

クラス		受験番号	
出席番号		氏名	

2016年度

## 第2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)  
 (物 理 化 学) (1科目 60分)  
 (生 物 地 学)

2016年9月実施

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86ページである(物理基礎 1～4ページ, 化学基礎 5～9ページ, 生物基礎 11～16ページ, 地学基礎 17～24ページ, 物理 25～32ページ, 化学 33～48ページ, 生物 49～64ページ, 地学 65～86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



1661220114110000

# 化 学

## 1 (配点 25点)

次の文を読み、問1～問6に答えよ。ただし、原子量は  $H=1.0$ 、 $O=16$ 、 $S=32$  とする。

酸素と硫黄は周期表の16族に属する元素であり、いずれの元素にも ① 同素体が存在する。

酸素は多くの元素と化合して酸化物をつくる。酸化物には、② 酸性酸化物、塩基性酸化物、両性酸化物などがある。また、硫黄も多くの元素と化合物をつくる。

二酸化硫黄  $SO_2$  は、無色で刺激臭をもつ気体である。二酸化硫黄は、通常は還元剤としてはたらくが、③ 硫化水素  $H_2S$  に対しては酸化剤としてはたらく。

硫酸  $H_2SO_4$  は、肥料や薬品などの原料として化学工業で広く用いられており、工業的には接触法で製造される。④ 熱濃硫酸には強い酸化作用があり、銅や銀などのイオン化傾向の小さい金属を溶かす。また、濃硫酸を水に溶かすと多量の熱が発生する。

問1 下線部①について、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。

- (ア) 酸素は空気中に約78% (体積比)含まれている。
- (イ) オゾンは無色、無臭の気体であり、酸素に紫外線を照射すると生じる。
- (ウ) オゾンは水で湿らせたヨウ化カリウムデンプン紙を青変させる。
- (エ) 斜方硫黄と単斜硫黄は、いずれも分子式  $S_8$  で表される分子からなる。
- (オ) 硫黄の同素体のうち、常温で最も安定なものはゴム状硫黄である。

問2 下線部②について、次の(1)、(2)に答えよ。

(1) 次の酸化物のうちから両性酸化物に分類されるものを一つ選び、その化学式を記せ。

一酸化窒素      二酸化ケイ素      酸化カルシウム      酸化アルミニウム

(2) 二酸化炭素は酸性酸化物である。水酸化ナトリウム水溶液に二酸化炭素を少量通じたときに起こる変化を化学反応式で記せ。(イオン反応式は不可)

問3 下線部③について、二酸化硫黄と硫化水素が反応すると硫黄の単体が生じる。

このとき起こる変化を化学反応式で記せ。(イオン反応式は不可)

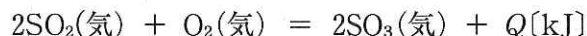
問4 硫酸は、次の(反応1)～(反応3)によってつくられる。下の(1)、(2)に答えよ。

(反応1) 硫黄を燃焼させて二酸化硫黄を得る。

(反応2) 二酸化硫黄をさらに酸化して、三酸化硫黄とする。

(反応3) 三酸化硫黄を水と反応させて硫酸を得る。

(1) (反応2)について、二酸化硫黄と酸素から三酸化硫黄が生成するときの反応の熱化学方程式は次式で表される。



この式中の反応熱  $Q[\text{kJ}]$  の値はいくらか。四捨五入により整数で記せ。ただし、 $\text{SO}_2(\text{気})$  の生成熱は  $297 \text{ kJ/mol}$ 、 $\text{SO}_3(\text{気})$  の生成熱は  $396 \text{ kJ/mol}$  とする。

(2) (反応1)～(反応3)によって硫黄から硫酸をつくるとき、純粋な硫黄  $1.0 \text{ kg}$  からつくることができる質量パーセント濃度  $98\%$  の濃硫酸の質量は最大何  $\text{kg}$  か。四捨五入により有効数字2桁で記せ。

問5 下線部④について、銅と熱濃硫酸との反応を化学反応式で記せ。(イオン反応式は不可)

