

クラス		受験番号	
出席番号		氏名	

2016年度

第1回 全統記述模試問題

理 科

2016年5月実施

(物理基礎 化学基礎) (1科目 30分)
(生物基礎 地学基礎)

(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76ページである(物理基礎 1～5ページ、化学基礎 7～10ページ、生物基礎 11～16ページ、地学基礎 17～24ページ、物理 25～33ページ、化学 35～46ページ、生物 47～62ページ、地学 63～76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。
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・卒高校名**・**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。



化学の問題は次ページから始まる。

化 学

1 (配点 25点)

次の文を読み、問1～問5に答えよ。

塩化ナトリウムは、地殻および海水中に豊富に存在し、我々の生活に欠かせない物質である。塩化ナトリウムの構成元素であるナトリウムは、周期表の1族に属する元素であり、塩素は17族に属する元素である。水素を除く1族の元素は 金属とよばれ、17族の元素はハロゲンとよばれる。

ナトリウム原子は価電子を1個もち、1価の陽イオンになりやすい。気体状態の原子から最外殻電子を1個取り去って、1価の陽イオンにするのに必要なエネルギーをイオン化エネルギーという。ナトリウム原子は、同じ周期の他の元素の原子と比べてイオン化エネルギーが小さい。また、塩素原子は価電子を 個もち、1価の陰イオンになりやすい。気体状態の原子が電子を1個取り入れて、1価の陰イオンになるときに放出するエネルギーを電子親和力という。塩素原子は、同じ周期の他の元素の原子と比べて電子親和力が大きい。塩化ナトリウムの固体は、ナトリウムイオンと塩化物イオンが静電気力によって結びついてできたイオン結晶である。

問1 空欄 , に適する語または数を記せ。

問2 周期表の第2周期に属するハロゲンの元素記号を記せ。

問3 次の(ア)～(オ)の物質のうち、固体がイオン結晶であるものを二つ選び、その記号を記せ。

(ア) CO_2 (イ) KBr (ウ) SiO_2 (エ) NH_4Cl (オ) Fe

問4 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る。

これについて、下の(1)～(3)に答えよ。

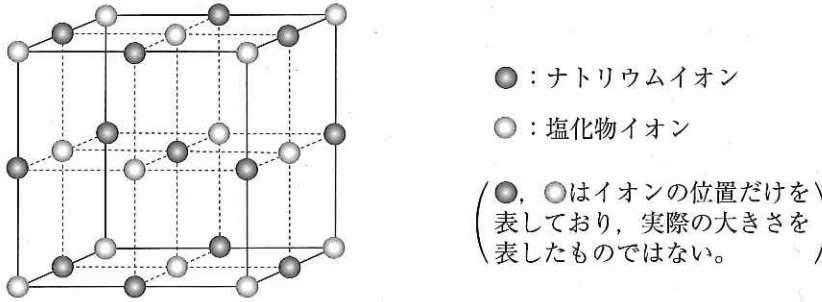
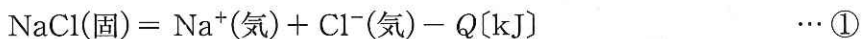


図1

- (1) 塩化ナトリウムの結晶中で、1つの塩化物イオンに対して最も近い位置にあるナトリウムイオンの数(配位数)を記せ。
- (2) 最も近い位置にあるナトリウムイオンと塩化物イオンの中心間の距離を x とし、最も近い位置にある2つのナトリウムイオンの中心間の距離を、 x を用いた式で表せ。ただし、式中に平方根や立方根などが含まれる場合、それを小数で近似せずにそのまま記すこと。
- (3) 塩化ナトリウムの結晶の密度は何 g/cm^3 か。四捨五入により有効数字2桁で記せ。ただし、原子量は $\text{Na} = 23$, $\text{Cl} = 35.5$, アボガドロ定数は $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$, 単位格子の体積は $1.8 \times 10^{-22} \text{ cm}^3$ とする。

問5 イオン結晶をばらばらの気体状態のイオンにするときに必要なエネルギーを格子エネルギーという。塩化ナトリウムの格子エネルギーを $Q[\text{kJ/mol}]$ とすると、このときの変化は次の熱化学方程式で表される。



格子エネルギーは、直接測定するのは困難であるが、次の表に示す反応熱およびエネルギーの関係を表す図2を利用して求めることができる。これについて、次ページの(1)～(3)に答えよ。

