

クラス		受験番号	
出席番号		氏名	

2015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)

2015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81ページである(物理基礎 1～7ページ, 化学基礎 9～14ページ, 生物基礎 15～22ページ, 地学基礎 23～30ページ, 物理 31～36ページ, 化学 37～46ページ, 生物 47～61ページ, 地学 63～81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。

河合塾



1561210114110000

# 化 学

## 1 (配点 25点)

次の文を読み、問1～問5に答えよ。

原子どうしの結合は、価電子の関与のしかたの違いによって、イオン結合、共有結合、金属結合に分類される。

アルカリ金属元素であるカリウム K の原子は価電子1個を失って、原子と同じ安定な電子配置の陽イオン  $K^+$  になりやすく、ハロゲン元素である塩素 Cl の原子は電子1個を受け取って、原子と同じ安定な電子配置の陰イオン  $Cl^-$  になりやすい。塩化カリウム KCl の結晶中では、 $K^+$  と  $Cl^-$  が 力によって結びついている。このような結合をイオン結合という。

水  $H_2O$  分子では、水素原子 H と酸素原子 O が不対電子を1個ずつ出し合って電子対を形成し、これを2原子間で共有して結びついている。このような結合を共有結合といい、共有された電子対を共有電子対という。水分子には、この共有電子対が2組あり、H原子は He 原子と同様の、O原子は 原子と同様の安定な電子配置となっている。

リチウム Li のような金属の結晶では、金属原子どうしが金属結合で結びついている。金属結合では、各原子の価電子が特定の原子の間で共有されるのではなく、結晶内のすべての原子によって共有されていると考えることができる。このような価電子を 電子という。

問1 空欄  ,  に最も適する語をそれぞれ記せ。

問2 空欄  ,  に適する希ガスの元素記号をそれぞれ記せ。

問3 次の4種類の物質の分子について、下の(1)~(3)に答えよ。

水      窒素      メタン      二酸化炭素

(1) メタン分子の電子式を次の【例】にならって記せ。



(2) 分子内に三重結合をもつものを一つ選び、その分子の構造式を記せ。

(3) 極性分子を一つ選び、その分子式を記せ。

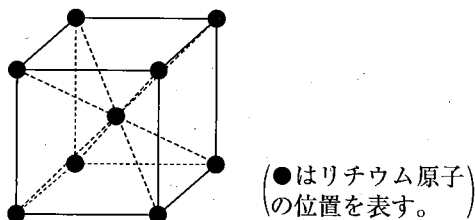
問4 オキソニウムイオン  $\text{H}_3\text{O}^+$  では、水分子のO原子上の非共有電子対が水素イオン  $\text{H}^+$  に提供されて、 結合が形成されている。 結合は、原子間で電子対を共有して結びつくという点では共有結合の一種である。

(1) 空欄  に適する語を記せ。

(2) 次の(ア)~(エ)の物質のうちから  結合を含むものを一つ選び、その記号を記せ。

(ア)  $\text{NH}_3$       (イ)  $\text{MgO}$       (ウ)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$       (エ)  $\text{CaCl}_2$

問5 リチウムの結晶は、次の図に示される立方体の単位格子からなる。これに関して、下の(1)~(4)に答えよ。ただし、リチウム原子はすべて同じ大きさの球とみなし、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。



図

(1) この結晶格子の名称を記せ。

(2) この結晶中で、1個の原子に接している原子の数は何個か。整数で記せ。

(3) リチウム原子の半径を  $r$  [nm]、単位格子の一辺の長さを  $a$  [nm] とするとき、 $a$  を  $r$  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。

(4) リチ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。ただし、単位格子の一辺の長さを  $0.35 \text{ nm}$ 、リチウムのモル質量を  $6.9 \text{ g}/\text{mol}$ 、アボガドロ定数を  $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$  とし、必要があれば  $3.5^3 = 43$  として計算せよ。また、 $1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$  である。

