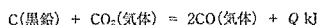


第 1 問 黒鉛と二酸化炭素 (気体) から一酸化炭素 (気体) を生成する反応は可逆反応であり、熱化学方程式は次のように表される。



下の問い (問 1~4) に答えよ。

(気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$, $0 \text{ K} = -273 \text{ }^\circ\text{C}$ とする)

問 1 二酸化炭素 (気体) および一酸化炭素 (気体) の生成熱がそれぞれ 394 kJ/mol , 111 kJ/mol であるとき、反応熱を求めよ。

問 2 この可逆反応の平衡定数 K_c を単位を付けて書け。

問 3 この反応が密閉容器内で平衡状態にあるとき、次の(A)~(D)の操作を行った。平衡が右に移動する場合には○、左に移動する場合には△、移動しない場合には×を記せ。なお、平衡の移動によって生じる反応熱は無視できるものとする。

- (A) 温度を上げる。
- (B) 圧力を高くする。
- (C) 体積を一定に保ちながらアルゴンを加える。
- (D) 全圧を一定に保ちながらアルゴンを加える。

問 4 二酸化炭素 0.100 mol を容積 5.00 L の密閉容器に入れ、黒鉛を加えて $727 \text{ }^\circ\text{C}$ で反応させたところ、全圧が 210 kPa となったところで平衡に達した。このときの二酸化炭素の物質量を求めよ。(小数点以下第 4 位を四捨五入して、小数点以下第 3 位まで求めよ)

第 3 問 次の文章を読み、下の問い (問 1~5) に答えよ。

(原子量は $H = 1.00$, $C = 12.0$, $O = 16.0$, $Na = 23.0$, $S = 32.0$, $Cu = 63.5$ とする)

スチレン 9.36 g と *p*-ジビニルベンゼン 1.30 g を完全に共重合させたところ、立体網目構造をもち水に不溶性合成樹脂 A (平均分子量 1.00×10^4 、以下樹脂 A とする) が得られた。この樹脂 A に濃硫酸を作用させてスルホ基を付けた樹脂 B は、水溶液中の (ア) を捕捉する (ア) 交換樹脂としてはたらく。一方、樹脂 A に $-CH_2-N^+(CH_3)_3OH^-$ のような基を付けた樹脂 C は、水溶液中の (イ) を捕捉する (イ) 交換樹脂としてはたらく。塩化ナトリウム水溶液を、樹脂 B を詰めた円筒 (カラム) に通じると (ウ) が流出し、樹脂 C を詰めたカラムに通じると (エ) 水溶液が流出する。また、樹脂 B と樹脂 C の混合物を詰めたカラムに食塩水を通じると (オ) が流出する。

問 1 (ア) ~ (オ) に最も適当な語句を入れよ。

問 2 樹脂 A を得るために用いたスチレンと *p*-ジビニルベンゼンの物質量を整数値で求めよ。

問 3 1 分子の樹脂 A には何個のスチレン単量体が含まれているか求めよ。(小数点以下を四捨五入して整数値で答えよ)

問 4 下線について、 114 g の樹脂 A から 150 g の樹脂 B を得た。スルホン化はベンゼン環 1 個につき 1 か所だけ生じないと仮定した場合、樹脂 A に含まれる全ベンゼン環のうちの何%がスルホン化されたか求めよ。(小数点以下を四捨五入して整数値で答えよ)

問 5 樹脂 B を詰めたカラムに濃度未知の硫酸銅(II)水溶液 10.0 mL を通じたのち、よく水洗いして流出液を全て回収した。この流出液を 0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ 40.0 mL を要した。この硫酸銅(II)水溶液のモル濃度を求めよ。

第 2 問 酸化カルシウム、炭酸ナトリウム、銀、鉄、銅を含む混合粉末について、以下の実験 1~6 を行った。下の問い (問 1~7) に答えよ。

実験 1 混合粉末に希硝酸を少しずつ滴下し激しい泡だちが収まったのち、さらに希硝酸を加え弱火で熱したところ、赤褐色の気体が発生し混合粉末はすべて溶解し溶液(A)を得た。

