

## 平成 26 年度入学試験問題

## 理 科

## 注 意 事 項

1. 指示があるまで、この冊子の中を見てはいけません。
2. 生物、物理、化学の中から2科目選択しなさい。
3. 1科目につき1枚の解答用紙を使用しなさい。なお、解答用紙(2枚)は、各科目に共通です。
4. 各解答用紙には解答欄の他に次の記入欄があるので、正確に記入しなさい。
  - ① 氏名欄……………氏名を記入しなさい。
  - ② 受験番号欄……………受験番号(6桁の数字)を記入し、受験番号をマーク欄に必ずマークしなさい。
  - ③ 解答科目欄……………解答する科目名を記述欄に必ず記入し、当該科目の下のマーク欄に必ずマークしなさい。
5. マークにはHBの鉛筆を使用し、次の例のように、濃く正しくマークしなさい。

良い例……………●

悪い例……………⊙ ⊗ ⊕

正確にマークされていない場合、採点できないことがあります。

6. 解答上の注意が問題毎に指示されている場合があります。注意して下さい。
7. 答を修正する場合は必ず「プラスチック製消しゴム」で完全に消し、消しくずを解答用紙上に残してはいけません。
8. 中途退場は認めません。
9. 試験中に質問がある場合は、手をあげて申し出なさい。
10. この冊子の余白を計算、下書きに用いてかまいません。
11. 試験終了後、この問題冊子は持ち帰りなさい。
12. この冊子は、全部で30ページです。生物、物理、化学の順になっています。

## 目 次

生 物	1～11 ページ(問題Ⅰ～Ⅳ)
物 理	12～19 ページ(問題Ⅰ～Ⅳ)
化 学	20～28 ページ(問題Ⅰ～Ⅲ)

# 化 学

数値の解答は、各設問の解答形式に指定されている桁数に従い解答する。

解答例：解答欄が2桁の場合、1は   , 14は   とする。

必要であれば、原子量、定数は以下の値を使用すること。

原子量 H: 1.0 C: 12 N: 14 O: 16 Cu: 64

ファラデー定数:  $9.65 \times 10^4$  C/mol

問題文中の体積の単位記号 L はリットルを表す。

I 以下の問いに答えよ。[解答欄  ~  ]

問 1 次の文章を読んで問いに答えよ。[解答欄  ~  ]

図1は電解液に水酸化カリウム水溶液を使用したアルカリ型燃料電池の概略を示している。

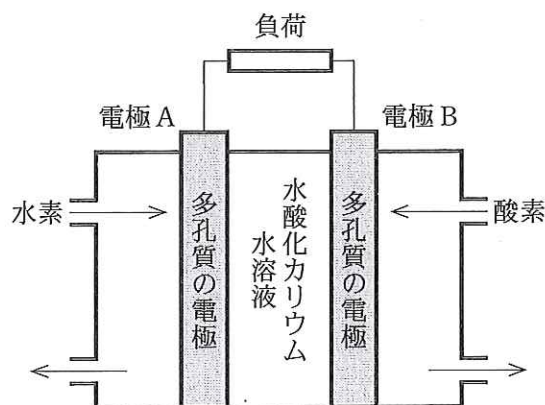
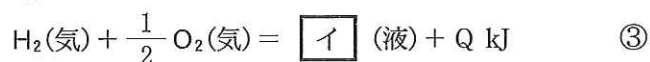
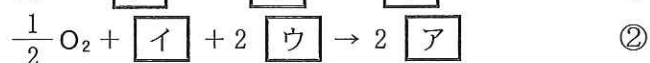
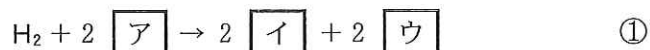


図1

白金を付着させた多孔質の電極Aと電極Bによって電解液をはさみこんでおり、一方から燃料の水素を、他方から酸素を供給すれば、電極Aでは①式に示した反応が、電極Bでは②式で示した反応が進む。したがって、水の生成熱を  $Q$  kJ/mol として、全体の反応を熱化学方程式で表すと式③のようになる。