問6 25℃の濃硫酸(質量パーセント濃度98%, 密度 $1.84\text{ g/cm}^3$ )  $30\text{ cm}^3$ を25℃の水で希釈して、 $500\text{ cm}^3$ の希硫酸(密度 $1.07\text{ g/cm}^3$ )を得た。これについて、次の(1), (2)に答えよ。ただし、水の蒸発は無視できるものとする。また、答の数値は、四捨五入により有効数字2桁で記せ。

(1) 希釈に用いた水の質量は何gか。

(2) 得られた希硫酸の温度は何℃か。ただし、希釈においては、 $\text{H}_2\text{SO}_4$  1 molあたり95 kJの熱が発生し、発生した熱はすべて水溶液の温度上昇に使われたものとする。また、得られた希硫酸の比熱は $3.8\text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ とする。

化学の問題は次のページに続く。

2 (配点 25点)

次の文を読み、問1～問3に答えよ。ただし、原子量はH=1.0, O=16.0, Ni=58.7とする。

酸化反応と還元反応を別々の場所で起こさせ、直流電流を取り出す装置を電池(化学電池)という。電池には、マンガン乾電池のように充電できない一次電池と、<sup>(a)</sup>鉛蓄電池や<sup>(b)</sup>ニッケル-水素電池のように充電できる二次電池がある。

一方、電解質の水溶液などに電極を浸し、外部電源を用いて直流電流を流すことにより、各電極で酸化反応と還元反応を起こさせることを<sup>(c)</sup>電気分解という。

問1 図1は下線部(a)の鉛蓄電池の模式図である。この電池の放電時に各電極で起こる変化は次の①、②式で表される。これについて、下の(1)～(3)に答えよ。

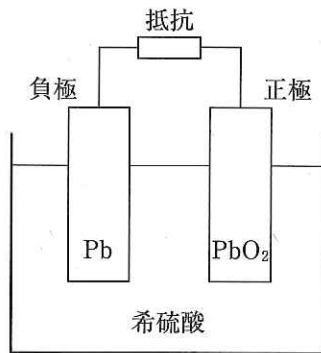


図1

(1) 放電時に鉛蓄電池全体で起こる反応を化学反応式で記せ。(イオン反応式は不可)

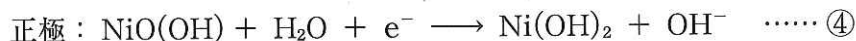
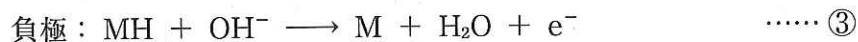
- (2) 鉛蓄電池の充電について述べた次の文中の空欄 あ ~ う に最も適切な語を、下の【語群】からそれぞれ一つずつ選んで記せ。

充電時には、鉛蓄電池の負極に外部電源の あ 極を、正極に外部電源の い 極を接続する。充電後の鉛蓄電池の各電極の質量は、充電前と比べていずれも う している。

【語群】 陽 陰 正 負 増加 減少

- (3) 放電により電解液の希硫酸のモル濃度が 3.1 mol/L となった鉛蓄電池がある。この電池に 0.12 mol の電子を流して充電した。充電後の希硫酸のモル濃度は何 mol/L か。四捨五入により有効数字 2 桁で記せ。ただし、希硫酸の体積は 300 mL であり、充電の前後でその体積は変化しないものとする。

問2 下線部(b)のニッケル-水素電池はハイブリッドカーのバッテリーなどとして用いられている。負極には水素を吸蔵させた水素吸蔵合金 MH<sup>(注)</sup>、正極にはオキシ水酸化ニッケル(Ⅲ)NiO(OH)、電解液には水酸化カリウム水溶液を用いる。放電時に各電極で起こる変化は、次の③、④式で表される。このとき、正極で生成するNi(OH)<sub>2</sub>は水に難溶であり、正極に付着する。



