  はいくらか。四捨五入により有効数字2桁で記せ。ただし, 原子量は  $\text{Na} = 23$ ,  $\text{Cl} = 35.5$ , 図1の単位格子の体積は  $1.8 \times 10^{-22} \text{cm}^3$  とする。

2 (配点 25点)

次の I, II に答えよ。

I 次の水溶液 A ~ D について, 問 1 ~ 問 3 に答えよ。

A : 0.10 mol/L 塩酸

B : 0.10 mol/L 酢酸水溶液

C : 0.10 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液

D : 0.10 mol/L アンモニア水

問 1 水溶液 A ~ D を, pH が小さい順に左から記号で並べよ。

問 2 水溶液 D 中のアンモニアの電離度は 0.016 である。この水溶液の水酸化物イオン濃度は何 mol/L か。四捨五入により有効数字 2 桁で記せ。

問 3 水溶液 B を 10 倍に希釈した水溶液の pH は 3.30 であった。この希釈した水溶液中の酢酸の電離度はいくらか。四捨五入により有効数字 2 桁で記せ。なお, 必要があれば  $\log_{10} 2.0 = 0.30$  を用いよ。



II 塩化アンモニウム  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (式量 53.5) と硫酸アンモニウム  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  (式量 132) の混合物について、以下の実験を行った。これについて、問 4～問 9 に答えよ。

(a) 混合物 6.10 g に過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱し、気体のアンモニアを発生させた。 (b) 発生したアンモニアを 0.250 mol/L の硫酸 400 mL にすべて吸収させたところ、硫酸アンモニウムと未反応の硫酸の混合水溶液になった。

この未反応の硫酸の量を測定するために、混合水溶液 400 mL のうちから 20.0 mL をコニカルビーカーにはかり取り、これに (c) 指示薬を加えたのち、あ から 0.200 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を滴下していくと、25.0 mL 加えたところで溶液の色が変化したので、これを終点とした。

問 4 空欄 あ に最も適するガラス器具の名称を記せ。

問 5 下線部 (a) では、塩化アンモニウムと硫酸アンモニウムがそれぞれ、水酸化ナトリウムと反応してアンモニアが発生した。このときに起こる 2 つの変化をそれぞれ化学反応式で記せ。(イオン反応式は不可)

問 6 下線部 (b) で起こる変化を化学反応式で記せ。(イオン反応式は不可)

問 7 下線部 (c) の指示薬に関する記述として最も適切なものを、下の (ア)～(ウ) のうちから一つ選び、その記号を記せ。なお、指示薬の変色域は次のとおりである。

[変色域] メチルレッド ; pH 4.2～pH 6.2

フェノールフタレイン ; pH 8.0～pH 9.8

(ア) メチルレッドとフェノールフタレインのどちらも使用できる。

(イ) メチルレッドは使用できるが、フェノールフタレインは使用できない。

(ウ) フェノールフタレインは使用できるが、メチルレッドは使用できない。

問 8 下線部 (a) で発生したアンモニアの物質量は何 mol か。四捨五入により有効数字 2 桁で記せ。

問 9 混合物 6.10 g 中に含まれる塩化アンモニウムの物質量は何 mol か。四捨五入により有効数字 2 桁で記せ。

3 (配点 25点)

次の I, II に答えよ。

I 次の文を読み、問 1～問 5 に答えよ。

金属単体が水溶液中で電子を放出して陽イオンになろうとする性質を金属のイオン化傾向といい、イオン化傾向の大きな金属の単体ほど還元剤としての作用が強い。イオン化傾向の大きい順に金属を並べたものを金属のイオン化列という。

[金属のイオン化列]

$\text{Li} > \text{K} > \text{Ca} > \text{Na} > \text{Mg} > \text{Al} > \text{Zn} > \text{Fe} > \text{Ni} > \text{Sn} > \text{Pb} > (\text{H}_2) > \text{Cu} > \text{Hg} > \text{Ag} > \text{Pt} > \text{Au}$

金属の単体の反応性はイオン化列と関係がある。例えば、イオン化傾向がナトリウム以上の金属は常温の水とも反応する。

イオン化傾向の違いを利用して電池をつくることができる。1836年、イギリスの科学者ダニエルは、硫酸亜鉛水溶液に浸した亜鉛板と硫酸銅(II)水溶液に浸した銅板を極板とする図1のような電池(ダニエル電池)を発明した。ダニエル電池では、イオン化傾向が大きい亜鉛板が **A** 極となり、放電の際に亜鉛は **B** される。ダニエル電池の構成は次のような記号で表される。