**2** (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。

塩は酸と塩基の中和によって生じるが、その水溶液は必ずしも中性とは限らない。例えば、塩化ナトリウムの水溶液は中性であるが、酢酸ナトリウムの水溶液は塩基性を示す。

問 1 次の 6 種類の物質のうちから、(1) 強酸、(2) 2 価の塩基 をそれぞれ一つずつ選び、その化学式を記せ。

アンモニア、 シュウ酸、 硝酸、 水酸化カリウム、  
水酸化カルシウム、 硫化水素

問 2 次の (ア)～(オ) の塩のうちからその水溶液が酸性を示すものを二つ選び、その記号を記せ。

(ア)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$       (イ)  $\text{NH}_4\text{Cl}$       (ウ)  $\text{KCl}$   
(エ)  $\text{NaHCO}_3$       (オ)  $\text{NaHSO}_4$

問 3 酢酸ナトリウムの水溶液が塩基性を示すのは、酢酸ナトリウムの電離によって生じる酢酸イオンが、水溶液中で加水分解するためである。この加水分解の反応をイオン反応式で記せ。

II 次の表の水溶液 A ~ D について、問 4 ~ 問 7 に答えよ。ただし、水溶液中の水素イオン濃度  $[H^+]$  と水酸化物イオン濃度  $[OH^-]$  の積  $K_w$  は一定であり、以下では  $K_w = [H^+][OH^-] = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$  とする。また、 $\text{pH} = -\log_{10} [H^+]$  である。なお、水溶液どうしを混合する場合、混合後の水溶液の体積は混合前の各水溶液の体積の和に等しいものとする。

表

	水溶液	モル濃度 [mol/L]	pH
A	塩酸	0.10	1.0
B	塩酸	$1.0 \times 10^{-3}$	3.0
C	酢酸水溶液	0.040	3.0
D	水酸化ナトリウム水溶液	0.10	あ

問 4 空欄 あ に適する数値を、四捨五入により小数第 1 位まで記せ。

問 5 水溶液 C 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。

問 6 水溶液 A ~ D に関する次の (ア) ~ (オ) の記述のうちから正しいものを二つ選び、その記号を記せ。なお、必要があれば  $\log_{10} 2 = 0.30$  を用いよ。

(ア) 同じ体積の水溶液 A と水溶液 B を混合した水溶液の pH は 2.0 である。

(イ) 水溶液 A に水を加えて 20 倍に希釈した水溶液の pH は 2.3 である。

(ウ) 水溶液 B に水を加えて  $10^5$  倍に希釈した水溶液の pH は 8.0 である。

(エ) 水溶液 B と水溶液 C の水素イオン濃度は等しい。

(オ) 10 mL の水溶液 D を完全に中和するのに必要な水溶液 B の体積は、10 mL の水溶液 D を完全に中和するのに必要な水溶液 C の体積と等しい。

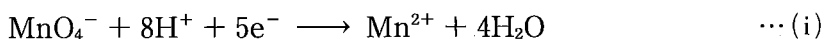
問 7 水溶液 A を  $v_A$  [L] と水溶液 D を  $v_D$  [L] 混合すると水溶液の pH は 2.0 になった。このとき混合した水溶液 A と水溶液 D の体積の比 ( $v_A : v_D$ ) を最も簡単な整数比で記せ。

3 (配点 25点)

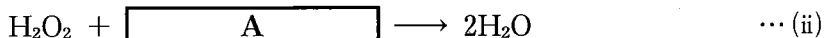
次の文を読み、問1～問5に答えよ。

酸化還元反応において、酸化剤は相手の物質を  し、自身は  される物質であり、還元剤は相手の物質を  し、自身は  される物質である。電子の授受で考えると、酸化剤は相手から電子を奪い、還元剤は相手に電子を与える物質である。

酸性条件下で過マンガン酸イオン  $\text{MnO}_4^-$ 、および過酸化水素  $\text{H}_2\text{O}_2$  が酸化剤としてはたらくときの反応は、それぞれ次の (i)、(ii) 式で表される。



