

2013年度

H_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8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： $F=9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

原子量： $\text{H}=1.0, \text{C}=12.0, \text{O}=16.0, \text{Cu}=63.6$

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. 次の化合物のうち、水に溶かすと酸性を示すものはどれか。

- a. NaCl b. NH_4Cl c. CH_3COONa
d. Na_2CO_3 e. NaHCO_3

2. 原子量が A である元素の単体は、一辺の長さが a [m] である体心立方格子を単位格子とする結晶で、密度が d [g/m^3] である。アボガドロ数 N を表した式はどれか。

- a. $N = \frac{2da^3}{A}$ b. $N = \frac{2d}{Aa^3}$ c. $N = \frac{2Aa^3}{d}$ d. $N = \frac{2A}{da^3}$ e. $N = \frac{2Ad}{a^3}$

3. 次の記述のうち、その内容が正しくないものはどれか。

- a. コロイド溶液に光束を当てると光の経路が明るく光って見える現象を、チンダル現象という。
b. コロイド溶液を加熱あるいは冷却して流動性を失ったものを、ゲルという。
c. コロイド粒子が半透膜を通過できない性質を利用した分離法を、透析という。
d. コロイド粒子が不規則にふるえるように動いている現象を、ブラウン運動という。
e. 親水コロイドの溶液に多量の電解質を加えると沈殿が生じる現象を、凝析という。

4. 次の分子のうち、無極性分子はどれか。

- a. アンモニア
b. ジクロロメタン
c. 二酸化炭素
d. ホルムアルデヒド
e. 水

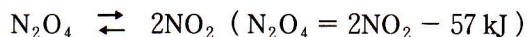
5. 反応の種類と具体例の組み合わせとして、正しくないものはどれか。

- a. 還元反応；トルエンから安息香酸が生成する反応
- b. 酸化反応；2-プロパノールからアセトンが生成する反応
- c. 脱水反応；エタノールからエチレンが生成する反応
- d. 置換反応；ベンゼンと濃硫酸からベンゼンスルホン酸が生成する反応
- e. 付加反応；シクロヘキセンと臭素から 1,2-ジブロモシクロヘキサンが生成する反応

6. 反応速度の説明として、正しくないものはどれか。

- a. 活性化エネルギーが大きいほど、反応速度が大きくなる。
- b. 反応速度定数は、反応の種類だけでなく温度によっても変化する。
- c. 反応速度は、反応物の濃度が大きいほど大きくなる。
- d. 反応速度は、単位時間の反応物の変化量で表される。
- e. 平衡状態では、正反応と逆反応の反応速度は等しい。

7. 温度と体積を変えることができる密閉容器に N_2O_4 を入れ、以下の平衡状態にあるときの説明として、正しくないものはどれか。



- a. 加圧すると、全体の分子数が減少する。
- b. 加圧すると、気体の色はいったん薄くなった後、徐々に濃くなる。
- c. 容器を冷やすと、 NO_2 の分子数が減少する。
- d. 容器を温めると、気体の色が徐々に濃くなる。
- e. 容器を温めると、全体の分子数が増加する。

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。

(イ)と(ロ)はともに工業的に重要な金属である。(イ)にニッケルとクロムを混ぜた合金はステンレス鋼と呼ばれ、さびにくい。(ロ)はすべての金属の中で最大の電気伝導性と熱伝導性を有している。(イ)の単体は希硫酸と反応し気体Aを発生するが、(ロ)の単体は希硫酸とは反応しない。一方、(ロ)の単体は酸化力の強い濃硝酸とは反応し、気体Bを発生する。(イ)の3価の陽イオンを含む水溶液にチオシアン酸カリウム水溶液を加えると血赤色の溶液になる。(ロ)の1価の陽イオンを含む水溶液に、少量のアンモニア水を加えると褐色の沈殿Cが生成し、さらに過剰のアンモニア水を加えると、沈殿Cは錯イオンを生成するため再び溶解し無色の溶液となる。

1. 文中の空所(イ)・(ロ)それぞれにあてはまる元素記号をしるせ。
2. 文中の下線部1)の化学反応式をしるせ。
3. 文中の下線部2)の化学反応式をしるせ。
4. 文中の下線部3)の化学式をしるせ。

Ⅲ. 炭素電極を用いて塩化ナトリウムおよび塩化銅(Ⅱ)の中性水溶液をそれぞれ電気分解した。このとき、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。

