

2012年度

S① (CEMIT)

# 化 学

## 注 意

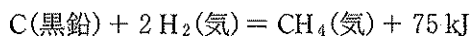
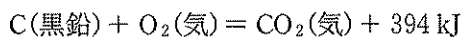
1. 問題は全部で5ページである。
2. 解答用紙に氏名・受験番号を忘れずに記入すること。
3. 解答はすべて解答用紙に記入すること。
4. 解答用紙は必ず提出のこと。この問題冊子は提出する必要はない。

マーク・シート記入上の注意については、この問題冊子の裏表紙に記載されているので試験開始までに確認すること。ただし、冊子は開かないこと。

**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)~(3)に答えよ。答は有効数字2桁でマーク・シートの解答欄にマークせよ。ただし、気体はすべて理想気体とする。原子量はそれぞれH 1.0, C 12.0, O 16.0とする。

メタン  $\text{CH}_4$  とプロパン  $\text{C}_3\text{H}_8$  の混合気体がある。この混合気体の密度は標準状態で  $1.00 \text{ g/L}$  である。この混合気体  $10 \text{ g}$  を完全燃焼させると  $533 \text{ kJ}$  の熱が発生した。この結果と、次の熱化学方程式を利用することでプロパンの燃焼熱を求めることができる。



- (1) 混合気体中のメタンのモル分率を求めよ。
- (2) メタンの燃焼熱 ( $\text{kJ/mol}$ ) を求めよ。
- (3) プロパンの燃焼熱 ( $\text{kJ/mol}$ ) を求めよ。

問 2 以下の文を読み、設問(1)~(4)に答えよ。答は有効数字2桁でマーク・シート  
の解答欄にマークせよ。酸素は  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  のときに、 $27^\circ\text{C}$  の水 1 L に  
 $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$ 、 $57^\circ\text{C}$  の水 1 L に  $9.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$  溶けるものとする。窒素  
は  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  のときに、 $57^\circ\text{C}$  の水 1 L に  $5.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$  溶けるものとす  
る。気体定数は  $8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$  とする。ただし、気体はすべて理  
想気体とし、気体の溶解度と圧力の間にはヘンリーの法則が成り立つものと  
する。気体の水への溶解に伴う水の体積変化、および温度変化に伴う水の体  
積変化、水の蒸気圧は無視できるものとする。また、容器の体積は変化しな  
いものとする。

容積が 1.1 L の容器に水 1 L と酸素を入れた。容器を密閉したまま  $27^\circ\text{C}$   
に保ち、十分に長い時間静かに放置すると、容器内の圧力は  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$   
で一定となった。次に、容器内の温度を  $57^\circ\text{C}$  まで昇温させ、十分に長い時  
間静かに放置すると、容器内の圧力は再び一定となった。その後、温度を  
 $57^\circ\text{C}$  に保ったまま容器内に  $4.2 \times 10^{-3} \text{ mol}$  の窒素を加えた。この時、容器  
内の酸素や水は容器の外に出ないものとする。十分に長い時間静かに放置す  
ると、容器内の圧力は再び一定となった。

- (1) 下線①の状態において、容器内の水に溶けている酸素の物質量を求めよ。
- (2) 下線①の状態において、容器内に気体として存在する酸素の物質量を求めよ。
- (3) 下線②の状態において、容器内の圧力(Pa)を求めよ。
- (4) 下線③の状態において、容器内の圧力(Pa)を求めよ。

II 次の問 1, 問 2 の答を解答欄に記入せよ。

問 1 次の文を読み, 以下の設問(1)~(4)に答えよ。

飽和炭化水素であるシクロアルカン A  $5.00 \times 10^{-4}$  mol を完全燃焼させ, 生成した気体を十分に乾燥させた。この気体を  $1.00 \times 10^{-1}$  mol/L の水酸化バリウム水溶液 100.0 mL に完全に吸収させたところ, 沈殿が生じた。十分に時間がたった後, この溶液の上澄み 10.0 mL をとり,  $5.00 \times 10^{-2}$  mol/L の塩酸で滴定したところ, 中和するのに 32.0 mL を要した。ただし, 原子量は H 1, C 12, O 16, Ba 137 とする。

- (1) 下線(b)の沈殿が生成する反応の化学反応式を示せ。
- (2) 下線(a)の気体の質量(g)を求め, 有効数字 2 桁で記せ。
- (3) シクロアルカン A の分子式を示せ。
- (4) (3)で求めた分子式を有する構造異性体はいくつあるか答えよ。