表

NaCl(固)の生成熱	411 kJ/mol
Na(固)の昇華熱	92 kJ/mol
Na(気)のイオン化エネルギー	496 kJ/mol
Cl-Cl 結合の結合エネルギー	244 kJ/mol
Cl(気)の電子親和力	349 kJ/mol

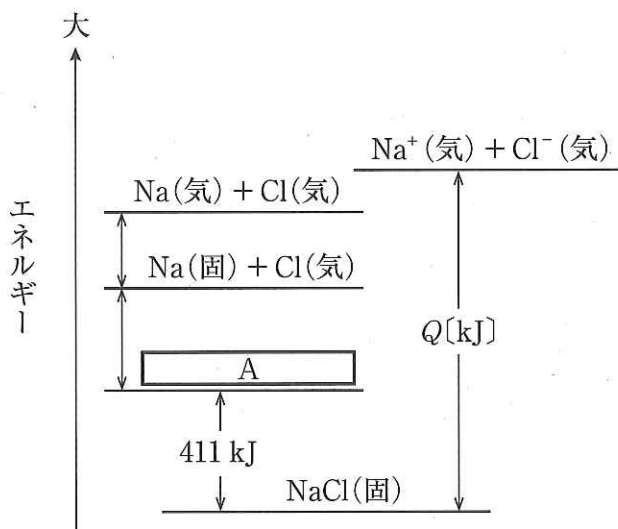


図2

- (1) 空欄

A

 に適する式を、図 2 中の他の部分にならって記せ。
- (2) 気体状態の塩素分子 1 mol がばらばらの塩素原子になるときの変化を表す熱化学方程式を、式 ① にならって記せ。熱化学方程式中の反応熱は表の値を用いること。
- (3) NaCl(固)の格子エネルギー Q [kJ/mol] はいくらか。整数で記せ。

2 (配点 27点)

次の文を読み、問1～問9に答えよ。ただし、原子量はO=16.0, S=32.0, Ba=137とする。

塩酸と硫酸の混合水溶液 X 中に含まれる塩化水素と硫酸の濃度を決定するために、以下の[操作1]～[操作3]を行った。

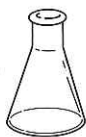
[操作1] 混合水溶液 X を、を用いて2つのコニカルビーカー A と B に正確に 10.0 mL ずつはかり取り、さらに約 10 mL の純水をそれぞれのコニカルビーカーに加えた。

[操作2] コニカルビーカー A にフェノールフタレインを数滴加えて、0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液をビュレットから滴下していくと、12.0 mL 加えたところで終点に達した。

[操作3] コニカルビーカー B に塩化バリウム水溶液を加えたところ、硫酸バリウムの白色沈殿が生じた。塩化バリウム水溶液を十分に加えたとき、生じた沈殿の質量は 93.2 mg であった。

問1 0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液の pH を小数第 1 位まで記せ。ただし、水酸化ナトリウムは水溶液中で完全に電離しているものとし、水のイオン積 $K_w = [H^+][OH^-] = 1.0 \times 10^{-14} \text{ (mol/L)}^2$ とする。

問2 空欄 に最も適する器具の名称を記せ。また、その器具を表す図として適切なものを次の(ア)～(オ)のうちから一つ選び、その記号を記せ。



(ア)



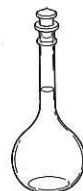
(イ)



(ウ)



(エ)



(オ)

問3 [操作2]において、ビュレットは、純水で洗ったのち、どのようにして用いればよいか。最も適切なものを次の(ア)～(エ)のうちから一つ選び、その記号を記せ。

(ア) 内壁が純水でぬれたまま用いる。

(イ) 加熱乾燥してから用いる。

(ウ) 使用する水酸化ナトリウム水溶液で内壁を数回すすいでから用いる。

(エ) 使用する水酸化ナトリウム水溶液で内壁をすすいだのち、加熱乾燥してから用いる。

問4 [操作2]において、終点の前後でコニカルビーカー A 内の水溶液の色はどのように変化するか。その変化を、次の色の中から適当なものを選んで、【例】にならって記せ。

【例】黄色から青色

黄色 淡緑色 黒紫色 淡赤色 青色 無色

問5 [操作2]において、水酸化ナトリウムは混合水溶液 X 中の塩化水素および硫酸と中和反応している。このうち、硫酸と水酸化ナトリウムの中和反応を化学反応式で記せ。