(1)  ~  に入る最も適当なものを①~⑧から一つずつ選べ。必要ならば、同じ選択肢を複数回選んでもよい。

- ①  $e^-$                       ②  $H^+$                       ③  $OH^-$                       ④  $H_2O$   
⑤  $K^+$                       ⑥  $KOH$                       ⑦  $H_2$                       ⑧  $O_2$

(2) 正極は電極 A と電極 B のどちらか。

- ① 電極 A                      ② 電極 B

(3) この燃料電池を 30 分間放電したところ、水が 1.80 g 生成した。この結果から、放電中の電流は  A となるので、放電時の電圧を 0.800 V とすると、

$$\text{電気エネルギー [J]} = \text{電気量 [C]} \times \text{電圧 [V]}$$

の関係より、放電によって得られた電気エネルギーは  kJ となる。H—H, O=O, O—H の結合エネルギーをそれぞれ 436 kJ/mol, 498 kJ/mol, 463 kJ/mol, 水の蒸発熱を 44.0 kJ/mol とすると、式③の反応で液体の水 1 mol が生成するときの反応熱 Q の値は  と計算される。したがって、この燃料電池では  % が電気エネルギーに変換されたことになる。

~  に当てはまる数値を有効数字 3 桁で、 に当てはまる数値は有効数字 2 桁で答えよ。

- a.   .   
c.
- b.   .   
d.

(4) 燃料電池にはアルカリ型燃料電池の他に、電解質としてリン酸を用いるリン酸型燃料電池、炭酸塩を用いる熔融炭酸塩型燃料電池などがある。図 1 の燃料電池において、電解液をリン酸水溶液に取り替えた場合、水を生成する電極はどれか。

- ① 電極 A                      ② 電極 B                      ③ 電極 A と電極 B

問 2 以下の文章を読み、問いに答えよ。[解答欄  ~  ]

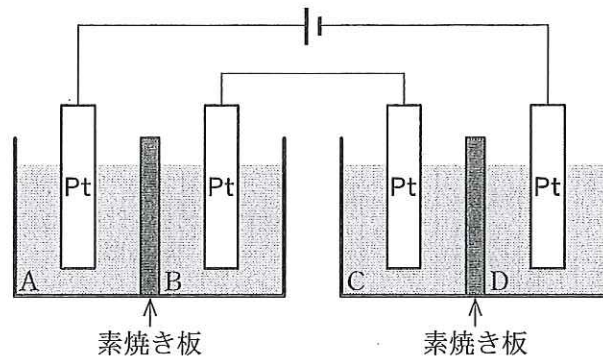


図 2

[実験 1] : 図 2 のように素焼き板で仕切られた電解槽 A, B 及び C, D には, 下記の(2)の[解答群]①~⑦に示した 0.5 mol/L 水溶液のいずれかが 200 mL ずつ入っており, どれも異なる水溶液である。電極を各電解槽に浸した後, 図 2 のように配線し, 0.100 A で 100 分間電気分解したところ, 次の結果が得られた。

- a) 電解槽 A, C, D の電極で気体が発生し, A で発生した気体の体積は C, D で発生した気体の体積の 2 分の 1 であった。
- b) 電解槽 B の電極の表面に固体が析出し, 電極の質量が 0.198 g 増加したことから, 析出した固体は, 銅であることがわかった。
- c) 電解槽 D の電極付近にフェノールフタレイン液を滴下すると, 電極付近の電解液が赤色を帯びた。

[実験 2] : 電解槽 A, B 及び C, D の水溶液を[実験 1]と同じ種類の新しいもの 200 mL と取り替え, 電極も新しいものと交換した。電流の方向を逆にして 0.100 A で 100 分間電気分解したところ, 次の結果が得られた。

