

クラス		受験番号	
出席番号		氏名	

2017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)

2017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82ページである(物理基礎 1～4ページ、化学基礎 5～12ページ、生物基礎 13～18ページ、地学基礎 19～27ページ、物理 29～36ページ、化学 37～50ページ、生物 51～64ページ、地学 65～82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・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。

河合塾



1761210114110000

化 学

1 (配点 26点)

次の I, II に答えよ。

I 現在, 100 種類以上の元素の存在が知られているが, これらの元素を原子番号の順に並べると, 元素の性質が周期的に変化することがわかる。これを元素の周期律という。周期律に基づいて, 性質が似ている元素が同じ縦の列に並ぶようにして作成した表を, 元素の周期表という。次の表は元素の周期表の一部であり, 原子番号 1~20 の元素が記されている。これについて, 下の問 1~問 5 に答えよ。

族 周期	1	2	13	14	15	16	17	18
1	H							He
2	あ	Be	B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg	Al	Si	い	S	Cl	Ar
4	K	Ca						

問 1 空欄 , に適する元素記号をそれぞれ記せ。

問 2 表中の元素のうち, 金属元素はいくつあるか。その数を記せ。

問 3 表中の元素のうち, 標準状態において, 2 原子分子からなる単体が存在し, かつ, その単体が気体であるものはいくつあるか。その数を記せ。

問 4 元素の周期律を示す例として, 第一イオン化エネルギー(以下ではイオン化エネルギーとよぶ)がある。これについて, 次の(1), (2)に答えよ。

(1) 次の文中の空欄 に適する語を記せ。

イオン化エネルギーとは, 気体状態の原子から電子 1 個を取り去って, 1 価の

にするのに必要なエネルギーである。

(2) 表中の元素の原子のうち、次の(i), (ii)に該当するものを元素記号で記せ。

(i) イオン化エネルギーが最も大きい

(ii) イオン化エネルギーが最も小さい

問5 次の文に関して、下の(1), (2)に答えよ。

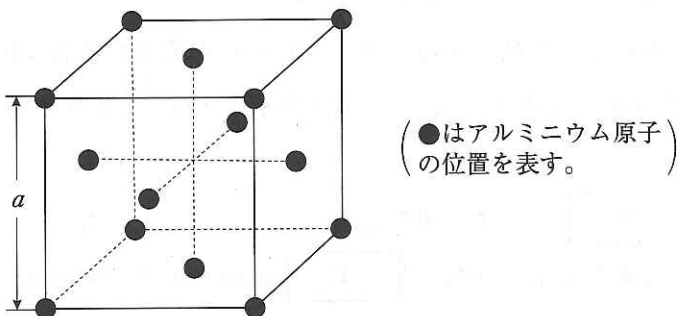
異なる元素の原子が結合するとき、それぞれの原子が結合に関わる電子を引きつける強さには違いがある。原子が電子を引きつける強さを相対的に表す尺度を

という。

(1) 空欄 に適する語を記せ。

(2) 表中の元素の原子のうち、 が最も大きいものを元素記号で記せ。

II アルミニウムの結晶は、次の図で示される立方体の単位格子からなる。これに関して、下の問6～問8に答えよ。ただし、アルミニウム原子はすべて同じ大きさの球であり、最も近い位置にある原子どうしは互いに接しているものとする。



問6 図の単位格子からなる結晶格子は何とよばれるか。その名称を記せ。

問7 図の単位格子の一辺の長さを a として、アルミニウム原子の半径 r を、 a を用いた式で表せ。ただし、式中に平方根が含まれる場合には、それを小数で近似せずに平方根のまま記すこと。

問8 アルミニウムの結晶 1.0 cm^3 中に、図の単位格子は何個含まれるか。四捨五入により有効数字2桁で記せ。ただし、アルミニウムのモル質量を 27 g/mol 、アルミニウムの結晶の密度を 2.7 g/cm^3 、アボガドロ定数を $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$ とする。

化学の問題は次のページに続く。

2 (配点 26点)

次の文を読み、問1～問8に答えよ。

水酸化ナトリウム水溶液 A のモル濃度を決定するために、次の〔実験1〕を行った。

〔実験1〕

水溶液 A 10.0 mL を正確に を用いて にはかりとり、これに純水を加えて正確に 100 mL に希釈した。これを水溶液 B とする。水溶液 B 10.0 mL を別の を用いて コニカルビーカー にはかりとり、これに 0.100 mol/L の塩酸を滴下して pH の変化を調べたところ、図1のような滴定曲線が得られた。このとき、中和点までに次の①式の反応が起こる。

