

# 化 学

## 注 意

1. 問題は全部で10ページである。
2. 解答用紙に氏名・受験番号を忘れずに記入すること。
3. 解答はすべて解答用紙に記入すること。
4. 解答用紙は必ず提出のこと。この問題冊子は提出する必要はない。
5. I の答はマーク・シート解答用紙に記入し、II , III の答は記述式解答用紙に記入すること。
6. 問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離してはいけない。

### マーク・シート記入上の注意

1. HBの黒鉛筆またはシャープペンシルを用いて記入すること。
2. 解答用紙にあらかじめプリントされた受験番号を確認すること。
3. 解答する記号の○を塗りつぶしなさい。○で囲んだり×をつけたりしてはいけない。

解答記入例(解答が1のとき)

1	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9	<input type="radio"/> 0
---	----------------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

4. 一度記入したマークを消す場合は、消しゴムでよく消すこと。×をつけても消したことになる。
5. 解答用紙をよごしたり、折り曲げたりしないこと。

<余 白>

<余 白>

I 次の問1, 問2の答を解答用マーク・シートの指定された欄にマークせよ。

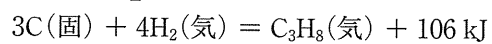
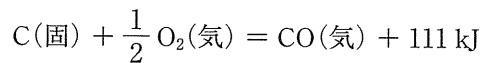
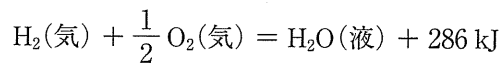
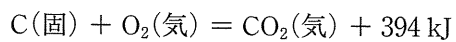
問1 以下の文を読み, 設問(1)~(4)の値を有効数字2桁で求め,  ~  にあてはまる最も適切な数値を, 同じ番号の解答欄にマークせよ。気体はすべて理想気体とし, 気体定数は  $8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$  とする。また,  $27^\circ\text{C}$  における水の蒸気圧は  $3.6 \times 10^3 \text{ Pa}$ , 蒸発熱は  $46 \text{ kJ/mol}$  とする。気体の水への溶解と, 燃焼で生成した水の体積は無視できるものとする。また, 酸素, 二酸化炭素, 一酸化炭素が関与する化学平衡は無視する。容器は反応に関与しないものとする。

プロパンと酸素の混合気体を容積  $8.3 \text{ L}$  の密閉容器に入れたところ,  $27^\circ\text{C}$  で全圧が  $3.6 \times 10^4 \text{ Pa}$  になった。この混合気体を燃焼させたところ, プロパンは全て消失したが, 水とともに, 二酸化炭素と一酸化炭素が生成した。反応後, 容器内の温度を  $27^\circ\text{C}$  に戻したところ, 容器内に水滴が生じていた。生成した水滴の物質量は  $6.8 \times 10^{-2} \text{ mol}$  であった。この時の容器内の酸素の分圧を  $P_1$ , 二酸化炭素の分圧を  $P_2$ , 一酸化炭素の分圧を  $P_3$  とすると,  $P_1 : P_2 : P_3 = 1 : 8 : 2$  であった。

- (1) 容器に入れた物質の全物質量は  .   $\times 10^{-\text{$  mol である。
- (2) 容器に入れたプロパンの物質量は  .   $\times 10^{-\text{$  mol である。
- (3) 反応後の  $27^\circ\text{C}$  における容器内の全圧は  .   $\times 10^{\text{$  Pa である。

- (4) 以下の熱化学方程式を用いて、この燃焼で発生した熱量を計算すると、 $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $1.0 \times 10^5\text{ Pa}$ において  .   $\times 10^{\text{input type="text" value="12"/>$  kJである。

$27\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $1.0 \times 10^5\text{ Pa}$ における熱化学方程式



問 2 以下の文を読み，設問(1)~(4)に答えよ。ただし，食酢は純粋な酢酸水溶液とし，原子量は H 1，C 12，O 16 とする。

シュウ酸二水和物 6.30 g を水に溶解し，(ア)を用いて正確に 200.00 mL とした。(イ)を用いて，この溶液 10.00 mL を正確に量りとり(ウ)に入れ，pH 指示薬を加えた。濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液を(エ)に入れ滴定を行ったところ，25.00 mL で中和点となった。

次に，食酢を水で 10 倍に希釈した溶液を正確に 10.00 mL とり，指示薬を加え同じ水酸化ナトリウム水溶液を用いて滴定を行ったところ，中和点まで 5.00 mL 要した。