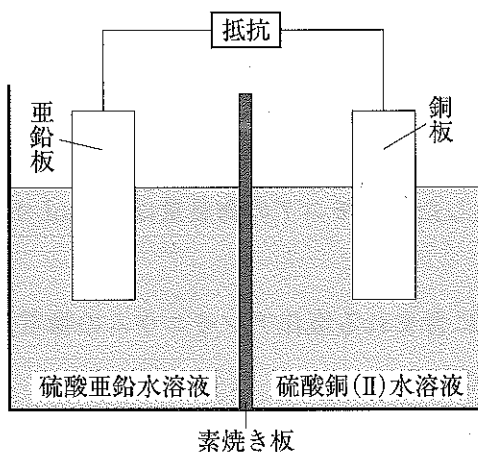


図 1

問1 下線部について、水に金属ナトリウムの小片を入れたときに起こる変化を化学反応式で記せ。

問2 金、銅、鉄の3種類の金属の小片をそれぞれ次の(1)、(2)の酸に入れたとき、金属の小片が溶けないものをすべて選び、その元素記号を記せ。ただし、すべての金属が溶ける場合には「×」を記せ。

(1) 塩酸

(2) 濃硝酸

問3 空欄 

A
---

 , 

B
---

 に入る語の組合わせとして適切なものを、次の(ア)～(エ)のうちから一つ選び、その記号を記せ。

	A	B
(ア)	正	酸化
(イ)	負	酸化
(ウ)	正	還元
(エ)	負	還元

問4 図1のダニエル電池を放電させるとき、銅板上で起こる変化を電子(e<sup>-</sup>)を含むイオン反応式で記せ。

問5 次の(ア)～(エ)で表される電池のうち、起電力が最も大きいものを一つ選び、その記号を記せ。ただし、電解液中の金属イオンの濃度はすべて0.10 mol/Lである。

(ア) (-) Zn | ZnSO<sub>4</sub>aq | CuSO<sub>4</sub>aq | Cu (+)

(イ) (-) Fe | FeSO<sub>4</sub>aq | CuSO<sub>4</sub>aq | Cu (+)

(ウ) (-) Zn | ZnSO<sub>4</sub>aq | NiSO<sub>4</sub>aq | Ni (+)

(エ) (-) Ni | NiSO<sub>4</sub>aq | CuSO<sub>4</sub>aq | Cu (+)

II 次の文を読み、問6～問9に答えよ。ただし、ファラデー定数は  $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ 、原子量は  $\text{Na} = 23$ ,  $\text{Cu} = 64$ ,  $\text{Ag} = 108$ ,  $\text{Pt} = 195$  とする。

図2に示すような装置を用いて電気分解を行った。電解槽Iには  $0.10 \text{ mol/L}$  の硝酸銀水溶液が  $200 \text{ mL}$ 、電解槽IIには  $0.10 \text{ mol/L}$  の硫酸ナトリウム水溶液が  $200 \text{ mL}$  入っており、電極A, B, Cには白金板、電極Dには銅板を用いた。

