

2017年度

# M<sub>b</sub> 化学問題

## 注意

1. 試験開始の指示があるまでこの問題冊子を開いてはいけません。
2. 解答用紙はすべてHBの黒鉛筆またはHBの黒のシャープペンシルで記入することになっています。HBの黒鉛筆・消しゴムを忘れた人は監督に申し出てください。(万年筆・ボールペン・サインペンなどを使用してはいけません。)
3. この問題冊子は12ページまでとなっています。試験開始後、ただちにページ数を確認してください。なお、問題番号はI～VIIとなっています。
4. 解答用紙にはすでに受験番号が記入されていますので、出席票の受験番号が、あなたの受験票の番号であるかどうかを確認し、出席票の氏名欄に氏名のみを記入してください。なお、出席票は切り離さないでください。
5. 解答は解答用紙の指定された解答欄に記入し、その他の部分には何も書いてはいけません。
6. 解答用紙を折り曲げたり、破ったり、傷つけたりしないように注意してください。
7. 計算には、この問題冊子の余白部分を使ってください。
8. この問題冊子は持ち帰ってください。

### マーク・センス法についての注意

マーク・センス法とは、鉛筆でマークした部分を機械が直接よみとって採点する方法です。

1. マークは、下記の記入例のようにHBの黒鉛筆で枠の中をぬり残さず濃くぬりつぶしてください。
2. 1つのマーク欄には1つしかマークしてはいけません。
3. 訂正する場合は消しゴムでよく消し、消しきずはきれいに取り除いてください。

マーク記入例：

A	1	2	3	4	5
	○	○	●	○	○

 (3と解答する場合)

問題を解くにあたって、必要ならば次の値を用いよ。

気体定数：  $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$

原子量：  $\text{H} = 1.0, \text{C} = 12.0, \text{N} = 14.0, \text{O} = 16.0$

常用対数の値：  $\log_{10} 3.0 = 0.48$

水のイオン積：  $K_w = 1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$

平方根の値：  $\sqrt{5} = 2.2$

I. 次の設問1～7に答えよ。解答は、それぞれに与えられた a～e から1つずつ選び、その記号を解答用紙の所定欄にマークせよ。

1. 次の酸化物のうち、両性酸化物はどれか。

a.  $\text{Al}_2\text{O}_3$       b.  $\text{MgO}$       c.  $\text{P}_4\text{O}_{10}$       d.  $\text{SiO}_2$       e.  $\text{SO}_3$

2. 次のテトラアンミン亜鉛(II)イオンの構造と色の組み合わせとして、正しいものはどれか。

a. 正四面体形・深青色  
b. 正四面体形・無色  
c. 正方形・深青色  
d. 正方形・淡黄色  
e. 正方形・無色

3. 次のうち、極性分子はどれか。

a.  $\text{CCl}_4$       b.  $\text{CO}_2$       c.  $\text{C}_2\text{H}_4$       d.  $\text{CS}_2$       e.  $\text{SO}_2$

4. 次の電池のうち、起電力がもっとも大きいものはどれか。

a.  $(-) \text{Zn} | \text{ZnSO}_4 \text{ aq} | \text{SnSO}_4 \text{ aq} | \text{Sn} (+)$   
b.  $(-) \text{Ni} | \text{NiSO}_4 \text{ aq} | \text{SnSO}_4 \text{ aq} | \text{Sn} (+)$   
c.  $(-) \text{Sn} | \text{SnSO}_4 \text{ aq} | \text{CuSO}_4 \text{ aq} | \text{Cu} (+)$   
d.  $(-) \text{Zn} | \text{ZnSO}_4 \text{ aq} | \text{CuSO}_4 \text{ aq} | \text{Cu} (+)$   
e.  $(-) \text{Zn} | \text{ZnSO}_4 \text{ aq} | \text{SnSO}_4 \text{ aq} | \text{Sn} (+)$

