

化 学

(注意) 解答はすべて解答用紙にマークすること。

なお、気体はすべて標準状態として存在するものとする。

必要があれば、以下の数値を用いて計算せよ。

原子量：H = 1.00, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, S = 32.0, Al = 27.0, Cu = 63.5, I = 127

気体定数： $8.3 \times 10^3 (\text{Pa} \cdot \text{L}) / (\text{mol} \cdot \text{K}) = 8.3 (\text{Pa} \cdot \text{m}^3) / (\text{mol} \cdot \text{K}) = 0.082 (\text{atm} \cdot \text{L}) / (\text{mol} \cdot \text{K})$

ファラデー定数： $9.65 \times 10^4 \text{C/mol}$

気体の標準状態：0℃, 1 atm = $1.01 \times 10^5 \text{Pa}$

アボガドロ定数： $6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$

1 以下の各問いに答えよ。

問1. 次の文中の空欄 [ア] ~ [サ] に入る用語として正しいものを、以下の各解答群からそれぞれ選べ。

〔解答は 1 - [ア] ~ [サ] 〕

一定の圧力のもとで固体を加熱すると、ある温度で融けて液体になる。この現象を [ア] とよび、[ア] が起こる温度を [イ] という。純物質の固体では、[ア] が始まってから完全に液体になるまでの間は、温度は一定になる。これは、加えた熱エネルギーが状態変化だけに使われるためである。[イ] で、固体1モルが [ア] するとき吸収される熱エネルギーの量を [ウ] という。

液体を冷却すると、ある温度で固体になる。この現象を [エ] とよび、[エ] が起こる温度を [オ] という。純物質の [オ] は [イ] に等しい。液体1モルが [エ] するとき、[ウ] と等しい熱量 [カ] が放出される。

液体から気体になる現象を [キ] という。また、液体が沸騰する温度を [ク] という。一方、気体から液体になる現象を [ケ] という。液体1モルが [キ] するとき吸収される熱量を [コ] という。気体1モルが [ケ] するときには、[コ] に等しい熱量である [サ] が放出される。

(1) [ア] の解答群〔解答は 1 - [ア] 〕

- | | | |
|------|------|------|
| ① 融解 | ② 溶解 | ③ 潮解 |
| ④ 分解 | ⑤ 緩解 | ⑥ 風解 |

(2) [イ] の解答群〔解答は 1 - [イ] 〕

- | | | |
|------|-------|-------|
| ① 融点 | ② 曇点 | ③ 凝固点 |
| ④ 沸点 | ⑤ 臨界点 | ⑥ 三重点 |

- (3) **ウ** の解答群〔解答は **1** - **ウ**〕
① 溶解熱 ② 緩解熱 ③ 分解熱
④ 融解熱 ⑤ 潮解熱 ⑥ 凝固熱
- (4) **エ** の解答群〔解答は **1** - **エ**〕
① 氷結 ② 凝結 ③ 硬化
④ 凝固 ⑤ 凍結 ⑥ 昇華
- (5) **オ** の解答群〔解答は **1** - **オ**〕
① 凝固点 ② 硬化点 ③ 凍結点
④ 凝結点 ⑤ 氷結点 ⑥ 融点
- (6) **カ** の解答群〔解答は **1** - **カ**〕
① 硬化熱 ② 凝固熱 ③ 凍結熱
④ 氷結熱 ⑤ 凝結熱 ⑥ 反応熱
- (7) **キ** の解答群〔解答は **1** - **キ**〕
① 昇華 ② 沸騰 ③ 蒸留
④ 蒸発 ⑤ 乾留 ⑥ 吸収
- (8) **ク** の解答群〔解答は **1** - **ク**〕
① 沸点 ② 臨界点 ③ 曇点
④ 凝固点 ⑤ 融点 ⑥ 三重点
- (9) **ケ** の解答群〔解答は **1** - **ケ**〕
① 濃縮 ② 凝縮 ③ 収縮
④ 圧縮 ⑤ 伸縮 ⑥ 縮合
- (10) **コ** の解答群〔解答は **1** - **コ**〕
① 蒸発熱 ② 圧縮熱 ③ 凝縮熱
④ 伸縮熱 ⑤ 収縮熱 ⑥ 希釈熱
- (11) **サ** の解答群〔解答は **1** - **サ**〕
① 蒸発熱 ② 圧縮熱 ③ 凝縮熱
④ 伸縮熱 ⑤ 収縮熱 ⑥ 希釈熱

2 以下の各問いに答えよ。〔解答は 2 - ア ~ コ〕

問1. 化合物 A を 1.0 g とり、水に完全に溶解させ $V(\text{L})$ の水溶液とした結果、A のモル濃度は 0.20 mol/L になった。化合物 A の分子量 M を求める式として正しいものを解答群から選べ。

〔解答は 2 - ア〕

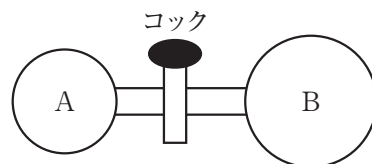
- 〔解答群〕 ① $M = \frac{V}{0.10}$ ② $M = \frac{V}{0.20}$ ③ $M = \frac{V}{5.0}$
④ $M = \frac{0.10}{V}$ ⑤ $M = \frac{0.20}{V}$ ⑥ $M = \frac{5.0}{V}$

