

I a 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～V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： $R=8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$

ファラデー定数： $F=9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

アボガドロ定数： $N_A=6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$

原子量： $\text{H}=1.0, \text{O}=16, \text{Na}=23, \text{S}=32, \text{Cu}=64, \text{Pb}=207$

I . 次の設問 1～6 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. 次の記述のうち、正しくないものはどれか。

- 17 族の元素のうち、原子の電気陰性度が最も大きいものは F である。
- 第 1 周期から第 3 周期までの元素のうち、原子の第 1 イオン化エネルギーが最大のもは He である。
- 第 1 周期から第 3 周期までの元素のうち、常温・常圧で単体が気体のものは 7 種類である。
- 18 族を除く第 3 周期の元素のうち、原子半径が最大のもは Na である。
- 第 1 周期から第 3 周期までの元素のうち、金属元素は 5 種類である。

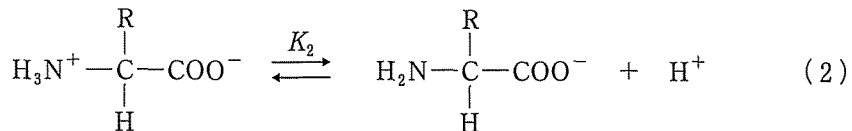
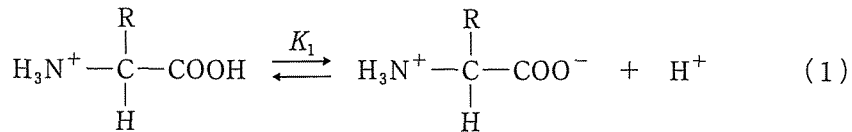
2. 次の記述のうち、正しくないものはどれか。

- 炭酸水素ナトリウムの粉末を加熱し、発生した気体を石灰水に通すと、溶液が白濁する。
- 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を加熱し、発生した気体に濃塩酸を近づけると、白煙が生じる。
- 硫化鉄(II)に希硫酸を加え、発生した気体を硝酸銅(II)水溶液に通すと、黒色沈殿が生じる。
- 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱し、発生した気体を硫酸銅(II)水溶液に通すと、青白色の沈殿が生じる。
- 希硝酸に銅を加え、発生した気体が酸素と反応すると、赤褐色の気体が生じる。

3. トルエンのベンゼン環の水素原子のうち2つを塩素原子で置き換えた化合物は何種類存在するか。
- a. 4種類 b. 5種類 c. 6種類 d. 7種類 e. 8種類
4. 次の分子または錯イオンとその形の組み合わせのうち、正しいものはどれか。
- a. 二酸化炭素・直線形
b. ジアンミン銀(I)イオン・折れ線形
c. テトラアンミン亜鉛(II)イオン・正方形
d. 四塩化炭素・正方形
e. アセチレン・折れ線形
5. 硫酸銅(II)五水和物 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ の結晶 10.00 g をるつぼに入れて加熱したところ、水和水の一部が失われ 7.12 g となった。このとき、 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 1 個あたりから失われた水分子の平均の個数として、もっとも近いものはどれか。
- a. 1個 b. 2個 c. 3個 d. 4個 e. 5個
6. 1種類の高級脂肪酸で構成される油脂 X 17.8 g を、完全にけん化するのに必要な 2.00 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液の最小体積は 30.0 mL である。このとき、油脂 X の分子量として、もっとも適当な数値はどれか。
- a. 712 b. 872 c. 890 d. 948 e. 972

II. 次の文を読み、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。

アミノ酸は、結晶中や水中ではカルボキシ基がアミノ基に水素イオンを与え、分子内に正・負の電荷をもった(イ)を形成する。水溶液中では、式(1)と式(2)のように電離平衡の状態が存在し、陽イオン、(イ)、陰イオンの電荷の総和が0となるpHを等電点という。ここで、式(1)と式(2)の電離定数を、それぞれ K_1 、 K_2 とする。



1. 文中の空所(イ)にあてはまるもっとも適当な語句をしるせ。
2. 水溶液中の陽イオンの濃度をA [mol/L]、陰イオンの濃度をB [mol/L]としたとき、水溶液中の水素イオン濃度 $[\text{H}^+]$ をA、B、 K_1 、 K_2 を用いてしるせ。
3. $K_1 = 1.0 \times 10^{-2}$ mol/L、 $K_2 = 1.0 \times 10^{-9}$ mol/Lであるアミノ酸の等電点を求め、その値を小数第1位までしるせ。
4. 次の記述a～eのうち、正しいものを1つ選び、その記号をマークせよ。
 - a. ニンヒドリン反応は、アミノ酸のカルボキシ基を検出する反応である。
 - b. グリシンは不斉炭素原子をもっているので、鏡像異性体が存在する。
 - c. 2分子のアミノ酸のカルボキシ基どうしの間で脱水縮合して生じた結合を、ペプチド結合という。
 - d. アミノ酸の結晶は、分子量が同程度のカルボン酸やアミンの結晶に比べて、融点が高いものが多い。
 - e. アミノ酸はジエチルエーテルなどの有機溶媒によく溶ける。

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。

水酸化ナトリウム水溶液と塩酸の中和熱を求めるため、次の実験を行った。

実験 A：水 50.0 mL が入った断熱容器に、固体の水酸化ナトリウム 0.50 g を加え、よくかき混ぜながら溶解させ、水溶液の温度変化を測定した。

実験 B：0.25 mol/L の塩酸 50.0 mL が入った断熱容器に、固体の水酸化ナトリウム 0.50 g を加え、よくかき混ぜながら溶解させ、水溶液の温度変化を測定した。