5. 次の反応のうち、置換反応であるものはどれか。
- a. 臭素水にエチレンを反応させると、臭素の赤褐色が消失して1,2-ジブロモエタンが得られる。
  - b. トルエンを中性～塩基性の過マンガン酸カリウム水溶液と共に加熱すると、安息香酸が得られる。
  - c. トルエンを濃硝酸と濃硫酸の混合物と反応させると、*p*-ニトロトルエンが得られる。
  - d. 光照射下でベンゼンを塩素と反応させると、ヘキサクロロシクロヘキサンが得られる。
  - e. フタル酸を加熱すると、無水フタル酸が得られる。
6. 次のアミノ酸のうち、もっとも等電点の大きいものはどれか。
- a. アラニン      b. グルタミン酸      c. シトシン      d. セリン      e. リシン
7. 次のタンパク質に関する記述のうち、正しくないものはどれか。
- a. タンパク質水溶液に、多量の電解質を加えると、タンパク質の溶解性が向上する。
  - b. タンパク質水溶液は、重金属イオン ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$  など) により変性する。
  - c. タンパク質を集合状態で分類すると、球状タンパク質と繊維状タンパク質に分類できる。
  - d. タンパク質水溶液に、薄い水酸化ナトリウム水溶液と硫酸銅(II)水溶液を少量加えると赤紫色を呈する。
  - e. タンパク質水溶液に、水酸化ナトリウムを加えて加熱し、生じる気体に赤色リトマス紙を近づけると青変する。

Ⅱ. 次の文を読み、下記の設問1～3に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

ある弱酸 HA は、式(1)のように電離する。その電離定数は、 $1.0 \times 10^{-5}$  mol/L である。  
また、ある強酸 HX は、式(2)のように水溶液中では完全に電離する。



1. 0.10 mol/L の弱酸 HA の水溶液の pH を求め、その値を有効数字 2 桁でしるせ。
2.  $1.0 \times 10^{-5}$  mol/L の弱酸 HA の水溶液の電離度  $\alpha$  を求め、その値を有効数字 2 桁でしるせ。
3.  $1.0 \times 10^{-7}$  mol/L の強酸 HX の水溶液の水素イオン濃度 [mol/L] を求め、その値を有効数字 2 桁でしるせ。

Ⅲ. 次の文を読み、下記の設問1～3に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

容積が5.0 Lの容器に、無定形炭素(固体) 0.72 gと二酸化炭素 3.96 gを封入し、1000 K、 $2.0 \times 10^5$  Paで反応させ、しばらく放置したところ、次の平衡状態となった。



1. 平衡時の $\text{CO}_2$ および $\text{CO}$ の分圧 [Pa] をそれぞれ求め、有効数字2桁でしるせ。
2. 式(1)における圧平衡定数 $K_p$  [Pa] と濃度平衡定数 $K_c$  [mol/L] をそれぞれ求め、有効数字2桁でしるせ。
3. 温度と体積は一定のまま、少量の無定形炭素をさらに加えたとき、式(1)の平衡はどうなるか。その理由とともに40字以内でしるせ。

IV. 次の文を読み、下記の設問1～3に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

鉄(Ⅱ)イオン  $\text{Fe}^{2+}$  を含む水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると ( イ ) 色の水酸化鉄(Ⅱ)の沈殿が生じる。また、 $\text{Fe}^{2+}$  を含む水溶液にヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸カリウム水溶液を加えると ( ロ ) 色の沈殿が生じる。

一方、鉄(Ⅲ)イオン  $\text{Fe}^{3+}$  を含む水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると ( ハ ) 色の水酸化鉄(Ⅲ)の沈殿が生じる。また、 $\text{Fe}^{3+}$  を含む水溶液にヘキサシアニド鉄(Ⅱ)酸カリウム水溶液を加えると ( ニ ) 色の沈殿が生じる。 $\text{Fe}^{3+}$  を含む塩基性～中性の水溶液に硫化水素を通じると ( ホ ) 色の沈殿が生じる。

1. 文中の空所(イ)～(ホ)それぞれにあてはまるもっとも適当な色を、次の a～g から1つずつ選び、その記号をマークせよ。ただし、同じ記号を複数回選択してもよい。