(1) (ア)~(エ)に当てはまる最も適切な実験器具の名称とイラストを解答群 A および解答群 B からそれぞれ選び，同じ番号の解答欄にマークせよ。

実験器具	A 群	B 群
ア	13	14
イ	15	16
ウ	17	18
エ	19	20

(2) 下線③の指示薬として最も適切な指示薬を解答群 C から選び，同じ番号の解答欄にマークせよ。また，水溶液が酸性から塩基性にかわる際，その指示薬の色の変化として適切なものを解答群から選び，同じ番号の解答欄にマークせよ。

指示薬  色の変化

(3) 下線①の濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液の濃度を有効数字 2 桁で求め，次の形式で示せ。

.   $\times 10^{-\text{$  mol/L

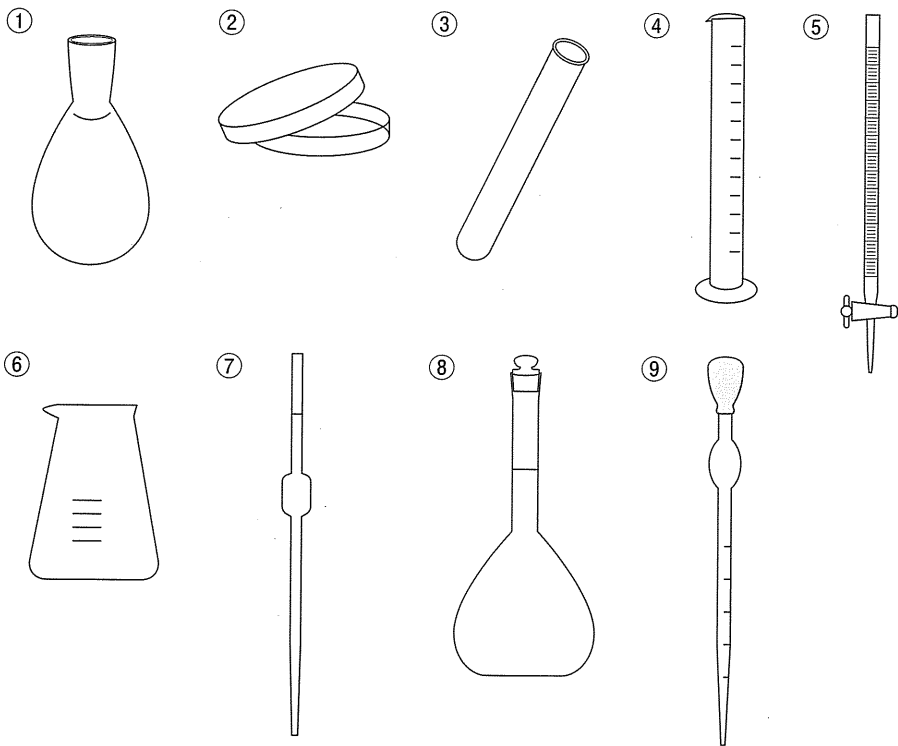
(4) 下線②の食酢中の酢酸の質量パーセント濃度を有効数字2桁で求め、次の形式で示せ。ただし、食酢の密度は  $1.00 \text{ g/cm}^3$  とする。

.   $\times 10$   %

解答群 A

- |            |           |          |
|------------|-----------|----------|
| ① コニカルビーカー | ② ビュレット   | ③ 駒込ピペット |
| ④ ホールピペット  | ⑤ シャーレ    | ⑥ 試験管    |
| ⑦ メスフラスコ   | ⑧ メスシリンダー | ⑨ ナスフラスコ |

解答群 B



解答群 C

- |           |              |
|-----------|--------------|
| ① メチルオレンジ | ② フェノールフタレイン |
|-----------|--------------|

- |          |          |          |
|----------|----------|----------|
| ① 赤色から黄色 | ② 黄色から赤色 | ③ 青色から黄色 |
| ④ 黄色から青色 | ⑤ 無色から赤色 | ⑥ 赤色から無色 |

II

周期表の14族元素に関して、以下の文を読み設問(1)~(9)に答えよ。ただし、原子量はH 1, O 16, S 32, Pb 207, ファラデー定数を  $9.65 \times 10^4$  C/mol, アボガドロ定数を  $6.02 \times 10^{23}$  /mol とする。