問2. 1.0 g の揮発性の化合物 A のみが充填された体積 $V(\text{L})$ の密閉容器を加熱したところ、温度 $T(\text{K})$ ですべて気体となり、圧力は $P(\text{Pa})$ であった。このとき、化合物 A の分子量 M を求める式として正しいものを解答群から選べ。なお、気体はすべて理想気体とする。

〔解答は 2 - イ〕

- 〔解答群〕 ① $M = 8.3 \times 10^3 \times \frac{T}{PV}$ ② $M = 8.3 \times 10^3 \times \frac{PT}{V}$
③ $M = 8.3 \times \frac{T}{PV}$ ④ $M = \frac{PV}{8.3 \times T}$
⑤ $M = 8.3 \times 10^3 \times \frac{PV}{T}$ ⑥ $M = \frac{PV}{8.3 \times 10^3 T}$

問3. 右図のように、コックで連結された A, B 二つの容器からなる装置がある。A の内容積は 4.0 L 、B の内容積は 8.0 L であり、A と B はコックのある連結部分で接続されている。装置全体の温度は常に 300 K に保たれているものとする。



当初コックを閉じた状態で、A には $3.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、B には $4.5 \times 10^5 \text{ Pa}$ の圧力でヘリウムガスがそれぞれ充填されている。コックを開けて十分な時間が経過した場合の容器内の圧力 (Pa) として正しいものを選べ。なお、ヘリウムは理想気体とし、連結部分の体積は充分小さく無視できるものとする。

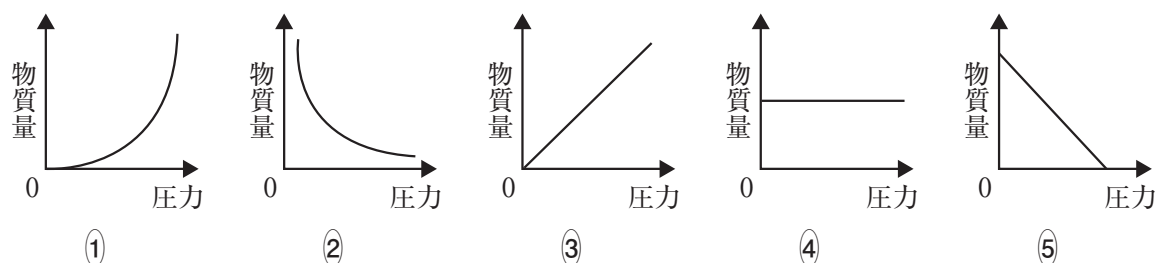
〔解答は 2 - ウ Pa〕

- 〔解答群〕 ① 1.0×10^5 ② 2.0×10^5 ③ 2.5×10^5
④ 3.0×10^5 ⑤ 4.0×10^5 ⑥ 4.5×10^5

問4. 一定の温度のもとで、圧力を変化させながら、一定量の水に窒素を溶解させたときの溶解量を調べた。このとき、溶解した窒素の物質量（縦軸）と圧力（横軸）の関係を表すグラフとして、最も適切なものを解答群より選べ。

〔解答は 2 - エ 〕

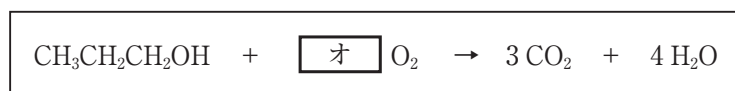
〔解答群〕



問5. 1-プロパノールの燃焼反応は、次の式で示される。

オ に入る係数として正しいものを解答群より選べ。

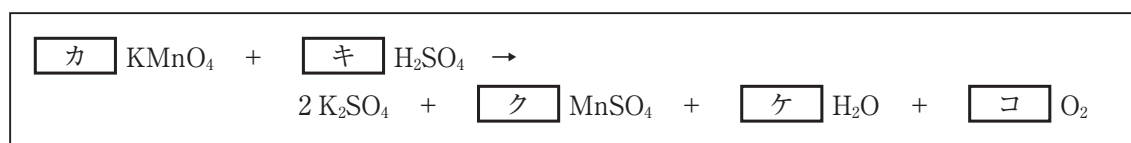
〔解答は 2 - オ 〕



- 〔解答群〕 ① $\frac{1}{2}$ ② 1 ③ $\frac{3}{2}$ ④ 2 ⑤ $\frac{5}{2}$
 ⑥ 3 ⑦ $\frac{7}{2}$ ⑧ 4 ⑨ $\frac{9}{2}$ ⑩ 5

問6. 酸化剤として働く過マンガン酸カリウムが、硫酸溶液中で酸素を生成する反応は、次の式で示される。係数 カ ～ コ に入る係数として適切な1桁の数値をそれぞれマークせよ。