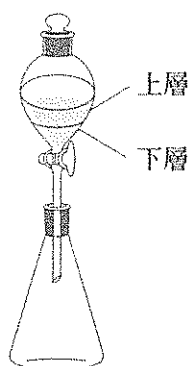
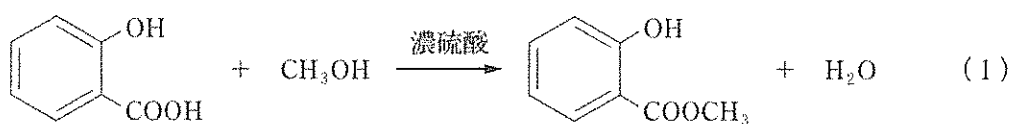
- |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|
| a. 黒  | b. 白  | c. 赤褐 | d. 赤橙 |
| e. 淡黄 | f. 濃青 | g. 緑白 |       |

2. 下線部の沈殿を化学式でしるせ。

3.  $1.0 \times 10^{-3}$  mol/Lの鉄(Ⅲ)イオン  $\text{Fe}^{3+}$  を含む水溶液の pH を 1.0 から徐々に大きくした。そのとき、水酸化鉄(Ⅲ)の沈殿が生成するもっとも小さい pH を求め、その値を有効数字2桁でしるせ。ただし、水酸化鉄(Ⅲ)の溶解度積を  $2.7 \times 10^{-38}$  mol<sup>4</sup>/L<sup>4</sup>とする。

V. 次の文を読み、下記の設問1～5に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

乾いた試験管にサリチル酸 1.38 g とメタノール 3.0 mL (2.4 g) を量り取り、濃硫酸 0.5 mL をゆっくりと加えた。沸騰石を入れて、数分間、穏やかに加熱した。反応溶液を冷却した後、飽和炭酸水素ナトリウム水溶液に少しずつ注ぐと、油状のサリチル酸メチルが遊離した。この混合溶液を分液漏斗に移し、適量のジエチルエーテルを加えて振り混ぜた。分液漏斗を静置すると二層に分離した (図)。水層を取り分けた後、ジエチルエーテル層からサリチル酸メチル 0.92 g を得た。これを (イ) に作用させると (ロ) を呈した。



図

1. 式(1)に示した反応によって生成する水分子中の酸素原子は、サリチル酸とメタノールのどちらに由来するか、その化合物名をしるせ。
2. 文中の下線部について、サリチル酸メチルが含まれている層を、次の a・b から 1 つ選び、その記号をマークせよ。  
a. 上層                      b. 下層

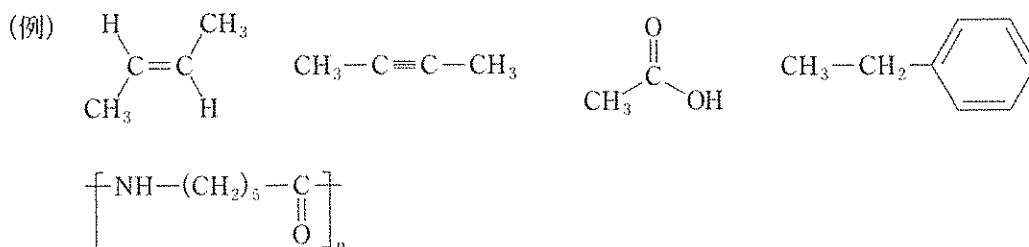
3. 図の水層に、塩酸を酸性になるまで加えると、白色の固体が析出した。この化学変化の反応式を、構造式をつかってしるせ。ただし、構造式は例にならしてしるせ。

4. 文中の空所(イ)・(ロ)にあてはまるもっとも適当な語句を、それぞれに与えられた a～e から1つずつ選び、その記号をマークせよ。

- (イ) a. アンモニア性硝酸銀溶液  
 b. 塩化鉄(Ⅲ)水溶液  
 c. 二クロム酸カリウム硫酸酸性溶液  
 d. フェーリング液  
 e. 硫酸銅(Ⅱ)水溶液

- (ロ) a. 赤紫色  
 b. 黄褐色  
 c. 赤褐色  
 d. 赤橙色  
 e. 淡青色

5. この実験で得られたサリチル酸メチルは、式(1)から理論的に得られる量の何%にあたるか、その値を有効数字2桁でしるせ。





VI. 下記の設問 1～3 に答えよ。ただし、 $25^{\circ}\text{C}$ 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  におけるエチレン、エタン、二酸化炭素、および水の生成熱を、それぞれ  $-52.5 \text{ kJ/mol}$ 、 $83.8 \text{ kJ/mol}$ 、 $394 \text{ kJ/mol}$ 、および  $286 \text{ kJ/mol}$  とし、発熱反応の反応熱は正の値、吸熱反応は負の値とする。