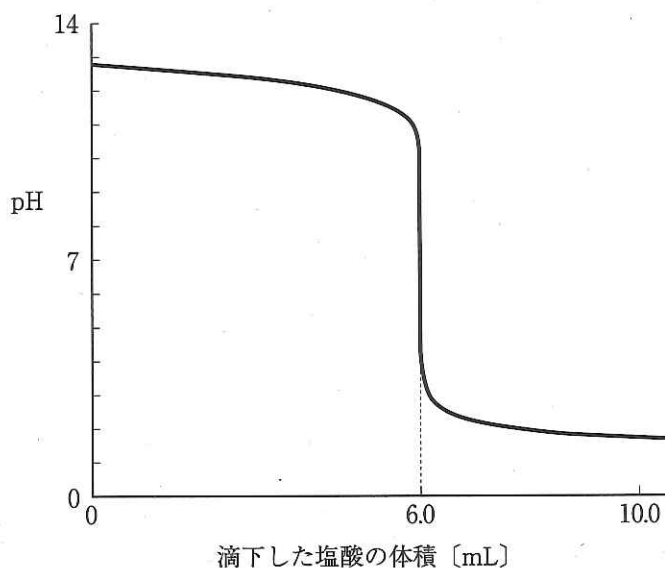
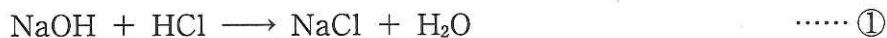
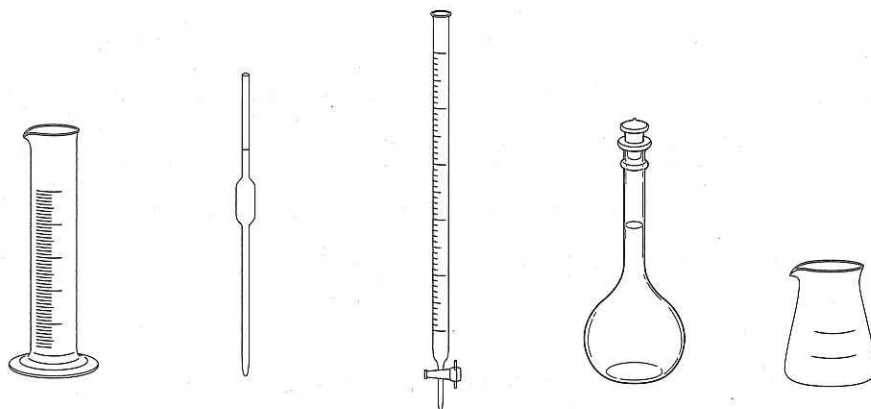


図1

問1 空欄 , に適するガラス器具を次の図のうちから選び、それぞれの名称を記せ。



問2 下線部のコニカルビーカーの使用法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。

- (ア) 純水で数回すすぎ、濡れたまま用いる。
- (イ) 水溶液 A で数回すすぎ、濡れたまま用いる。
- (ウ) 水溶液 B で数回すすぎ、濡れたまま用いる。
- (エ) 0.100 mol/L の塩酸で数回すすぎ、濡れたまま用いる。

問3 水溶液 A のモル濃度は何 mol/L か。四捨五入により有効数字 2 桁で記せ。

問4 以下の文中の空欄 , に適する色を、次の【 】のうちから選んで記せ。

【赤, 青, 黄, 緑, 無】

〔実験1〕で、指示薬としてメチルオレンジ(変色域: pH 3.1~4.4)を用いて水溶液 B の滴定を行った場合、終点の前後でコニカルビーカー内の水溶液の色は 色から 色に変化する。

問5 〔実験1〕の滴定で、0.100 mol/L の塩酸を 10.0 mL 滴下したときのコニカルビーカー内の水溶液の pH はいくらか。四捨五入により小数第 1 位まで記せ。必要があれば、次の数値を用いよ。 $\log_{10}2 = 0.30$, $\log_{10}3 = 0.48$

水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムの混合水溶液 C 中の水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムのモル濃度を決定するために、次の〔実験 2〕を行った。

〔実験 2〕

水溶液 C 10.0 mL を正確にコニカルビーカーにはかりとり、これに 0.100 mol/L の塩酸を滴下して pH の変化を調べたところ、図 2 のような滴定曲線が得られた。この滴定では、第 1 中和点(P 点)までは、水酸化ナトリウムの中和反応(①式)と炭酸ナトリウムの第 1 段目の中和反応(②式)の二つの反応が起こる。