ある水素吸蔵合金に、標準状態で 5.6 L の水素 H<sub>2</sub> を吸蔵させた。これを負極として用いてニッケル-水素電池をつくり、放電させた。吸蔵された水素原子のうち 50 % が反応したとき、この電池の正極の質量は何 g 変化しているか。質量が増加するときは + を、減少するときは - を付記し、数値は四捨五入により有効数字 2 桁で記せ。

(注) 水素吸蔵合金とは、金属の結晶格子の隙間に水素原子を吸蔵する合金のことである。ここでは水素吸蔵合金 M に水素原子 H が吸蔵された状態のものを MH と表す。

問3 下線部(c)の電気分解を、図2に示す実験装置を用いて行った。電極A~Fにはすべて白金を用い、電解槽Iには0.50 mol/Lの硝酸銀水溶液500 mL、電解槽IIには0.50 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液500 mLをそれぞれ入れ、陽イオン交換膜(陽イオンを通すが陰イオンは通さない膜)で仕切られた電解槽IIIには、その両側に0.50 mol/Lのヨウ化カリウム水溶液を250 mLずつ入れて、0.020 molの電子を流して電気分解を行った。これについて、下の(1)~(6)に答えよ。

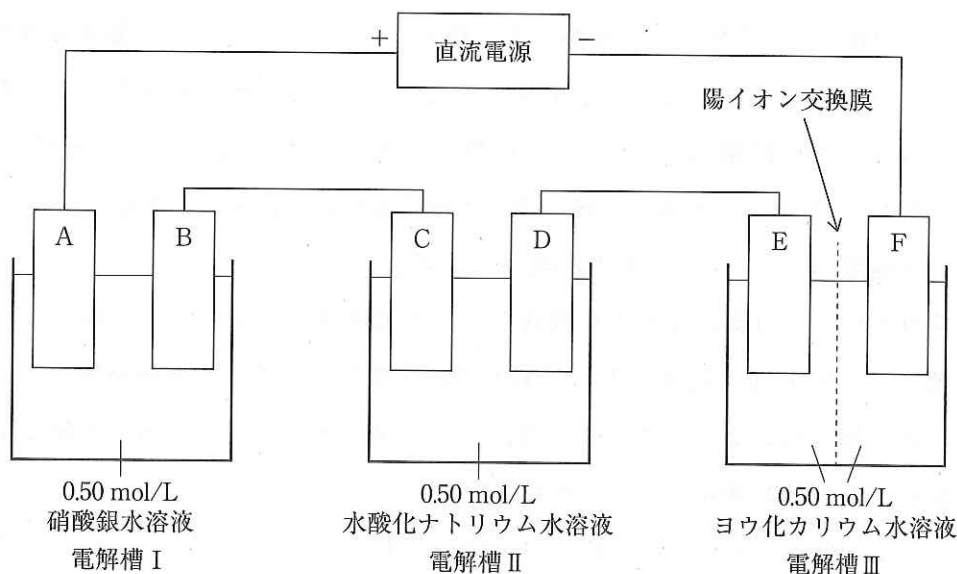


図2

- (1) 還元反応が起こった電極を電極A~Fのうちからすべて選び、A~Fの記号で記せ。
- (2) 電極Aでは気体が発生した。発生した気体の分子式を記せ。
- (3) 電極Bで起こる変化を電子 $e^-$ を含むイオン反応式で記せ。
- (4) 電極E付近の水溶液の色の変化として最も適切なものを、次の(ア)~(カ)のうちから一つ選び、その記号を記せ。
 