一定電流で  $t$  秒間電気分解を行ったところ、電極Bの質量は電気分解前と比べて  $1.08 \text{ g}$  増加していた。

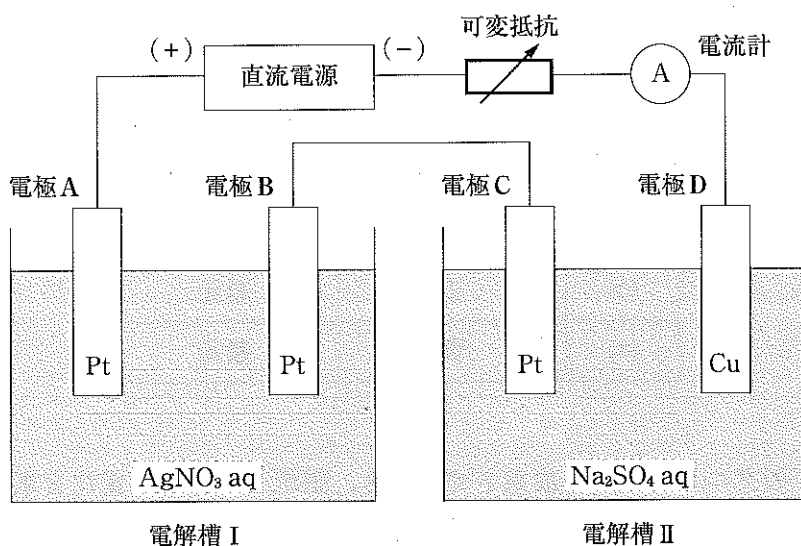


図2

問6 回路を流れた電気量は何Cか。四捨五入により有効数字3桁で記せ。

問7 電極C, Dで起こる変化を、それぞれ電子( $e^-$ )を含むイオン反応式で記せ。

問8 電気分解終了後、電解槽Iの電解液をよく攪拌した。攪拌後の電解液の水素イオン濃度は何  $\text{mol/L}$  か。四捨五入により有効数字2桁で記せ。ただし、電気分解の前後において電解液の体積変化は無視できるものとする。

問9 図3は、この電気分解において、電気分解を行った時間[秒]と電極Bの質量変化[g]の関係を表したグラフである。

この電気分解が終了したのちに、図2の直流電源の正負を逆に接続し、電流をもとの2倍にして、さらに $t$ 秒間電気分解を行う場合、電気分解を行う時間[秒]と電極Bの質量変化[g]の関係はどのようになると考えられるか。解答用紙の $0 \sim t$ [秒]の実線のグラフに続けて、 $t$ [秒]～ $2t$ [秒]の範囲のグラフを実線で描け。

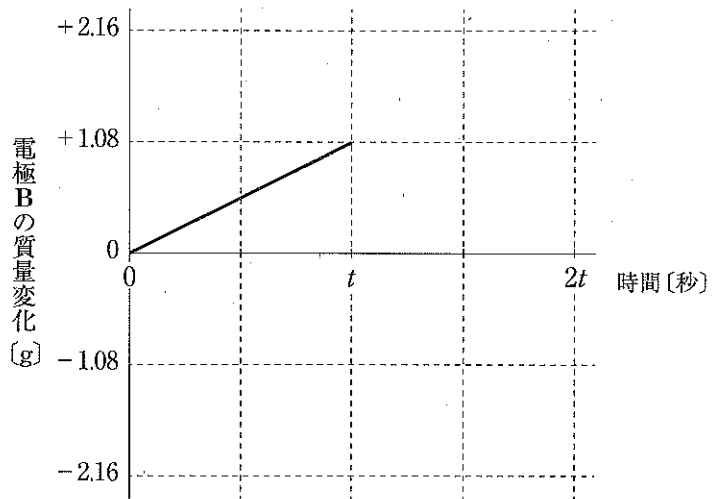


図3

4 (配点 25点)

溶液に関する次の問1～問3に答えよ。

問1 コロイド溶液に関する次の文を読み、下の(1)、(2)に答えよ。

塩化鉄(Ⅲ)水溶液を沸騰水に加えたところ、赤褐色の水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド溶液が得られた。このコロイド溶液に強い光を当てると光の通路が明るく光って見えた。これは、コロイド粒子によって光が散乱されるために起こる現象で、現象とよばれる。このコロイド溶液に電極を入れて、直流の電圧をかけると、陰極側の赤褐色が濃くなった。また、このコロイド溶液に少量の電解質を加えると沈殿が生じた。この現象を  という。

(1) 空欄 ,  に適する語をそれぞれ記せ。

(2) 水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド溶液に、次の(ア)～(オ)の水溶液を加えたとき、沈殿を生じさせるのに必要な水溶液の体積が最も少ないものを一つ選び、その記号を記せ。ただし、それぞれの水溶液のモル濃度はすべて等しいものとする。

(ア)  $\text{AlCl}_3$       (イ)  $\text{CaCl}_2$       (ウ)  $\text{NaCl}$       (エ)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

(オ)  $\text{KNO}_3$

問2 一定量の溶媒に溶ける溶質の量には限度があり、これを溶解度という。固体の溶解度は、一般に、水 100 g に溶かすことができる溶質の質量 [g] の最大値で表し、水和水をもつ固体の場合は、その無水物の質量 [g] で表す。図1は硫酸銅(Ⅱ)の水に対する溶解度と温度の関係を示したグラフ(溶解度曲線)である。