さらに、第 1 中和点から第 2 中和点(Q 点)までは、②式の反応で生じた炭酸水素ナトリウムの中和反応(③式)が起こる。



なお、この滴定では、第 1 中和点はフェノールフタレインの変色により、第 2 中和点はメチルオレンジの変色により、それぞれ判定することができる。

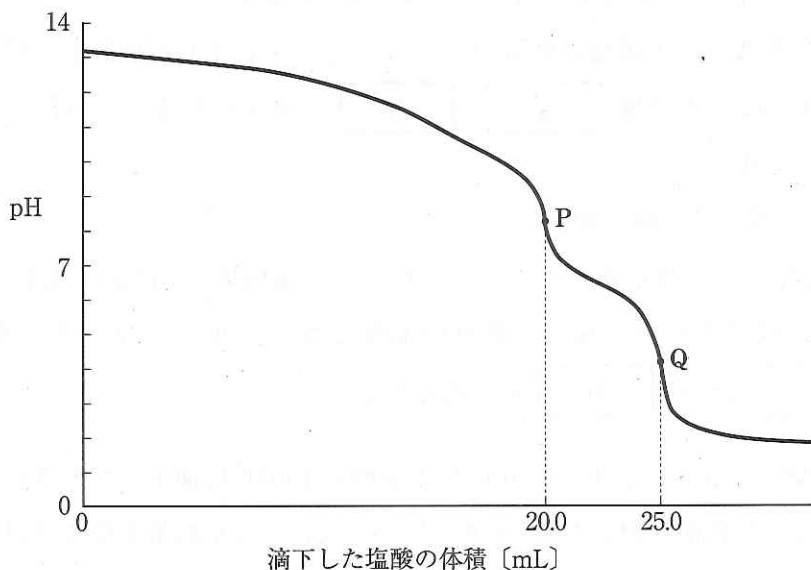


図 2

問6 水溶液 C 中の水酸化ナトリウムのモル濃度を x [mol/L], 炭酸ナトリウムのモル濃度を y [mol/L] とする。〔実験 2〕の滴定の際, 第 1 中和点までに要した塩酸の体積が 20.0 mL であることから, x と y が満たすべき関係式を記せ。

問7 x [mol/L] と y [mol/L] の値を求め, それぞれ四捨五入により有効数字 2 桁で記せ。

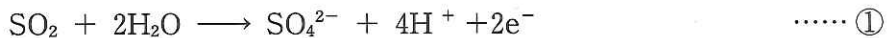
問8 水溶液 C 10.0 mL に少量の二酸化炭素を吸収させた。この水溶液を〔実験 2〕と同様に 0.100 mol/L の塩酸で滴定したところ, 第 1 中和点(フェノールフタレインの変色)までに要した塩酸の体積は 17.0 mL になったが, 滴定開始から第 2 中和点(メチルオレンジの変色)までに要した塩酸の体積は 25.0 mL のままであった。吸収させた二酸化炭素の物質量は何 mol か。四捨五入により有効数字 2 桁で記せ。

3 (配点 23点)

次の文を読み、問1～問7に答えよ。ただし、原子量はC=12, O=16, S=32, Fe=56とし、標準状態(0℃, 1.013×10⁵ Pa)における気体1 molの体積を22.4 Lとする。

酸化還元反応は、わたしたちの身の回りの様々な現象と密接に関連している。元来、物質が酸素と化合する変化を酸化(酸化反応)、物質が酸素を失う変化を還元(還元反応)とよび、ある物質が酸素と化合したとき、その物質は酸化されたといい、ある物質が酸素を失ったとき、その物質は還元されたという。また、酸化還元反応は、水素に着目して、物質が水素と化合する変化を **あ**、物質が水素を失う変化を **い** ということもできる。さらに、酸化還元反応は電子の授受に基づいて統一的に説明することができ、電子の授受は酸化数を用いて簡便に理解することができる。

二酸化硫黄は過酸化水素と反応して硫酸に変化する。この酸化還元反応を表す化学反応式を、電子の授受に基づいて書いてみよう。二酸化硫黄と過酸化水素の電子e⁻の授受を表すイオン反応式は、それぞれ次の①式、②式のようになる。