(ア) 赤色から黄色	(イ) 黄色から赤色	(ウ) 無色から淡赤色
(エ) 淡赤色から無色	(オ) 無色から褐色	(カ) 褐色から無色

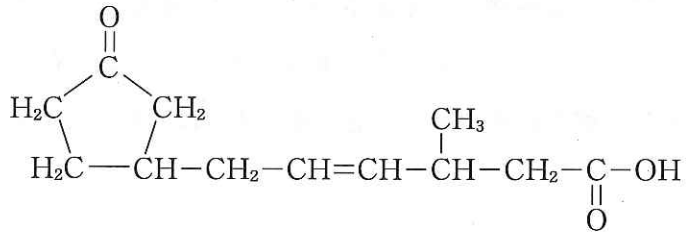


- (5) 電気分解後、電解槽Ⅱの電解液中の水酸化物イオンのモル濃度は何 mol/L か。四捨五入により有効数字2桁で記せ。ただし、電気分解の前後において電解液の体積は変化しないものとする。
- (6) 電気分解後、電解槽Ⅲの電極 E 側と F 側の電解液中のカリウムイオンのモル濃度の比は  $1 : X$  となった。X の値を四捨五入により有効数字2桁で記せ。ただし、電気分解の前後において電解液の体積は変化しないものとする。

3 (配点 25点)

次の I, II に答えよ。ただし、構造式は次の例にならって記せ。

例：



I 次の文を読み、問 1～問 4 に答えよ。

図 1 の元素分析装置を用いて、炭化水素 X 18.0 mg を完全燃焼させ、吸収管 1, 2 の質量増加を測定したところ、二酸化炭素が 55.0 mg, 水が 27.0 mg 生じたことがわかった。また、別の実験より炭化水素 X の分子量は 100 以下であることがわかった。

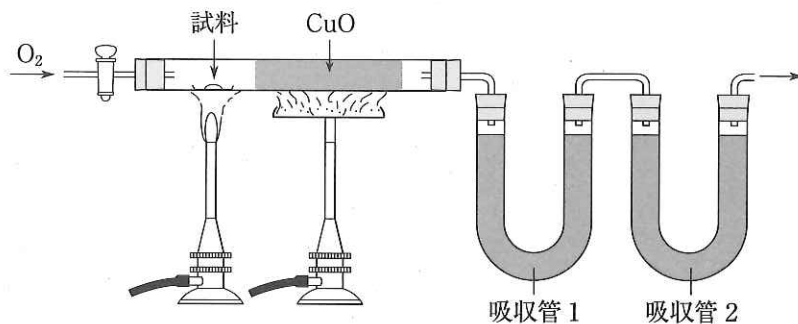


図 1

問 1 図 1 の実験装置について、次の (1), (2) に該当するものを、下の (ア)～(ク)のうちからそれぞれ一つずつ選び、その記号を記せ。

(1) 吸収管 1 に詰める物質

(2) 吸収管 2 で吸収される物質

- |             |           |         |             |
|-------------|-----------|---------|-------------|
| (ア) 塩化カルシウム | (イ) ソーダ石灰 | (ウ) 濃硫酸 | (エ) 塩化ナトリウム |
| (オ) 二酸化炭素   | (カ) 水     | (キ) 酸素  | (ク) 一酸化炭素   |

問2 Xの分子式を記せ。ただし、原子量は $H=1.0$ ,  $C=12$ ,  $O=16$ とする。

問3 問2の分子式で表される炭化水素について、次の(1), (2)に答えよ。

(1) 異性体はXを含めて何種類あるか。

(2) (1)の異性体のうち、沸点が最も低いものを構造式で記せ。

問4 Xの水素原子の1つを塩素原子に置き換えた化合物には、光学異性体を区別すると4種類の異性体が存在する。Xの構造式を記せ。

II 次の文を読み、問5、6に答えよ。

分子式  $C_6H_{10}$  の炭化水素 A, B, C がある。これらの構造を決定するために以下の実験を行った。なお、A, B, C が環状構造をもつ場合、五員環または六員環構造であることがわかっている。

(実験1) A, B, C にそれぞれ水素を付加させたところ、B は水素と 1 : 2 の物質  
量比で反応し、A と C はいずれも水素と 1 : 1 の物質  
量比で反応した。

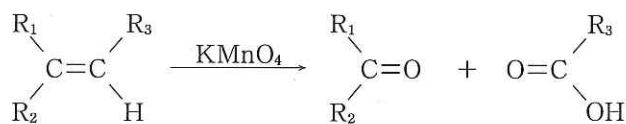
(実験2) A, B, C をそれぞれ過マンガン酸カリウムで酸化<sup>(註)</sup>したところ、次の①  
～③の結果が得られた。