実験 A・B における水溶液の温度はいずれも右図のような変化を示した。ただし、 T_0 は混合前の液温、 T_1 は測定された最高温度、 T_2 は測定された最高温度以降の区間の測定温度を時刻 $t = 0$ に外挿したときの温度を示している。また、実験 A、B から得られた T_0 、 T_1 および T_2 の値は次の表のようであった。

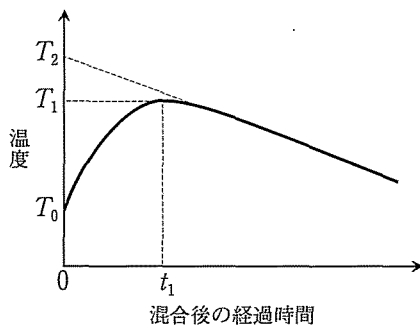


図 1

	T_0 [K]	T_1 [K]	T_2 [K]
実験 A	300.00	301.50	302.00
実験 B	300.00	303.90	304.60

ただし、発生した熱は水溶液と断熱容器の温度を変えるだけに使われたものとする。また、上記の実験 A・B における各水溶液の比熱は $4.2 \text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ 、断熱容器の熱容量 (物質の温度を 1 K 上げるのに必要な熱量) は 80.0 J/K 、水および塩酸の密度は 1.0 g/mL とする。

1. 実験 A で起こる変化の熱化学方程式をしるせ。ただし、熱化学方程式における熱量の数値は有効数字 2 桁でしるせ。
2. 実験 A・B の結果から、水酸化ナトリウム水溶液と塩酸の中和熱 [kJ/mol] を求め、その値を有効数字 2 桁でしるせ。
3. 断熱容器中で水酸化ナトリウム水溶液と塩酸をよくかき混ぜながら混合し、水溶液の温度変化を測定した。この場合も水溶液の温度は図 1 のような変化を示したが、最高温度に達するまでの時間 (t_1) は、実験 B の場合と比べて短かった。その理由について 60 字以内でしるせ。

IV. 次の文を読み、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。

鉛蓄電池では、正極活物質に酸化鉛(IV)、負極活物質に鉛、電解質水溶液に希硫酸が用いられている。正極と負極の間に生じる電圧を(イ)といい、放電前の鉛蓄電池の(イ)は約2.0Vであり、自動車などの電源に用いられる。放電すると両極に白色固体が生じる。長時間放電すると、電解質水溶液の濃度が低下するため、実際には(イ)は徐々に低下する。放電した鉛蓄電池と外部電源を接続して充電すると、繰り返し使用できる。充電を続けて電極が放電前の状態に近づくと、副反応がおこり、酸化鉛(IV)の極板と鉛の極板からそれぞれ気体が発生する。そのため電解質水溶液が減少するので、定期的に水を補充する必要がある。

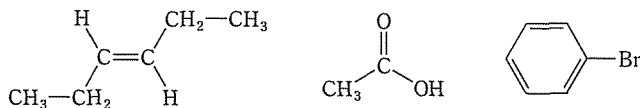
1. 鉛蓄電池を放電したときに正極と負極で起こる反応を、それぞれ電子 e^- を含むイオン反応式でしるせ。
2. 鉛蓄電池を放電したところ、平均2.0Aの電流が9650秒間流れた。このとき、正極と負極の質量はそれぞれ何g増加したか、それらの値を有効数字2桁でしるせ。ただし、生じた白色固体は電極から剥がれ落ちないこととする。
3. 文中の空所(イ)にあてはまる語句をしるせ。
4. 文中の下線部の酸化鉛(IV)の極板と鉛の極板から発生する気体の組み合わせとして正しいものを、次のa～eから1つ選び、その記号をマークせよ。
 - a. 酸化鉛(IV)の極板： O_2 鉛の極板： SO_2
 - b. 酸化鉛(IV)の極板： SO_2 鉛の極板： O_2
 - c. 酸化鉛(IV)の極板： SO_2 鉛の極板： H_2
 - d. 酸化鉛(IV)の極板： H_2 鉛の極板： O_2
 - e. 酸化鉛(IV)の極板： O_2 鉛の極板： H_2

V。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。ただし、構造式は例にならしてしるせ。

触媒を用いてベンゼンとプロペン（プロピレン）を反応させると、ベンゼンの水素原子のうち1つが（イ）基で置換された化合物Aが生成する。化合物Aを酸素で酸化した後に硫酸で分解すると、ベンゼンの水素原子のうち1つが（ロ）基で置換された化合物Bとともに、化合物Cが生成する。化合物Cは酢酸カルシウムを熱分解（乾留）することによっても得られる。化合物Bのナトリウム塩の水溶液に、常温・常圧で二酸化炭素を充分に通じると、化合物Bが遊離する。化合物Bと無水酢酸を反応させると、化合物Bの（ロ）基の水素原子が（ハ）基で置換された化合物Dが生成する。化合物Bと混酸（濃硫酸と濃硝酸の混合物）を反応させると、化合物Bのベンゼン環の水素原子のうち3つが（ニ）基で置換された化合物Eが生成する。

1. 文中の空所(イ)～(ニ)それぞれにあてはまるもっとも適当な置換基名をしるせ。
2. 化合物A, C, D, Eの構造式をそれぞれしるせ。
3. 文中の下線部について、構造式を使ってその化学反応式をしるせ。

(構造式例)



【以下余白】