- d) 電解槽 C の電極の表面に固体が析出して, 電極の質量が 0.198 g 増加した。
- e) 電解槽 A の電極の質量に変化がなかった。

(1) a) に記載されている電解槽 A, C, D で発生した気体は何か。①~⑦から一つずつ選べ。A  C  D   
 ① H<sub>2</sub>    ② Cl<sub>2</sub>    ③ NO<sub>2</sub>    ④ NO    ⑤ SO<sub>2</sub>    ⑥ H<sub>2</sub>S    ⑦ O<sub>2</sub>

(2) 電解槽 A~D に入っている水溶液は何か。最も適当なものを①~⑦から一つずつ選べ。  
 A  B  C  D

[解答群]

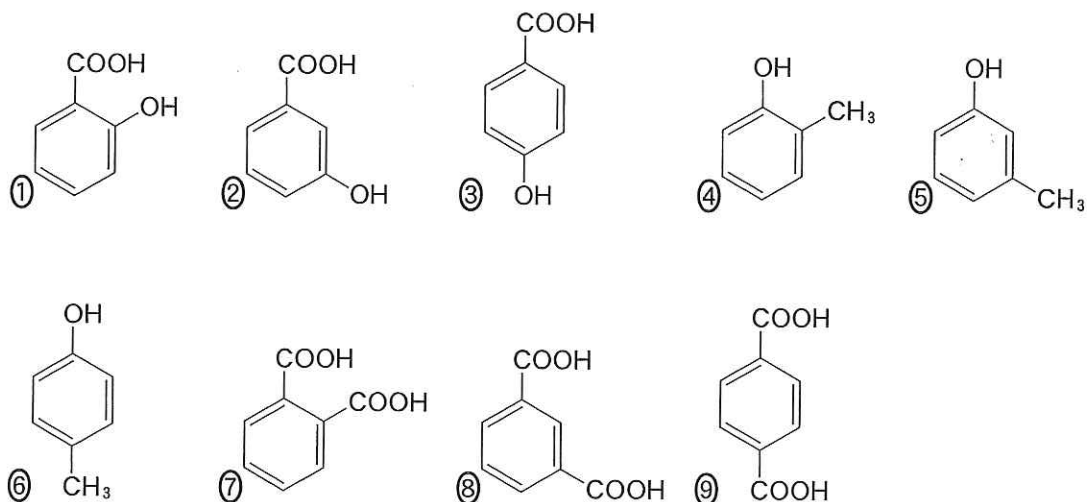
- |               |              |              |
|---------------|--------------|--------------|
| ① 希塩酸         | ② 硫酸水溶液      | ③ 塩化ナトリウム水溶液 |
| ④ 硫酸銅(II)水溶液  | ⑤ 塩化銅(II)水溶液 | ⑥ 硝酸銀水溶液     |
| ⑦ 塩化水銀(II)水溶液 |              |              |

II 以下の問いに答えよ。[解答欄  ~  ]

問 1 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。[解答欄  ~  ]

化合物 A は炭素、酸素、水素のみからなる芳香族化合物であり、分子量が 120 以下であることが分かっている。質量組成は炭素 77.8 %、酸素 14.8 % であり、可能な 3 種の構造異性体のうちの一つである。それら混合物は強い匂いを持つが消毒剤として用いられる。化合物 B は化合物 A のアルキル基が酸化された構造を持ち、無水酢酸と反応して解熱鎮痛・抗炎症作用を示す化合物 C が生成する。化合物 A および化合物 B の溶液はいずれも酸性であり、また塩化鉄(III)溶液で呈色した。また化合物 B はメタノールと反応してエステル化された化合物 D が合成される。化合物 D は揮発性の液体で消炎外用薬として用いられる。