① A からはアジピン酸  $HOOC(CH_2)_4COOH$  が生じた。

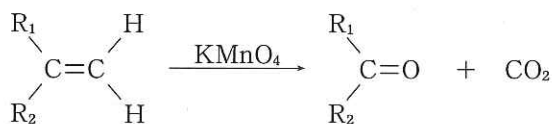
② B からはジカルボン酸 D と二酸化炭素が生じた。D はマレイン酸に水素  
を付加して得られる化合物と同じであった。

③ C からはジカルボン酸 E のみが生じた。C, E にはいずれも不斉炭素原子  
は存在しなかった。

(注) 炭素原子間の二重結合を過マンガン酸カリウムで酸化すると、次のように二重結合  
が切断されて、ケトンまたはカルボン酸が生成する。 $R_1 \sim R_3$  は炭化水素基である。



ただし、 $R_3$  が H の場合には、次のように二酸化炭素が生成する。



問5 A ~ D の構造式を記せ。

問6 アジピン酸のカルシウム塩を乾留すると分子式  $C_5H_8O$  の化合物 F が得られた。

F の構造式を記せ。ただし、アジピン酸のカルシウム塩から F が生じる反応は、  
次の反応と類似の反応である。



化学の問題は次のページに続く。

4 (配点 25点)

次の I, II に答えよ。

I 次の文を読み、問 1～問 4 に答えよ。なお、問題文中の s は秒を表す。

過酸化水素  $\text{H}_2\text{O}_2$  は、① 式に示すように分解する。この反応は常温で過酸化水素水を放置してもほとんど起こらないが、少量の <sup>(a)</sup>塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると常温でも速やかに進行する。



0.900 mol/L の過酸化水素水 10 mL に少量の塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加え、一定温度のもとで①式の分解反応を行った。発生した酸素の物質質量から、反応開始から  $t$ [s] 経過した時の  $\text{H}_2\text{O}_2$  の濃度  $[\text{H}_2\text{O}_2]$  [mol/L] を求め、得られた結果をもとに  $\text{H}_2\text{O}_2$  の平均の濃度  $\overline{[\text{H}_2\text{O}_2]}$  [mol/L],  $\text{H}_2\text{O}_2$  の平均分解速度  $\bar{v}$  [mol/(L·s)] を算出すると、表 1 のようになった。

表 1

$t$ [s]	0	500	800	1200
$[\text{H}_2\text{O}_2]$ [mol/L]	0.900	0.458	0.308	0.180
$\overline{[\text{H}_2\text{O}_2]}$ [mol/L]		0.679	0.383	<input type="text" value="あ"/>
$\bar{v}$ [mol/(L·s)]		$8.84 \times 10^{-4}$	$5.00 \times 10^{-4}$	<input type="text" value="い"/>

問1 下線部(a)について、①式の反応における塩化鉄(Ⅲ)のように、反応の前後でそれ自身は変化しないが、反応速度を大きくする物質を何というか。漢字で記せ。

問2 表1の空欄 

あ
---

 , 

い
---

 に適する数値を四捨五入により有効数字3桁で記せ。

問3  $\text{H}_2\text{O}_2$  の平均の濃度  $\overline{[\text{H}_2\text{O}_2]}$  [mol/L] と  $\text{H}_2\text{O}_2$  の平均分解速度  $\bar{v}$  [mol/(L·s)] の関係を表すグラフを、解答欄の図中に実線(—)で記せ。ただし、 $\overline{[\text{H}_2\text{O}_2]}$  が 0 ~ 0.800 mol/L の範囲で図示せよ。