第2周期の元素の単体で、各原子が隣接する4個の原子と(ア)で結びついて正四面体をつくり、それを基本単位として立体構造を形成する結晶構造をとるものがある。また、この原子が隣接する(イ)個の原子と結合することで正六角形を基本単位とする平面構造をつくり、平面構造どうしは(ウ)で積み重なり層状の結晶構造をとることもある。

第5周期、第6周期のSnとPbはいずれも(エ)個の価電子を持つ。Pbの酸化物である $Pb_3O_4$ と $PbO_2$ の色は、それぞれ(オ)と(カ)であり、古くから顔料として使用されてきた。Pbと $PbO_2$ は鉛蓄電池の電極としても用いられる。

(1) ア, ウにあてはまる最も適切な語句を(a)~(e)から選び記号で答えよ。

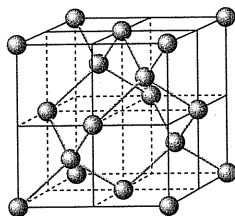
- (a) イオン結合                      (b) ファンデルワールス力  
(c) 金属結合                        (d) 共有結合                      (e) 水素結合

(2) イ, エにあてはまる最も適した数字を答えよ。

(3) オ, カにあてはまる最も適した色を(a)~(f)から選び記号で答えよ。

- (a) 緑色    (b) 褐色    (c) 白色    (d) 赤色    (e) 青色    (f) 黄色

(4) 下線(A)の結晶構造の単位格子を下に示す。この単位格子に存在している原子の数を数字で答えよ。

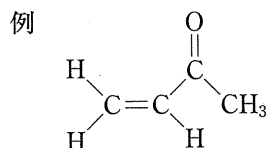


(5) 下線(A)の結晶構造において、結晶の密度を  $d$  [g/cm<sup>3</sup>], 単位格子の1辺の長さを  $a$  [cm], 原子のモル質量を  $m$  [g/mol] としたとき、アボガドロ定数を  $d, a, m$  で表したものを答えよ。



- (6) 第3周期の14族元素の元素記号を答えよ。
- (7) 第3周期の14族元素の二酸化物は、フッ化水素酸とよばれる弱酸に溶解する。この化学反応の化学反応式を示せ。
- (8) 鉛蓄電池は充放電が可能な電池で、電解液として希硫酸を用いる。放電時の(a)正極と(b)負極で生じる化学反応を、 $e^-$ を含むイオン反応式で示せ。
- (9) 質量パーセント濃度が30.0%の希硫酸400gを入れた鉛蓄電池を放電した後、外部電源で充電して元に戻すのに15Aの電流を16分5秒間流す必要があった。放電後の(a)硫酸の質量パーセント濃度[%]、(b)正極の質量変化量[g]、(c)負極の質量変化量[g]を有効数字2桁で求めよ。質量変化量は増加の場合は+を、減少の場合は-を数字の前につけること。

III 次の問の答を解答欄に記入せよ。ただし、構造式は下の例にならって示せ。



問 分子式  $C_4H_8O$  で表される鎖状脂肪族化合物 **A**～**G**がある。**A**～**G**に関する下記の(a)～(d)の文を読み、以下の設問(1)～(3)に答えよ。ただし、炭素-炭素二重結合の炭素原子に直接ヒドロキシ基が結合した構造は不安定であり、そのような化合物は安定に存在できないものとする。

- (a) **A**～**D**は金属ナトリウムと反応させると水素を発生した。
  - (b) **E**と**G**はフェーリング液との反応により赤色沈殿を生成した。
  - (c) **A**～**D**に白金を触媒として水素を反応させたのち、それぞれを穏やかに酸化すると、**A**からは**F**が得られ、**B**からは**G**が得られ、**C**と**D**からは共に**E**が得られた。
  - (d) **A**～**C**にはシス-トランス異性体は存在しないが、**D**にはシス-トランス異性体が存在する。
- (1) **A**～**G**の構造式を示せ。**D**についてはシス異性体、トランス異性体の両方を示せ(順不同)。
  - (2) **A**～**G**の中で、不斉炭素原子が存在する化合物の記号を全て記せ。
  - (3) **G**を酸化して得られる弱酸性の生成物を、**A**と脱水縮合反応させると化合物**H**が生成した。**H**の構造式を示せ。

<余 白>