1. 次の反応(1)の反応熱  $Q_1$  [kJ/mol] を求め、その値を有効数字 3 桁でしるせ。

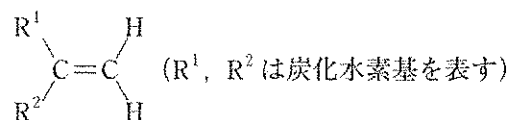


2. エタンの燃焼熱  $Q_2$  [kJ/mol] およびエチレンの燃焼熱  $Q_3$  [kJ/mol] をそれぞれ求め、それらの値を有効数字 3 桁でしるせ。

3. エタンとエチレンだけからなる混合気体を完全燃焼させると、 $1.158 \times 10^4 \text{ kJ}$  の発熱があり、標準状態で  $560 \text{ L}$  の酸素が消費された。このとき、混合気体に含まれていたエタンおよびエチレンの合計の物質質量 [mol] を求め、その値を有効数字 2 桁でしるせ。

VII. 次の文イ～ホを読み、下記の設問1～4に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

イ. アルコールA, B, Cは、分子式 $C_7H_{14}O$ で示され、アルコールA, Bは以下に示す部分構造を持っている。



ロ. アルコールA, B, Cが持つ不斉炭素原子は、それぞれ2個, 1個, 0個である。

ハ. アルコールA, Bのヒドロキシ基を適切な酸化剤を用いて酸化したものは、ヨードホルム反応を示す。

ニ. アルコールA, Bを適切な触媒の存在下に水素で還元すると、同一のアルコールとなる。

ホ. アルコールCのヒドロキシ基は酸化されない。

1. アルコールに関する記述として正しくないものを、次のa～eから1つ選び、その記号をしるせ。

a.  $C_2H_5OH$ には、アルコールとしての異性体はない。

b. 炭素数が同じアルコールの水への溶解度は、ヒドロキシ基の数が多いほど大きくなる。

c. アルコールの融点や沸点は、分子量が同程度の炭化水素に比べて低い。

d.  $130^\circ C$ に熱した濃硫酸にエタノールを加えると、ジエチルエーテルを生じる。

e. 低級アルコールは、ナトリウムと反応して水素を発生する。

2. ヨードホルム反応を呈さない分子を、次のa～eから1つ選び、その記号をしるせ。

a. アセトアルデヒド

b. 乳酸

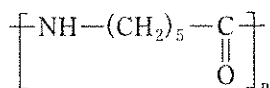
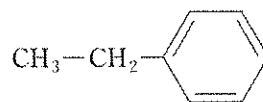
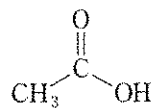
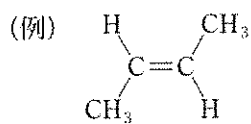
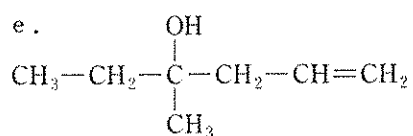
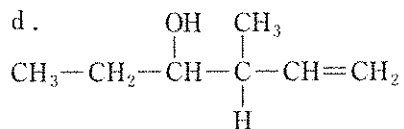
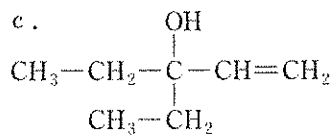
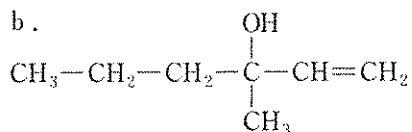
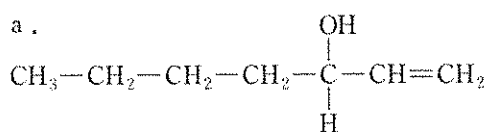
c. 2-ブタノール

d. 2-プロパノール

e. ホルムアルデヒド

3. アルコールA, Bそれぞれの構造式を、例にならってしるせ。なお、不斉炭素原子には記号(\*)をつけよ。

4. アルコールCとしてもっとも適当な構造式を、次のa～eから1つ選び、その記号をしるせ。



【以下余白】