(1) 化合物 A の構造式として適当なのはどれか。①~⑨から一つ選べ。



(2) 化合物 B, C, D に適当な名称はどれか。①~⑩から一つずつ選べ。

B  C  D

- |             |            |             |
|-------------|------------|-------------|
| ① アセチルサリチル酸 | ② アセトアニリド  | ③ アセトアミノフェン |
| ④ アニリン      | ⑤ 安息香酸     | ⑥ 酢酸フェニル    |
| ⑦ サリチル酸     | ⑧ サリチル酸メチル | ⑨ トルエン      |
| ⑩ ベンジルアルコール |            |             |

問 2 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。[解答欄 オ ~ チ]

グルコースは別名を オ とも言い、動植物の生体内に含まれる単糖である。グルコースは カ 基を複数個有しているので、水に非常に溶けやすい。常温における結晶の  $\alpha$ -グルコースは キ の構造であるが、水溶液中では開環して鎖状構造を経て、図3に示したような  $\beta$ -グルコースとなる。その結果として3種類の異性体が平衡状態で共存する。従って水溶液中のグルコースの ク 基が、ケ 性を示すので、グルコース溶液にアンモニア性硝酸銀水溶液を加えて穏やかに加熱すると、銀鏡反応を示す。鎖状構造のグルコースには不斉炭素原子が コ サ 個存在するので、それらに基づく立体異性体が理論上 シ ス 個存在するはずである。グルコースのように ク 基を持つ単糖類を セ という。天然にはグルコースと同じ分子式を持ちながら上記のどの異性体にも該当しない構造異性体の単糖 ソ が存在する。ソ は、結晶中では六員環構造を取るが、水溶液中では鎖状構造を経て五員環構造を取り、これらが平衡状態で共存する。

