

# 化 学

## 注 意

1. 問題は全部で12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。

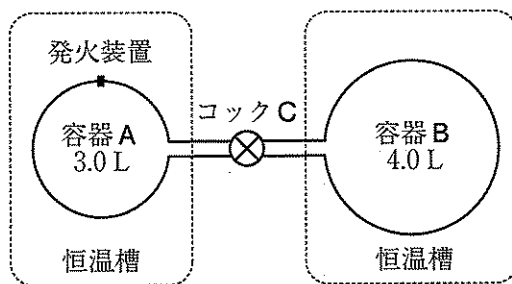
<余 白>

<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,  ~  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。ただし, 気体はすべて理想気体とし, 液体の体積および液体に対する気体の溶解は無視できるとする。気体定数は  $8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ , 水の飽和蒸気圧は  $27^\circ\text{C}$  で  $3.6 \times 10^3 \text{ Pa}$ ,  $127^\circ\text{C}$  で  $2.5 \times 10^5 \text{ Pa}$  とする。原子量は, H 1.0, O 16.0 とする。

図のようにコックCによって連結された耐圧密閉容器A, Bがある。容器A, 容器Bの内容積はそれぞれ3.0 L, 4.0 Lであり, それぞれ別の恒温槽に入っているため独立に温度を設定できる。また, 容器A内には発火装置が内蔵されている。ここで, 容器以外の連結部の内容積および発火装置の体積は無視でき, 温度変化によって容器の内容積は変化しないものとする。さらに, 容器内の気体の反応によって容器は破損しないものとする。この実験装置を用いて, 次の4つの実験を順に行った。



実験1: コックCを閉じた状態で, 容器Aに水素0.56 g, 容器Bに酸素9.6 gを入れた後, コックCを開け,  $27^\circ\text{C}$  に保った。十分に長い時間が経過すると, 容器A, 容器B内の混合気体の組成は同一となり, 圧力も等しくなった(状態1)。

実験2：状態1から、容器Aを27℃に保ち、容器Bの温度のみを127℃に上げた。十分に長い時間が経過すると、容器A、容器B内の圧力は等しくなった(状態2)。

実験3：状態2において、容器A内の発火装置を用いて、容器Aと容器B中の混合気体(水素と酸素)を反応させた。容器Aを27℃に、容器Bを127℃に保ち、十分に長い時間が経過した後に調べたところ、容器内に水素は残っておらず、一方の容器内に水滴が生じていた(状態3)。

実験4：状態3から、容器Bの温度を27℃に下げ、容器A、容器Bともに27℃に保った。十分に長い時間が経過すると、容器A、容器B内の圧力は等しくなった(状態4)。

(1) 状態1における水素の分圧を有効数字2桁で求めると、

.   $\times 10^{\text{$  Paとなる。

(2) 状態2における容器内の全圧を有効数字2桁で求めると、

.   $\times 10^{\text{$  Paとなる。

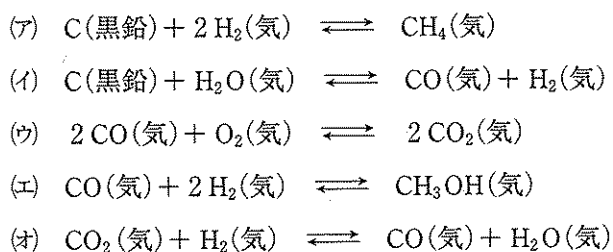
(3) 状態3における容器内の全圧を有効数字2桁で求めると、

.   $\times 10^{\text{$  Paとなる。

(4) 状態4において、液体として存在する水の物質量を有効数字2桁で求めると、

.   $\times 10^{-\text{$  molとなる。

問 2 可逆反応(ア)~(オ)は、平衡状態に達している。これらの反応について述べた文(1)~(5)の  ~  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。ただし、個々の体積可変の密閉反応容器内において各反応式で表される反応のみが単独で起こり、他の反応は起こらないものとする。また、圧力による固体の体積変化は無視できるものとし、気体は理想気体としてふるまい、凝縮しないものとする。必要であれば、下表の気体の生成熱の値を用いること。



- (1) 温度一定で反応容器を圧縮して圧力を上げると、平衡が右に移動する反応はいくつあるか。
- (2) 圧力一定で温度を上げると、平衡が左に移動する反応はいくつあるか。
- (3) 圧力および温度一定で反応容器に Ar(気)を加えると、平衡が右に移動する反応はいくつあるか。
- (4) 体積および温度一定で反応容器に CO(気)を加えると、平衡が右に移動する反応はいくつあるか。
- (5) 体積および温度一定で反応容器に Ar(気)を加えても、平衡が移動しない反応はいくつあるか。

表 気体の生成熱 (kJ/mol)

CO(気)	CO <sub>2</sub> (気)	CH <sub>4</sub> (気)	H <sub>2</sub> O(気)	CH <sub>3</sub> OH(気)
111	394	75	242	201

<余 白>

II 次の問1, 問2の答を解答欄に記入せよ。

問1 以下の文を読み, 設問(1)~(5)に答えよ。

塩化鉄(III)の水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を添加したところ, 赤褐色の沈殿Aが生成した。また, 得られた沈殿Aを加熱したところ, 赤さびともよばれる化合物Bが得られた。

化合物Bは赤鉄鉱に成分として含まれ, 鉄を工業的に製造する時の原料となる。鉄の製法は次の通りである。溶鉱炉にコークス, 赤鉄鉱などの鉄鉱石, 石灰石を入れて熱風を吹き込む。その結果, コークスが燃焼して生じる気体Cが化合物Bを還元し, 鉄が作られる。この時得られる鉄は銑鉄と呼ばれ,  を約4%を含み, かたくてもろい。