実験 2 溶液(A)を水で薄め、よくかき混ぜながら希塩酸を加え、生成した沈殿(B)をろ過し、ろ液(C)を得た。

実験 3 ろ液(C)に少量の希塩酸を加えても沈殿が生成しないことを確認したのち、硫化水素を通じ生成した沈殿(D)をろ過し、ろ液(E)を得た。

実験 4 ろ液(E)を煮沸して硫化水素を追い出したのち、臭素水を加え加熱し溶液(F)を得た。

実験 5 溶液(F)にアンモニア水を加え塩基性としたのち加熱し、生成した沈殿(G)をろ過し、ろ液(H)を得た。

実験 6 ろ液(H)に炭酸アンモニウム水溶液を加えゆっくり温めたのち、生成した沈殿(I)をろ過し、ろ液(J)を得た。

問 1 実験 1 では 4 種類の気体が発生する。発生したすべての気体を化学式で書け。

問 2 実験 4 の操作で溶液中のある金属イオンのイオンの価数が変化する。この金属イオンの変化をイオン式で書け。

問 3 実験 5 における沈殿の生成反応をイオン反応式で書け。

問 4 沈殿(B)を化学式で書け。

問 5 沈殿(D)を化学式で書け。

問 6 沈殿(I)を化学式で書け。

問 7 ろ液(J)に残っている金属イオンをイオン式で書け。

第 4 問 次の文章を読み、下の問い (問 1~4) に答えよ。

(原子量は $H = 1.00$, $C = 12.0$, $O = 16.0$, $Na = 23.0$, $S = 32.0$ とする)

ベンゼンにプロペンを付加させると (ア) が生じる。(ア) を酸化して硫酸で分解するとフェノールと (イ) が得られる。フェノールを水酸化ナトリウム水溶液に加えると (ウ) が生じる。(ウ) を高温高压で二酸化炭素と反応させると (エ) が生じ、これに硫酸を加えるとサリチル酸が得られる。サリチル酸は、ベンゼン環に (オ) 基をもつため塩化鉄(III)水溶液で赤紫色を呈し、(カ) 基と (キ) の位置でベンゼン環に結合した化合物である。サリチル酸に無水酢酸と濃硫酸を加えて反応させると、(ク) 化によりアセチルサリチル酸が得られる。アセチルサリチル酸は、解熱鎮痛剤の内服薬として (ケ) ともよばれる。また、サリチル酸にメタノールと濃硫酸を加えて反応させると、消炎鎮痛剤として用いられる (コ) が得られる。

問 1 (ア) ~ (コ) に最も適当な語句などを入れよ。

問 2 フェノールとサリチル酸について、フェノールとサリチル酸の両方にあてはまるものと、サリチル酸だけにあてはまるものを、それぞれ下の(A)~(F)からすべて選んで記号で答えよ。ただし、あてはまるものがない場合は「なし」と答えよ。

- (A) 水によく溶ける。
- (B) 水溶液は弱塩基性である。
- (C) 水溶液は弱酸性である。
- (D) 炭酸水素ナトリウム水溶液に溶ける。
- (E) ビウレット反応を示す。
- (F) さらに粉水溶液で赤色を呈する。

問 3 フェノールと同様な芳香族置換反応の配向性を示す化合物を下の(A)~(F)からすべて選んで記号で答えよ。ただし、あてはまるものがない場合は「なし」と答えよ。

- (A) トルエン
- (B) ニトロベンゼン
- (C) 安息香酸
- (D) アニリン
- (E) ベンゼンスルホン酸
- (F) クロロベンゼン

問 4 下線の反応でアセチルサリチル酸を合成した。合成したアセチルサリチル酸を乾燥後、 0.400 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 10.0 mL に全量を溶解して 10 分間穏やかに加熱した。その溶液にフェノールフタレイン溶液を数滴加え、ビュレットで 0.100 mol/L の硫酸を滴下して中和滴定を行ったところ、硫酸 8.00 mL を加えたところで終点となった。この結果から、合成されたアセチルサリチル酸の質量は何 g か求めよ。ただし、(オ) 基の中和反応と水酸化ナトリウム水溶液に溶解する二酸化炭素の量は、実験上無視できるものとする。