二糖類である タ は、2分子の  $\alpha$ -グルコースが チ した構造を持ち、水溶液中では ク 基を有するため、グルコースと同様に銀鏡反応を示す。

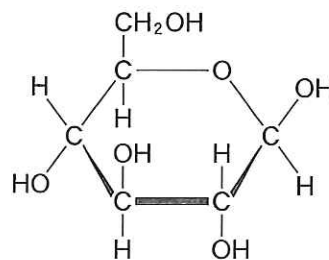


図3

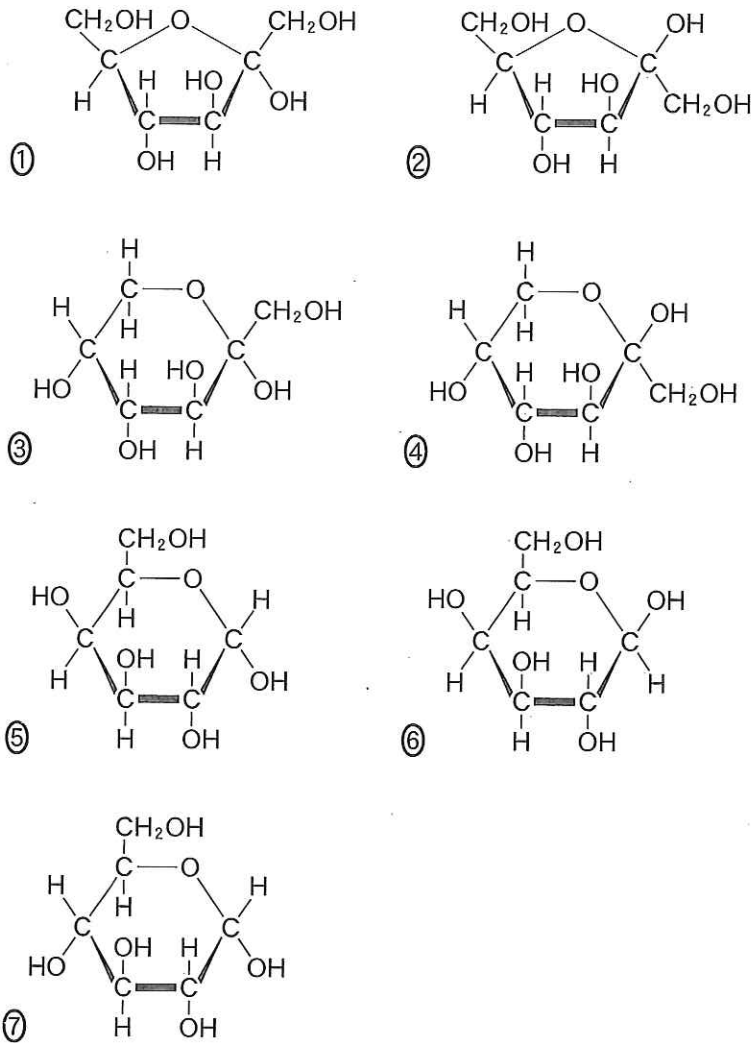
(1) オ として適当なのはどれか、①~⑥から一つ選べ。

- ① 果糖    ② ショ糖    ③ 転化糖    ④ 乳糖    ⑤ 麦芽糖    ⑥ ブドウ糖

(2) カ , ク に適当な官能基の名称はどれか。①~⑨から一つずつ選べ。

- ① アセチル                      ② アミノ                      ③ アルデヒド  
 ④ カルボキシル                ⑤ ジアゾ                      ⑥ チオール  
 ⑦ ニトロ                        ⑧ ヒドロキシ                ⑨ フェノール性ヒドロキシ

(3) キ の構造として適当なのはどれか。①～⑦から一つ選べ。



(4) ケ , チ に適当な反応名はどれか。①～⑨から一つずつ選べ。

- ① 加水分解    ② 還元    ③ 酸化    ④ 脱水縮合    ⑤ 脱離  
 ⑥ 置換    ⑦ 転位    ⑧ 配位    ⑨ 付加

(5) コ サ , シ ス に当てはまる数字をマークせよ。

(6) セ ~ タ に適当な名称はどれか。①～⑨から一つずつ選べ。

- ① アミロース    ② アルドース    ③ スクロース  
 ④ セルロース    ⑤ セロピオース    ⑥ フルクトース  
 ⑦ マルトース    ⑧ ラクトース    ⑨ リボース

Ⅲ 以下に示す金属イオンのうち5種類が含まれた水溶液がある。この溶液に含まれる金属イオンの分析を行った。[解答欄  ~  ]



操作1：溶液に希塩酸を加えると、沈殿1が生じた。ろ過により沈殿1を分離し、分離した沈殿1に水を加え温浴中で加熱したが、沈殿1は溶けなかった。

操作2：沈殿1を分離したろ液に硫化水素を通じると、沈殿2が生じた。この沈殿2をろ過により分離した。

操作3：沈殿2を分離したAろ液を煮沸した。さらに、B硝酸、過剰のアンモニア水を加えると、沈殿3が生成した。ろ過により沈殿3を分離した。

操作4：沈殿3を分離したろ液に硫化水素を通じると、沈殿4が生じた。

操作5：沈殿4を分離した溶液の炎色反応を調べたところ、黄色の炎色反応が観察された。

問1 沈殿1に過剰のアンモニア水を添加したところ、沈殿が溶けた。このときこの沈殿に含まれていた金属イオンは錯イオンとなっている。その錯イオンを①～⑨から一つ選べ。

- |  |  |                                     |
|--|--|-------------------------------------|
| ① $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$           | ② $[\text{Ag}(\text{OH})_4]^{3-}$          | ③ $[\text{Al}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ |
| ④ $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$        | ⑤ $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ | ⑥ $[\text{Fe}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ |
| ⑦ $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ | ⑧ $[\text{Pb}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$        | ⑨ $[\text{Pb}(\text{OH})_4]^{2-}$   |

問2 問1で解答した錯イオンの構造を①～⑥から一つ選べ。

- |         |        |         |
|---------|--------|---------|
| ① 直線形   | ② 正方形  | ③ 正四面体形 |
| ④ 正八面体形 | ⑤ 折れ線形 | ⑥ 三角錐形  |