このとき、Mn の酸化数は +7 から +2 に変化する。



このとき、O の酸化数は  から  に変化する。

酸性条件下で  $\text{H}_2\text{O}_2$  が  $\text{MnO}_4^-$  と反応する場合、 $\text{H}_2\text{O}_2$  は還元剤としてはたらく。このときの反応は次の (iii) 式で表される。



(i)、(iii) 式より、酸性条件下における  $\text{MnO}_4^-$  と  $\text{H}_2\text{O}_2$  の酸化還元反応をイオン反応式で表すと、次式のようなになる。



(iv) 式の酸化還元反応を利用して、濃度不明の過酸化水素水のモル濃度を決定する実験を行った。

[実験]

濃度不明の過酸化水素水 10.0 mL を ① ホールピペット を用いて ② コニカルビーカー にはかりとり、これに希硫酸を加えたのち、③ ビュレット に入れた 0.050 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液を滴下したところ、終点までに 16.0 mL を要した。

- 問1 空欄 

a
---

 , 

b
---

 に適する語をそれぞれ記せ。
- 問2 空欄 

あ
---

 , 

い
---

 に適する酸化数をそれぞれ記せ。
- 問3 空欄 

A
---

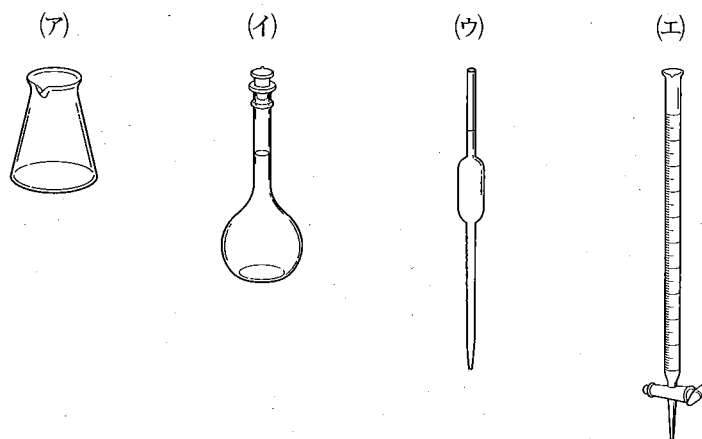
 , 

B
---

 に適する化学式などを記し, (ii), (iv) 式をそれぞれ完成せよ。

問4 [実験] について, 次の(1)~(4)に答えよ。

- (1) 下線部③のビュレットを次の(ア)~(エ)のうちから一つ選び, その記号を記せ。



- (2) 滴定の終点の前後におけるコニカルビーカー内の溶液の色の変化として最も適切なものを, 次の(ア)~(オ)のうちから一つ選び, その記号を記せ。

- (ア) 青色から無色    (イ) 赤紫色から無色    (ウ) 淡赤色から無色  
 (エ) 無色から青色    (オ) 無色から淡赤色

- (3) 過酸化水素水のモル濃度は何 mol/L か。四捨五入により有効数字2桁で記せ。

- (4) この[実験]で用いた下線部①~③のガラス器具のうち, 一つの器具の内壁が純水でぬれたまま使用したとする。このとき, 終点までに要する過マンガン酸カリウム水溶液の滴下量が16.0 mLより大きくなってしまうのはどれか。①~③の器具のうちから一つ選び, その番号を記せ。

問5 次の文を読んで、下の(1)、(2)に答えよ。

カルシウムイオン  $\text{Ca}^{2+}$  を含む試料水がある。この試料水 1.0 L から 10.0 mL をはかりとり、0.10 mol/L のシュウ酸ナトリウム  $(\text{COONa})_2$  水溶液を 40.0 mL 加えたところ、シュウ酸カルシウム  $(\text{COO})_2\text{Ca}$  の白色沈殿が生成した。しばらく放置したのち、上澄み液 50.0 mL のうちから 10.0 mL をはかりとり、これに十分な量の希硫酸を加えて、未反応のシュウ酸ナトリウムをシュウ酸  $(\text{COOH})_2$  に変化させた。このシュウ酸を定量するために 0.050 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液を滴下したところ、終点までに 6.0 mL を要した。