問4 ①式の  $\text{H}_2\text{O}_2$  の分解速度  $v$  は、反応速度定数を  $k$  とすると②式のように表される。これについて、下の(1)、(2)に答えよ。

$$v = k[\text{H}_2\text{O}_2]^x \quad \dots\dots \textcircled{2}$$

(1) ②式の  $x$  の値を整数で記せ。

(2)  $k$  の値を四捨五入により有効数字2桁で求め、単位を付けて記せ。

II 次の文を読み、問5～問8に答えよ。なお、気体はすべて理想気体として扱うものとする。

ピストン付きの密閉容器に十分な量の黒鉛と  $n$  [mol] の  $\text{CO}_2$  を封入し、容器内の圧力を  $P$  [Pa]、温度を  $T$  [K] に保ったところ、③式の反応が起こって平衡状態になった。



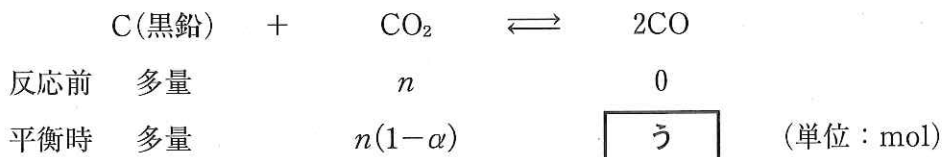
平衡時の  $\text{CO}_2$  および  $\text{CO}$  の分圧をそれぞれ  $P_{\text{CO}_2}$  [Pa]、 $P_{\text{CO}}$  [Pa] とすると、③式の圧平衡定数  $K_p$  [Pa] は、次式で定義される。

$$K_p = \frac{(P_{\text{CO}})^2}{P_{\text{CO}_2}}$$

ここで、封入した  $\text{CO}_2$  のうち、 $\text{CO}$  に変化した  $\text{CO}_2$  の割合を  $\alpha$  ( $0 < \alpha < 1$ ) とすると、

$$\alpha = \frac{\text{CO に変化した CO}_2 \text{ の物質量 [mol]}}{\text{封入した CO}_2 \text{ の物質量 [mol]}}$$

平衡時の  $\text{CO}_2$ 、 $\text{CO}$  の物質量は  $n$  および  $\alpha$  を用いて、次のように表される。



したがって、 $P_{\text{CO}_2}$ 、 $P_{\text{CO}}$  は  $P$  および  $\alpha$  を用いて、次式のように表すことができる。

$$P_{\text{CO}_2} = \frac{1-\alpha}{1+\alpha} P \quad P_{\text{CO}} = \frac{2\alpha}{1+\alpha} P$$

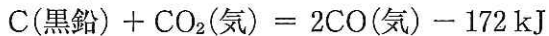
以上より、 $K_p$  は  $P$  および  $\alpha$  を用いて、次式のように表される。

$$K_p = \boxed{\text{え}}$$



問5 空欄  ,  に適する文字式を記せ。

問6 ③式の熱化学方程式は次のように表される。



③式の反応が平衡状態にあるとき、圧力を一定に保ったまま温度を上げるとCOの物質量はどのように変化するか。次の(ア)～(ウ)のうちから一つ選び、その記号を記せ。

(ア) 増加する      (イ) 減少する      (ウ) 変化しない

問7 容器内の圧力を  $1.6 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、温度を  $T_1[\text{K}]$  に保ったところ、③式の反応が平衡状態になった。このときの  $\alpha$  を  $\alpha_1$  とすると、 $\alpha_1$  の値はいくらか。四捨五入により有効数字2桁で記せ。ただし、③式の  $T_1[\text{K}]$  における圧平衡定数  $K_p$  は  $3.6 \times 10^4 \text{ Pa}$  とする。

問8 問7の平衡状態では容器内の気体の体積は  $V_1[\text{L}]$  であった。この状態から、 $T_1[\text{K}]$  のもとで容器内の圧力を  $7.2 \times 10^5 \text{ Pa}$  に保ったところ、あらたな平衡状態になり、容器内の気体の体積は  $V_2[\text{L}]$  になった。 $\frac{V_2}{V_1}$  の値はいくらか。四捨五入により有効数字2桁で記せ。