この①式、②式からe⁻を消去して整理すると、二酸化硫黄と過酸化水素の酸化還元反応を表す次の③式が得られる。



一方、二酸化硫黄は硫化水素と次の④式のように反応する。



二酸化硫黄は、③式の反応では **え** としてはたらし、④式の反応では **お** としてはたらいっている。

問1 空欄 **あ**、**い** に適する語を、それぞれ「酸化」、「還元」のうちから選んで記せ。

問2 下線部について、電子の授受に基づいて酸化を説明した次の文の に適する語句を10字以内で記せ。

酸化(酸化反応)とは である。

問3 ①式の反応で、硫黄原子の酸化数はどのように変化するか。例にならって記せ。

例: $-1 \rightarrow +1$

問4 空欄 う に適する化学反応式を記せ。(イオン反応式は不可)

問5 ④式の反応について、二酸化硫黄と硫化水素の電子 e^- の授受を表すイオン反応式をそれぞれ記せ。

問6 空欄 え , お に適する語を、それぞれ「酸化剤」、「還元剤」のうちから選んで記せ。

問7 ある質量の酸化鉄(Ⅲ) Fe_2O_3 と固体の炭素を反応装置に入れて、窒素を流しながら加熱したところ、酸化鉄(Ⅲ)はすべて反応し、鉄の単体の他に一酸化炭素と二酸化炭素だけが生成した。このとき得られた鉄の単体の質量は5.6 gであり、一酸化炭素と二酸化炭素の物質量の比は4 : 1であった。これについて次の(1)、(2)に答えよ。ただし、答の数値は四捨五入により有効数字2桁で記せ。

(1) 反応した酸化鉄(Ⅲ)の質量は何 g か。

(2) 生成した一酸化炭素の物質量は何 mol か。

4 (配点 25点)

次の I, II に答えよ。

I 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。固体の溶解度は通常、100 g の溶媒に溶ける溶質(無水物)の質量 [g] の最大値で表す。図 1 は硝酸カリウムの水に対する溶解度と温度の関係を表したグラフ(溶解度曲線)である。これについて、問 1, 問 2 に答えよ。ただし、答の数値は四捨五入により整数値で記せ。

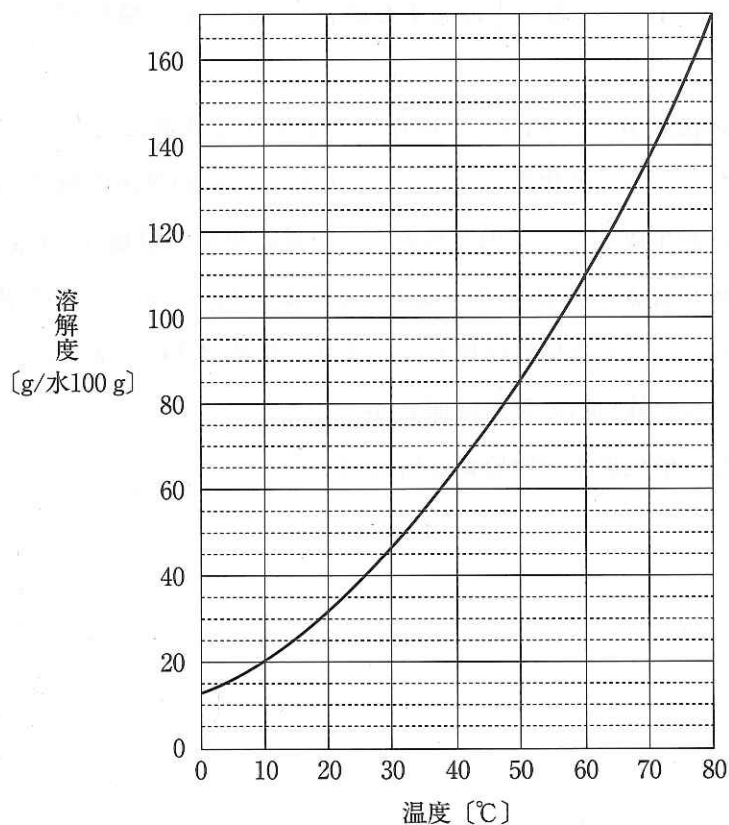


図 1

問1 60℃において、水100gに硝酸カリウム65gを溶かした水溶液Xについて、次の(1)～(3)に答えよ。

- (1) 水溶液Xの質量パーセント濃度は何%か。
- (2) 60℃において、水溶液Xにさらに最大何gの硝酸カリウムを溶かすことができるか。
- (3) 水溶液Xの温度を60℃から下げていくとき、硝酸カリウムの結晶が析出しはじめるときの温度は何℃か。