- (1) 下線部で起こるシュウ酸と過マンガン酸カリウムの反応を化学反応式で記せ。  
(イオン反応式は不可)
- (2) 試料水中の  $\text{Ca}^{2+}$  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。



化学の問題は次のページに続く。

4 (配点 25点)

次の文を読み、問1～問8に答えよ。ただし、気体定数は  $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$  とし、答の数値は四捨五入により有効数字2桁で記せ。原子量は  $\text{H} = 1.0$ 、 $\text{O} = 16$  とする。

次の図に示す実験装置を用いて、以下の(操作1)～(操作4)を順に行った。装置は容器A(内容積18L)と容器Bがバルブの付いた細管で接続されている。容器Bはなめらかに動くピストンによってその内容積を自由に変化させることができ、ピストンには常に  $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$  の圧力がかかっている。ただし、この実験では、接続部分の内容積および容器内で生じた液体の体積は無視する。また、気体については理想気体として扱い、気体の液体への溶解も無視する。

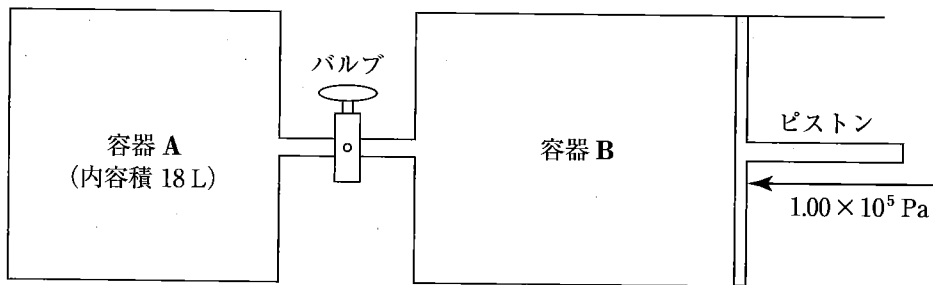


図 実験装置

- (操作1) バルブを閉じた状態で、容器Aに0.50 molの水素  $\text{H}_2$  を封入し、容器Bに0.75 molの酸素  $\text{O}_2$  を封入して、温度を  $87^\circ\text{C}$  に保った。
- (操作2) 容器Aと容器Bの温度を  $87^\circ\text{C}$  に保ったまま、バルブを開いてしばらく放置した。このとき、 $\text{H}_2$  と  $\text{O}_2$  は反応しなかった。

問1 (操作1)終了後の容器A内の圧力は何Paか。

問2 (操作1)終了後の容器Bの内容積は何Lか。

問3 (操作2)について、次の(ア)～(カ)の記述のうちから正しいものを二つ選び、その記号を記せ。

- (ア) 容器Bの内容積は減少した。
- (イ) 容器Bの内容積は増加した。
- (ウ) 容器Bの内容積は変化しなかった。
- (エ) 操作終了後、容器A内では、酸素の分圧よりも水素の分圧の方が大きい。
- (オ) 操作終了後、容器A内の水素の分圧は、容器B内の水素の分圧よりも大きい。
- (カ) 操作終了後、容器A内の圧力と容器B内の圧力は等しい。

問4 (操作2)終了後の容器内の混合気体の平均分子量はいくらか。

(操作3) バルブを開いたまま、容器内の水素を完全に燃焼させたのち、容器A、Bの温度を $67^{\circ}\text{C}$ に保ったところ、容器内には液体の水が生じていた。

(操作4) バルブを開いたまま、容器A、Bの温度を $47^{\circ}\text{C}$ に保った。

以下の問では、次の表に示す値を用いよ。

表 水の飽和蒸気圧

温度 [ $^{\circ}\text{C}$ ]	47	67
飽和蒸気圧 [Pa]	$1.0 \times 10^4$	$2.7 \times 10^4$

問5 (操作3)終了後の容器A内の水蒸気分圧は何Paか。

問6 (操作3)終了後の容器Bの内容積は何Lか。

問7 (操作3)終了後の容器内に存在している液体の水の質量は何gか。

問8 (操作4)終了後の容器A内の酸素分圧は何Paか。