(1) 下線部①の塩化鉄(III)に関する記述で正しいものを次のア~オの中からすべて選び, 記号で答えよ。

- ア 塩化鉄(III)は, 塩化鉄(II)の水溶液に塩素を通じることで得られる。
- イ 塩化鉄(III)の黄色い水溶液にチオシアン酸カリウム水溶液を加えても, 水溶液の色は変化しない。
- ウ 塩化鉄(III)の濃い水溶液を沸騰水中に滴下すると, 分散コロイドが得られる。
- エ アセチルサリチル酸は塩化鉄(III)水溶液によって赤紫色を呈する。
- オ 塩化鉄(III)の水溶液に酸性条件下で硫化水素を通じると黒色沈殿が生成する。

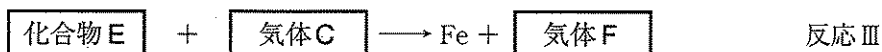
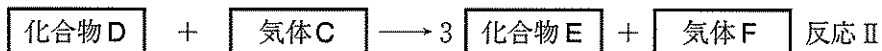
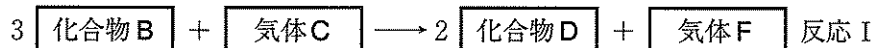
(2) 沈殿Aの化学式を記せ。

(3) 下線部②で進行した反応の化学反応式を記せ。

(4)  に入る最も適切な物質の元素記号を記せ。



- (5) 下線部③は、化合物Bから鉄(銑鉄)が生じる反応を示したものである。  
この反応では下に示した三つの化学反応(反応I, II, III)が、段階的に進行して鉄(銑鉄)が生成する。気体C, 化合物D, 化合物E, 気体Fにあてはまる最も適切な化合物の化学式をそれぞれ解答欄C, D, E, Fに記せ。なお、化学反応式中の各化合物の前の数値は係数を示している。



問 2 以下の文を読み、設問(1)~(4)の答を解答欄に記入せよ。ただし、原子量は、H 1.0, C 12.0, O 16.0, Na 23.0 とする。

炭酸ナトリウムと炭酸水素ナトリウムの混合水溶液 150 mL を取り、指示薬としてフェノールフタレインを用いて 1.0 mol/L の塩酸で滴定した。この塩酸を 45 mL 加えたところで溶液の赤色が消えた。<sup>①</sup>次に指示薬としてメチルオレンジを用いてこの塩酸による滴定を続けたところ、塩酸をさらに 75 mL 加えたところで変色した。<sup>②</sup>

- (1) 下線①をむかえたときに反応が完了する化学反応式を示せ。
- (2) 下線②をむかえたときに反応が完了する化学反応式を示せ。
- (3) 下線②の変色に関して最も正しい変化を次の(a)~(g)の中から一つ選び記号で答えよ。
  - (a) 淡青色→淡赤色
  - (b) 赤褐色→黒色
  - (c) 赤色→黄色
  - (d) 赤色→淡緑色
  - (e) 黄色→赤色
  - (f) 黄色→淡青色
  - (g) 黄色→淡緑色
- (4) 最初にこの溶液 150 mL に含まれていた(A)炭酸ナトリウムと(B)炭酸水素ナトリウムの質量(g)を有効数字 2 桁で求め、それぞれ解答欄 A と B に記せ。

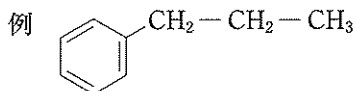
<余 白>

Ⅲ 以下の文を読み、設問(1)～(4)の答を解答欄に記入せよ。ただし、原子量はそれぞれ H 1.0, C 12.0, O 16.0, Br 80.0 とする。

炭素、水素、酸素よりなる分子量 238 のエステル A がある。元素分析による A の成分元素の質量組成は炭素 80.7 %、水素 5.9 % であった。水酸化ナトリウム水溶液を用いて A の加水分解を行った。この水溶液にエーテルを加えて抽出を行ったが、エーテル層からは加水分解による生成物は得られなかった。水層を希塩酸によって酸性にした後に、再度エーテルを加えて抽出を行うと、化合物 B と化合物 C が得られた。B はベンゼンの一置換体であり、幾何異性体は存在しない。C はベンゼンの二置換体であった。

トルエンに濃硫酸と濃硝酸の混合物を加えて反応させるとベンゼンの二置換体である化合物 D が得られた。D をスズと塩酸を用いて反応させた後に、中和すると化合物 E が得られた。氷水を用いて冷却しながら、E を塩酸と亜硝酸ナトリウムと反応させた後に、この水溶液に水を加えて温めると C が得られた。C と十分な量の臭素水を反応させると、ベンゼン環の水素原子が臭素原子に置換する反応が進行し、化合物 F が得られた。F の分子量は C の 3.2 倍であった。F に対して、ベンゼン環に置換した臭素原子の位置のみが異なる構造異性体は、F を含めて二種類のみである。

- (1) 化合物 A の分子式を記せ。
- (2) 化合物 A ～ E の構造式を例にならって示せ。



- (3) ①～③の条件をすべてみたす化合物 B の構造異性体の構造式をすべて示せ。  
構造式は幾何異性体がわかるように示すこと。
  - ① ベンゼンの一置換体である。
  - ② B が有する官能基と同じ官能基を持つ。
  - ③ 幾何異性体が存在する。
- (4) ①と②の条件をすべてみたす化合物 B の構造異性体の構造式をすべて示せ。
  - ① ベンゼンの二置換体である。
  - ② B が有する官能基と同じ官能基がベンゼン環に直接置換している。

<余 白>