問2 60℃の硝酸カリウムの飽和水溶液420gを冷却して20℃にすると、析出する硝酸カリウムの結晶の質量は何gか。ただし、20℃における硝酸カリウムの溶解度は32g/水100gとする。

II 次の文を読み、問3～問6に答えよ。ただし、水および水溶液の密度は 1.0 g/cm^3 、高さ 1.0 cm の水柱がその底面におよぼす圧力は 98 Pa 、気体定数は $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ とし、電解質は水溶液中で完全に電離しているものとする。なお、グルコースと尿素は非電解質である。

希薄溶液の浸透圧は溶液中の溶質粒子(分子やイオン)のモル濃度と絶対温度に比例する。溶液中の溶質粒子のモル濃度を $c[\text{mol/L}]$ 、絶対温度を $T[\text{K}]$ 、比例定数を $R[\text{Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})]$ とすると、溶液の浸透圧 $\Pi[\text{Pa}]$ は次の式で表される。

$$\Pi = cRT$$

ここで、比例定数 R は気体定数に等しい。

問3 次の(ア)～(ウ)の水溶液の浸透圧の大小関係はどのようになるか。等号・不等号を用いて、例にならって記せ。ただし、水溶液の温度はすべて同じであるとする。

例：(ア) > (イ) = (ウ)

(ア) 0.10 mol/L のグルコース水溶液

(イ) 0.10 mol/L の尿素水溶液

(ウ) 0.10 mol/L の塩化カリウム水溶液

水分子のみを通過させることができる半透膜で中央を仕切った断面積が 8.0 cm^2 のU字管を用いて、次の〔実験〕を行った。

〔実験〕 次ページの図2のように、U字管のA側(図の左側)に純水 150 mL を、U字管のB側(図の右側)に $n[\text{mol}]$ のグルコースを溶かした水溶液 150 mL を入れた。これを 300 K に保って放置したところ、図3のように、B側の液面がA側の液面より 4.0 cm 高くなって、液面の高さが変化しなくなった。

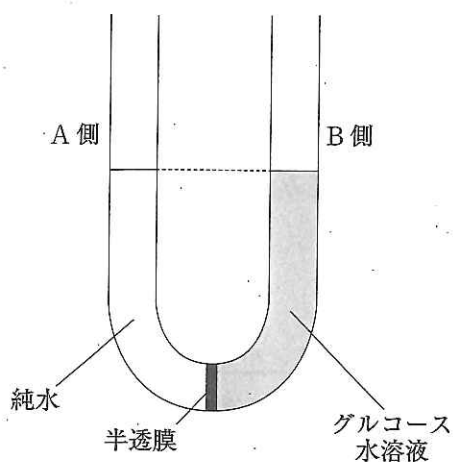


図 2

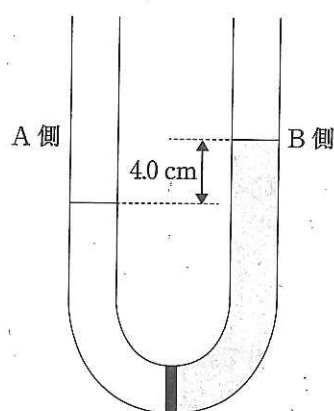


図 3

問 4 図 3 の B 側のグルコース水溶液について、次の (1)、(2) に整数で答えよ。

- (1) 浸透圧は何 Pa か。
- (2) 体積は何 mL か。

問 5 はじめに B 側に入れたグルコース水溶液 150 mL 中に溶けているグルコースの物質量 n [mol] の値を求め、四捨五入により有効数字 2 桁で記せ。

問 6 図 3 の状態から操作を行ったときの液面の高さに関する記述として正しいものを、次の (ア) ~ (エ) のうちから二つ選び、その記号を記せ。

- (ア) B 側の水溶液にさらに n [mol] のグルコースを溶かしたのち放置すると、A 側と B 側の液面の高さの差は 8.0 cm になる。
- (イ) A 側の純水に n [mol] のグルコースを溶かしたのち放置すると、A 側と B 側の液面の高さは等しくなる。
- (ウ) A 側に、B 側の液面の高さと同じになるまで純水をすばやく加えたのち放置すると、A 側と B 側の液面の高さの差は 4.0 cm より小さくなる。
- (エ) 絶対温度を 1.1 倍の 330 K に保って放置すると、A 側と B 側の液面の高さの差は 1.1 倍の 4.4 cm になる。