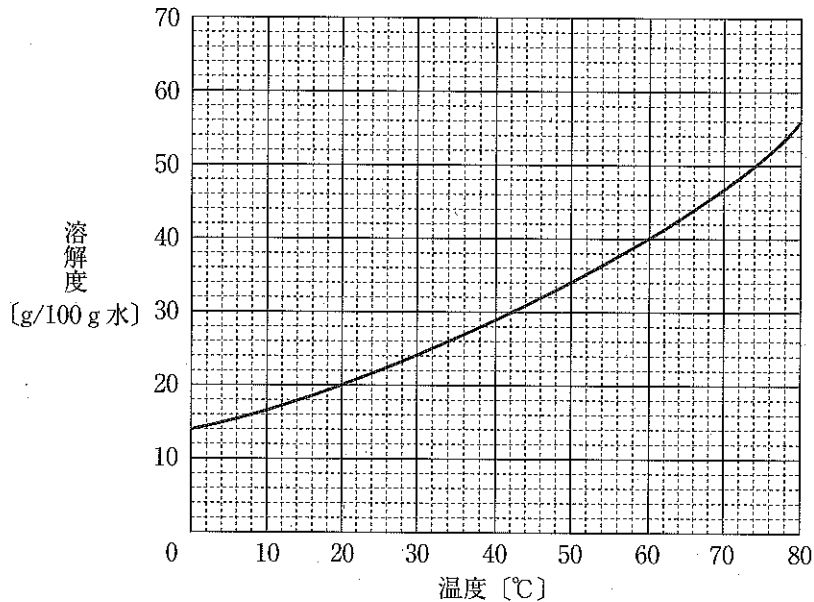


図1

75°Cにおいて、硫酸銅(Ⅱ)五水和物  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  25 g を水 41 g に溶かした水溶液(水溶液 A とする)について、次の(1)~(3)に答えよ。答の数値は四捨五入により整数で記せ。ただし、硫酸銅(Ⅱ)の飽和水溶液から析出する結晶は硫酸銅(Ⅱ)五水和物であり、 $\text{CuSO}_4$  の式量は 160、 $\text{H}_2\text{O}$  の分子量は 18 とする。

- (1) 水溶液 A の質量パーセント濃度は何 % か。
- (2) 水溶液 A の温度を 75°C からゆっくり下げていくとき、硫酸銅(Ⅱ)五水和物の結晶が析出し始めるときの温度は何°C か。
- (3) 水溶液 A を冷却して 20°C にしたとき、析出する硫酸銅(Ⅱ)五水和物の結晶の質量は何 g か。

問3 気体 G は、7℃ で、その圧力が  $1.0 \times 10^5$  Pa のとき、水 1.00 L に  $5.0 \times 10^{-3}$  mol 溶解する。図 2 のように、ピストン付き容器に  $3.0 \times 10^{-2}$  mol の気体 G と 1.00 L の水を封入した。これについて、下の (1) ~ (3) に答えよ。答の数値は四捨五入により有効数字 2 桁で記せ。ただし、気体 G は水と反応せず、7℃ における水の飽和蒸気圧、および、気体 G の溶解による水溶液の体積変化は無視できるものとする。また、7℃、 $1.0 \times 10^5$  Pa における気体のモル体積は 23.0 L/mol とする。

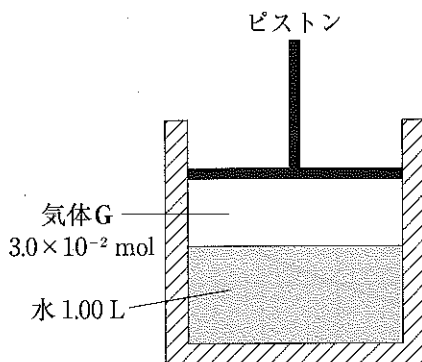


図 2

- (1) 容器内の圧力を  $2.0 \times 10^5$  Pa に保って、7℃ で長時間放置した。このとき、水に溶けている気体 G の物質量は何 mol か。また、気体部分の体積は何 L か。
- (2) 気体部分の体積を 0.115 L に保って、7℃ で長時間放置した。このとき、容器内の圧力は何 Pa か。
- (3) 7℃ で気体 G をすべて水に溶かすためには、容器内の圧力を何 Pa 以上にする必要があるか。