問3 沈殿2の色を①～⑤から一つ選べ。

- |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| ① 赤 | ② 青 | ③ 黄 | ④ 黒 | ⑤ 白 |
|-----|-----|-----|-----|-----|



問 4 沈殿 2 に濃硝酸を添加し、温浴中で溶かした。この溶液にアンモニア水を添加して、塩基性になると深青色になった。この沈殿 2 の中に存在していた金属元素の単体について説明した文章のうち、正しい説明を①～⑨からすべて選べ。 エ

- ① 水と反応して、水素を発生する。
- ② 塩酸と反応して、水素を発生する。
- ③ 希硝酸と反応して、水素を発生する。溶液は白濁する。
- ④ 希硝酸と反応して、一酸化窒素を発生する。溶液は青色になる。
- ⑤ 濃硝酸と反応して、二酸化窒素を発生する。溶液は緑色になる。
- ⑥ 濃硝酸と反応して、二酸化窒素を発生する。溶液は黄色になる。
- ⑦ 希硫酸と反応して、水素を発生する。溶液は淡緑色になる。
- ⑧ 濃硫酸とは不動態を形成し、反応しない。
- ⑨ 水酸化ナトリウムと反応して、水素を発生する。

問 5 沈殿 3 に過剰の水酸化ナトリウムを添加し、ろ過により沈殿 3-1 とろ液 3-1 を分離した。沈殿 3-1 に希塩酸を加え完全に溶かした。この溶液を 3 つに分け、それぞれに以下の表の溶液を添加した。それぞれの結果を①～⑨から一つずつ選べ。同じ選択肢を複数回選んでも良い。

添加した溶液	結 果
ヘキサシアノ鉄(II)酸カリウム	オ
ヘキサシアノ鉄(III)酸カリウム	カ
チオシアン酸カリウム	キ

- ① 赤褐色沈殿
- ② 血(濃)赤色溶液
- ③ 黄褐色溶液
- ④ 褐色溶液
- ⑤ 緑白色沈殿
- ⑥ 淡緑色溶液
- ⑦ 濃青色沈殿
- ⑧ 青白色沈殿
- ⑨ 変化なし

問 6 操作 3 の下線部 A の煮沸の目的は何か。適切なものを①～⑥から一つ選べ。 ク

- ① 水和水を除くため。
- ② 沈殿を溶かすため。
- ③ 硫化水素を追い出すため。
- ④ 過剰な水を蒸発させるため。
- ⑤ 次の段階で行う反応を早く進めるため。
- ⑥ 沈殿中に含まれる物質を熱分解するため。

問 7 操作 3 の下線部 B の硝酸の役割を①～⑦から一つ選べ。 ケ

- ① 触媒      ② 還元剤      ③ 酸化剤      ④ 乾燥剤  
⑤ 陽極剤      ⑥ 陰極剤      ⑦ 中和剤

問 8 沈殿 4 は白色沈殿であった。この沈殿に含まれる金属元素の性質として正しいものを①～⑥からすべて選べ。 コ

- ① 単体は冷水と容易に反応する。  
② 硫化物は黄色である。  
③ 酸化物は水に溶けないが、強塩基に可溶である。  
④ 水酸化物は水に溶けないが、強酸に可溶である。  
⑤ ハロゲン化物は光で分解される。  
⑥ 硫酸塩は水に溶けず、X 線を遮蔽する。

問 9 操作 5 によって検出されたイオンは何か。①～⑩から一つ選べ。 サ

- ①  $\text{Li}^+$       ②  $\text{Na}^+$       ③  $\text{Al}^{3+}$       ④  $\text{K}^+$       ⑤  $\text{Ca}^{2+}$   
⑥  $\text{Fe}^{3+}$       ⑦  $\text{Cu}^{2+}$       ⑧  $\text{Zn}^{2+}$       ⑨  $\text{Pb}^{2+}$       ⑩  $\text{Ag}^+$