1. 電気分解を始めると、どちらの溶液に入れた陽極からも同じ気体が発生した。その気体の化学式をしるせ。
2. 電気分解を始めると、塩化銅(Ⅱ)水溶液に入れた陰極の表面に銅が析出したのに対して、塩化ナトリウム水溶液に入れた陰極の表面にナトリウムは析出しなかった。ナトリウムが析出しない理由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. ナトリウムは水素よりもイオン化傾向が大きいため。
 - b. ナトリウムは析出するが、すぐに水と反応して水素を発生したため。
 - c. ナトリウムは水に対する溶解度が大きいため。
 - d. ナトリウムは電極表面に吸着しにくく、電極からはがれ落ちたため。
 - e. ナトリウムイオンは、水素イオンに比べて還元されやすいため。
3. 塩化銅(Ⅱ)水溶液の電気分解を終了した後、陰極に3.2 gの銅が析出していた。このとき陽極から発生した気体は標準状態で何Lか、有効数字2桁でしるせ。ただし、発生した気体は理想気体とし、水に溶けず、陰極では反応しなかったものとする。
4. 1.0 mol/Lの塩化ナトリウム水溶液100 mLを、1 mAで16分間電気分解した。電気分解後の水溶液のpHとしてもっとも近い値を、次のa～eから1つ選び、その記号をマークせよ。ただし、発生した気体は水溶液のpHに影響を与えないものとし、副反応はなかったものとする。

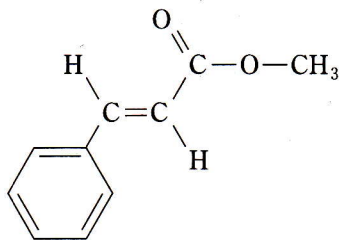
a. 8 b. 9 c. 10 d. 11 e. 12

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。

触媒を用いてアセチレンに水を付加させると、いったん化合物Aが生成するが、化合物Aは不安定であり、すぐに構造異性体の化合物Bになる。化合物Bを酸化して得られる化合物Cをアセチレンに付加させると、合成繊維の原料となる化合物Dを生じる。化合物Bにヨウ素を加え、さらに水酸化ナトリウム水溶液を加えて温めると、特異臭をもつ黄色沈殿が生じる。これは(イ)反応と呼ばれ、化合物Bがもつ(ロ)基に対して起こる反応である。一方、ベンゼンとプロペン(プロピレン)を反応させて化合物Eを合成し、これを酸化した後に希硫酸を加えて分解すると、化合物Fがフェノールとともに得られる。化合物Fも(イ)反応を示す。

1. 化合物A・B・Fの構造式を、例にならってそれぞれしるせ。
2. 化合物Dの名称をしるせ。
3. 文中の空所(イ)・(ロ)それぞれにあてはまるもっとも適当な語句をしるせ。
4. 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。ただし、構造式は例にならってしるせ。

(例)



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。

圧力 1.00×10^5 Pa、温度 27°C に保たれた容積 10.0 L の容器に、体積百分率が不明のエタンを含む混合気体が入っている。なお、混合気体にはエタンを完全燃焼させるのに十分な酸素が含まれており、気体は理想気体として扱うものとする。

1. エタンの物質量が 2.00×10^{-2} mol である場合、この混合気体中のエタンの体積百分率は何%か、有効数字2桁でしるせ。
2. この混合気体中のエタンを完全燃焼させた。エタンの燃焼の化学反応式をしるせ。
3. 完全燃焼の後、容器の温度が 37°C となった。このときの容器の圧力 [Pa] を有効数字2桁でしるせ。ただし、二酸化炭素の水への溶解度ならびに水の体積は無視できるものとする。また、 37°C における水の蒸気圧は 7.3×10^3 Pa とする。

【以下余白】 題意の通り、以下の問いに答えよ。ただし、必要に応じて、適切な式を用いて説明せよ。

V

気体定数 $R = 8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ とする。

エの閉系が平衡状態にあるとき、その温度を T_1 とし、このときエの体積を V_1 とする。エの閉系が平衡状態にあるとき、その温度を T_2 とし、このときエの体積を V_2 とする。エの閉系が平衡状態にあるとき、その温度を T_3 とし、このときエの体積を V_3 とする。

1. 次の図に示すように、エの閉系が平衡状態にあるとき、その温度を T_1 とし、このときエの体積を V_1 とする。エの閉系が平衡状態にあるとき、その温度を T_2 とし、このときエの体積を V_2 とする。エの閉系が平衡状態にあるとき、その温度を T_3 とし、このときエの体積を V_3 とする。

2. この過程でエの閉系が平衡状態にあるとき、その温度を T_1 とし、このときエの体積を V_1 とする。エの閉系が平衡状態にあるとき、その温度を T_2 とし、このときエの体積を V_2 とする。エの閉系が平衡状態にあるとき、その温度を T_3 とし、このときエの体積を V_3 とする。

3. 完全平衡状態にあるとき、その温度を T_1 とし、このときエの体積を V_1 とする。エの閉系が平衡状態にあるとき、その温度を T_2 とし、このときエの体積を V_2 とする。エの閉系が平衡状態にあるとき、その温度を T_3 とし、このときエの体積を V_3 とする。