問 2 次の文を読み、以下の設問(1)~(3)に答えよ。

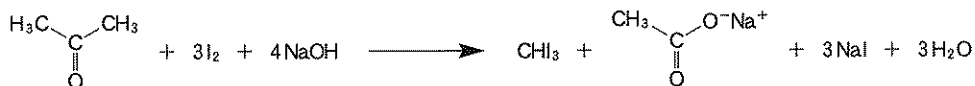
並列に接続された電解槽 A と電解槽 B 中の溶液を、陽極、陰極ともに白金電極を用いて電気分解した。電解槽 A には硫酸銅水溶液、電解槽 B には水酸化ナトリウム水溶液が入っている。全電流(電解槽 A と B に流れた電流の和)1.0 アンペアを 1.0 分間流したところ、どちらの電解槽からも気体が発生し、電解槽 A の陰極に金属が析出した。また、電解槽 B から発生した気体の体積は、電解槽 A から発生した気体の体積の 2.0 倍であった。ただし、電解槽 A の陰極からの気体発生はなく、また発生した気体は溶液には溶解しないものとする。原子量は H 1, O 16, Na 23, Cu 64 とし、ファラデー定数は  $9.6 \times 10^4 \text{ C/mol}$  とする。

- (1) それぞれの電解槽の電極で起こっている反応のイオン反応式を示せ。ただし、電解槽 A の陽極の反応は解答欄の㉓に、陰極の反応は㉔に、電解槽 B の陽極の反応は㉕に、陰極の反応は㉖に記入せよ。
- (2) 電解槽 A に流れた電気量は、電解槽 B に流れた電気量の何倍か。有効数字 2 桁で記せ。
- (3) 電解槽 A の陰極に析出した金属の質量(g)を求め、有効数字 2 桁で記せ。

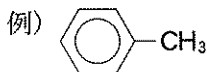
Ⅲ 以下の文を読み、設問(1)~(5)の答を解答欄に記入せよ。ただし、原子量はそれぞれ H 1.0, C 12.0, O 16.0 とする。

炭素、水素、酸素よりなる分子量 162 の芳香族化合物 A がある。81 mg の A を完全燃焼したところ、二酸化炭素 220 mg と水 45 mg が得られた。A はオルト異性体であり、不斉炭素原子は、存在しない。A に十分な量のヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、黄色沈殿であるヨードホルムが得られた。このヨードホルムを取り除き、反応溶液を中和すると化合物 B が得られた。B を加熱すると、化合物 C と水が得られた。C は芳香族炭化水素である化合物 D や化合物 E を触媒によって酸化することによっても得られる。これらの反応は工業的に行われている。D は昇華性があり、室温では白色の固体で、その分子量は 128 であった。E と C の炭素数は同じであった。D を濃硝酸と濃硫酸の混合物と反応させると D の水素原子が一つだけニトロ基に置換した生成物が得られる。

アセトンとヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液の反応の反応式を以下に示す。



- (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) E の構造異性体の構造式を例にならって 3 つ示せ。
- (4) 下線部(a)の反応では、構造異性体である 2 種類の生成物が考えられる。その構造式を例にならって示せ。
- (5) 設問(4)の 2 種類の生成物を金属スズと濃塩酸と反応させた後に中和して得られる生成物の構造式を例にならって示せ。どちらか 1 つを示せばよい。





## マーク・シート記入上の注意

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。

I については以下の要領で解答すること。

1. 解答群から適切な語句または数字を選んで解答する場合には、解答用紙の各問の選択肢の中から正解と思うものを選んで、そのマーク欄をぬりつぶすこと。その他の部分には何も書いてはいけない。
2. 有効数字2桁の数値により解答する場合には、以下のようにマーク欄をぬりつぶすこと。

解答記入例：

123 →  $1.2 \times 10^2$  の場合

1の桁について⊕①を、0.1の桁について②を、指数部分について⊕②をそれぞれマークする。

1の桁	0.1の桁	指数
● - ● 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 ● 3 4 5 6 7 8 9	● - 0 1 ● 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

-12.3 →  $-1.2 \times 10^1$  の場合

1の桁について⊖①を、0.1の桁について②を、指数部分について⊕①をそれぞれマークする。

1の桁	0.1の桁	指数
+ ● ● 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 ● 3 4 5 6 7 8 9	● - 0 ● 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

1.26 →  $1.3 \times 10^0$  の場合

1の桁について⊕①を、0.1の桁について③を、指数部分について①をマークし、⊕と⊖の箇所にはマークしないこと。

1の桁	0.1の桁	指数
● - ● 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 2 ● 4 5 6 7 8 9	+ - ● 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

-0.126 →  $-1.3 \times 10^{-1}$  の場合

1の桁について⊖①を、0.1の桁について③を、指数部分について⊖①をそれぞれマークする。

1の桁	0.1の桁	指数
+ ● ● 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 2 ● 4 5 6 7 8 9	+ ● 0 ● 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

3. 筆記具は HB の黒鉛筆またはシャープペンシルを使うこと。万年筆・ボールペンなどを使用してはいけない。
4. マークするとき、枠からはみ出したり、枠の中に白い部分を残したり、文字や番号、枠などに○や×をつけたりしてはならない。
5. 訂正する場合は、消しゴムでいねいに消すこと。消しきずはきれいに取り除くこと。
6. 採点が不可能になるので、解答用紙を折り曲げたり、破ったりしてはならない。