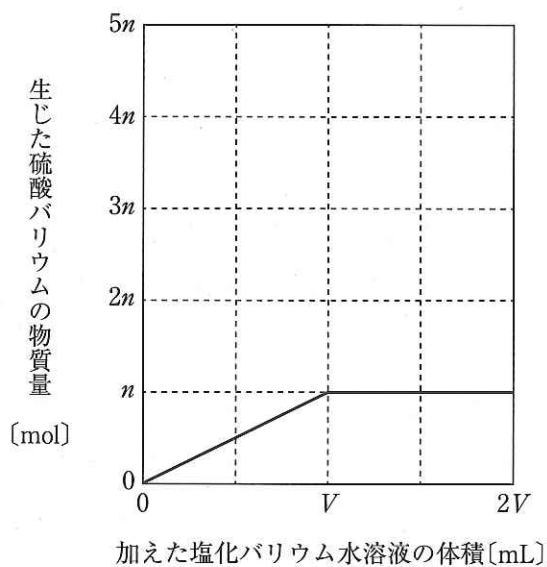
問6 混合水溶液 X 中の塩化水素の濃度を x [mol/L]、硫酸の濃度を y [mol/L] とし、[操作2]の結果から x 、 y について成り立つ関係式を記せ。ただし、関係式中の x 、 y の係数は最も簡単な整数比になるようにし、係数以外の数値は四捨五入により有効数字2桁で記せ。

問7 下線部の変化をイオン反応式で記せ。

問8 混合水溶液 X 中の塩化水素および硫酸の濃度はそれぞれ何 mol/L か。四捨五入により有効数字2桁で記せ。

問9 ある量の混合水溶液 X をビーカーにはかり取って、これに塩化バリウム水溶液を加えていったところ、加えた塩化バリウム水溶液の体積(横軸)と生じた硫酸バリウムの物質量(縦軸)の関係を表すグラフは下の図のようになった。このとき、ビーカー内の水溶液中の次の(1)、(2)のイオンの物質量はどのように変化するか。加えた塩化バリウム水溶液の体積(横軸)と、水溶液中の各イオンの物質量(縦軸)の関係を表すグラフを、下の図にならって解答用紙の図中にそれぞれ実線で記せ。

- (1) バリウムイオン
- (2) 塩化物イオン

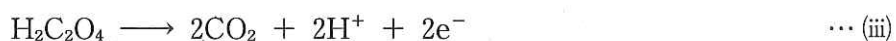


化学の問題は次のページに続く。

3 (配点 23点)

次の文を読み、問1～問6に答えよ。

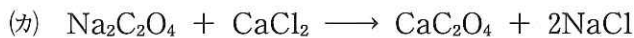
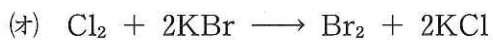
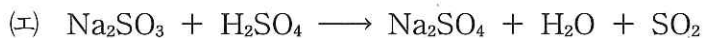
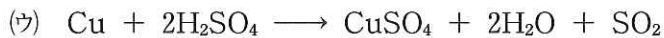
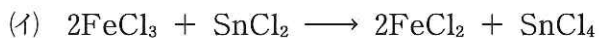
酸化還元反応では、物質の間で電子の授受が起こる。このとき、電子を受け取る物質を酸化剤、電子を失う物質を還元剤という。代表的な酸化剤には、過マンガン酸カリウム KMnO_4 や二クロム酸カリウム $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ があり、代表的な還元剤には、シュウ酸 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ やヨウ化カリウム KI がある。これらが酸化剤または還元剤としてはたらくときの変化は、次の (i)～(iv) 式で表される。



問1 次の(1)、(2)の化合物中の下線を引いた原子の酸化数を記せ。



問2 次の(ア)～(カ)の反応のうち、酸化還元反応でないものを二つ選び、その記号を記せ。



問3 空欄 あ , い に適する式を記せ。

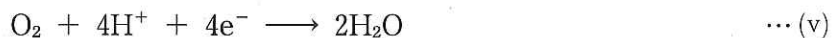
問4 硫酸を加えて酸性にしたシュウ酸水溶液に二クロム酸カリウム水溶液を加えると、気体が発生する。この反応をイオン反応式で記せ。

問5 過酸化水素 H_2O_2 は、酸化剤としても還元剤としてもはたらく。硫酸を加えて酸性にしたヨウ化カリウム水溶液に過酸化水素水を加えると、溶液は褐色になる。この反応を化学反応式で記せ。(イオン反応式は不可)

問6 河川や湖沼の水質を表す指標のひとつに COD (化学的酸素要求量) がある。COD は、試料水 1 L あたりに含まれる有機物などの被酸化性物質を酸化分解するのに要する酸化剤(過マンガン酸カリウムまたは二クロム酸カリウム)の量を酸素の量[mg]に換算して表したものである。

COD について、次の (1), (2) に答えよ。

(1) 酸性の溶液中で酸素が酸化剤としてはたらくときの変化は、次の (v) 式で表される。



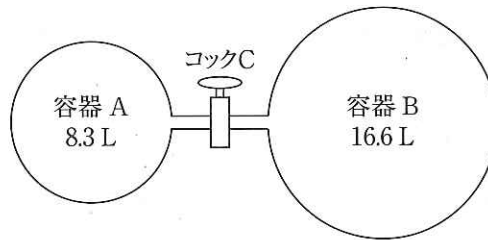
1.0 mol の二クロム酸イオンが受け取る電子と等しい量の電子を受け取る酸素の物質量は何 mol か。四捨五入により有効数字 2 桁で記せ。

(2) ある試料水 100 mL 中の有機物を酸化分解するのに、 2.50×10^{-3} mol/L の二クロム酸カリウム水溶液が 3.0 mL 必要であった。この試料水の COD は何 mg/L か。四捨五入により有効数字 2 桁で記せ。ただし、原子量は $\text{O} = 16$ とし、試料水には有機物以外の被酸化性物質は含まれないものとする。

4 (配点 25点)

次の文を読み、問1～問8に答えよ。ただし、原子量は $H=1$ 、 $N=14$ 、 $O=16$ 、気体定数 $R=8.3\times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ 、飽和水蒸気圧は 27°C で $4.0\times 10^3 \text{ Pa}$ 、 127°C で $2.4\times 10^5 \text{ Pa}$ とする。また、答の数値は四捨五入により有効数字2桁で記せ。

容器Aと容器BがコックCで連結された次の図のような装置がある。容器Aの内容積は 8.3 L 、容器Bの内容積は 16.6 L で、容器Aと容器Bはそれぞれの温度を自由に設定することができる。この装置を用いて、以下の操作I～IVを順に行った。ただし、連結部の体積、液体の水の体積、窒素の水への溶解は無視できるものとする。



操作I コックCを閉じて、容器Aに窒素 0.15 mol 、容器Bに水 0.30 mol を封入した後、容器Aと容器Bの温度をいずれも 127°C に保った。

問1 容器A内の窒素の圧力は何 Pa か。

問2 容器B内の水の状態に関する次の文について、下の(1)、(2)に答えよ。

容器B内の水がすべて水蒸気として存在していると仮定すると、容器B内の水蒸気の圧力は Pa となる。この値は 127°C における飽和水蒸気圧より ので、容器B内の水は している。

(1) 空欄 に適する数値を記せ。

(2) 空欄 および に適する語句の組み合わせを、次ページの(ア)～(カ)のうちから一つ選び、その記号を記せ。

	い	う
(ア)	大きい	すべて気体として存在
(イ)	大きい	気体と液体が共存
(ウ)	大きい	すべて液体として存在
(エ)	小さい	すべて気体として存在
(オ)	小さい	気体と液体が共存
(カ)	小さい	すべて液体として存在

操作Ⅱ 容器 A と容器 B の温度をいずれも 127℃ に保ったまま、コック C を開け、容器 A 内と容器 B 内の気体の圧力が変化しなくなるまで放置した。

問 3 容器 A 内の窒素の分圧は何 Pa か。

問 4 容器 A 内の気体の全圧は何 Pa か。

操作Ⅲ コック C を開けたまま、容器 A と容器 B の温度を下げていずれも 27℃ に保ち、容器 A 内と容器 B 内の気体の圧力が変化しなくなるまで放置した。

問 5 容器 A 内の気体の全圧は何 Pa か。

問 6 容器 A 内の気体の密度は何 g/L か。

操作Ⅳ コック C を開けたまま、容器 A の温度を 27℃ に保ちながら、容器 B の温度を上げて 127℃ に保ち、容器 A 内と容器 B 内の気体の圧力が変化しなくなるまで放置した。

問 7 容器 A 内の窒素の分圧は何 Pa か。

問 8 容器 B 内の水蒸気の物質量は何 mol か。