〔解答は 2 - カ ～ コ 〕



3 以下の各問いにあてはまる数値を答えよ。〔解答は 3 - ア ~ ケ〕

問 1. 以下の文中の空欄にあてはまる一桁の数値を、それぞれマークせよ。

〔解答は 3 - ア ~ エ〕

- (1) リン酸イオンは、ア 価の陰イオンとして安定に存在する。
- (2) 硫酸において、硫黄原子の酸化数は + イ である。
- (3) 酸化銅には、主に二つの酸化物の種類がある。そのうち、赤色の酸化銅に含まれる銅の酸化数は + ウ である。これをさらに酸化させると黒色の酸化銅となるが、これに含まれる銅の酸化数は + エ である。

問 2. 以下の各問いについて、適切な二桁の数値（小数第一位を四捨五入）を答えよ。

〔解答は 3 - オ ~ ク〕

- (1) 「白金電極を用いて、硫酸銅(Ⅱ)水溶液を 5.0 A の電流で、2 時間 40 分 50 秒間電気分解を行った。その結果、陰極に析出した金属の質量は オ カ g であった。」
空欄 オ カ にあてはまる二桁の数値を、それぞれマークせよ。なお、解答が一桁の数値となる場合は オ に 0 をマークせよ。
〔解答は 3 - オ カ g〕
- (2) 「密閉容器に水素 1.0 mol とヨウ素 1.0 mol を入れ、ある一定の温度に保つと、ヨウ化水素を 1.6 mol 生成して平衡状態に到達した。このとき、この平衡反応の平衡定数は キ ク であった。」
空欄 キ ク にあてはまる二桁の数値を、それぞれマークせよ。なお、解答が一桁の数値となる場合は キ に 0 をマークせよ。
〔解答は 3 - キ ク〕

問 3. アルキル基を R- とし、 $(R-COO)_3C_3H_5$ で示される脂肪 A がある。0.100 mol の脂肪 A に対して触媒存在下に水素を付加したところ、標準状態で 13.44 L の水素ガスが消費された。

アルキル基 R- の化学式として正しいものを、解答群より選べ。〔解答は 3 - ケ〕

- 〔解答群〕 ① $C_{17}H_{31}$ ② $C_{17}H_{33}$ ③ $C_{17}H_{35}$
 ④ $C_{18}H_{35}$ ⑤ $C_{18}H_{37}$ ⑥ $C_{19}H_{39}$

4 次の実験について、以下の各問いに答えよ。〔解答は 4 - ア ～ カ 〕

1.25 g の硫酸銅五水和物 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$) を水に溶かし、メスフラスコ中で正確に 100 mL に希釈したところ、a 色の溶液となった。これを溶液 A とする。溶液 A を b で正確に 10 mL 取り、コニカルビーカーに入れた。そこへ十分な量のヨウ化カリウム (KI) 水溶液を加えたところ、(a) 次の反応が進行してヨウ化銅 (I) の白色沈殿が生じ、溶液部分は褐色に変化した。



(1) a にあてはまる色として、適切なものはどれか。〔解答は 4 - ア 〕

- 〔解答群〕 ① 赤褐 ② 黄 ③ 緑
 ④ 青 ⑤ 白 ⑥ 黒

(2) b にあてはまる器具として、適切なものはどれか。〔解答は 4 - イ 〕

- 〔解答群〕 ① ホールピペット ② 駒込ピペット ③ メスシリンダー
 ④ コニカルビーカー ⑤ 分液ロート ⑥ 薬さじ

(3) 溶液 A 中の銅 (II) Cu^{2+} イオンのモル濃度 (mol/L) として正しいものを選び。

〔解答は 4 - ウ mol/L 〕

- 〔解答群〕 ① 5.0×10^{-3} ② 5.0×10^{-2} ③ 5.0×10^{-1}
 ④ 1.0×10^{-3} ⑤ 1.0×10^{-2} ⑥ 1.0×10^{-1}

(4) 下線部(a)の反応についての記述のうち、誤りを含むものを選び。〔解答は 4 - エ 〕

- 〔解答群〕 ① 銅 (II) イオンは酸化剤として作用した。
 ② 銅 (II) イオンは還元された。
 ③ ヨウ化物イオンは還元剤として作用した。
 ④ ヨウ化物イオンは酸化された。
 ⑤ 銅 (II) イオンはヨウ化物イオンに電子を与えた。
 ⑥ ヨウ素の酸化数は増加した。

(5) コニカルビーカー中で生じたヨウ化銅 (I) の質量 (g) として、最も適切なものを選び。

〔解答は 4 - オ g 〕

- 〔解答群〕 ① 3.1×10^{-3} ② 6.3×10^{-3} ③ 9.5×10^{-3}
 ④ 3.1×10^{-2} ⑤ 6.3×10^{-2} ⑥ 9.5×10^{-2}

- (6) この実験で、ヨウ化カリウム (KI) 水溶液の代わりに水酸化カリウム (KOH) 水溶液を加えて弱い塩基性とした場合、コニカルビーカー内の状態として最も適切なものを選べ。

〔解答は 4 - カ 〕

- 〔解答群〕
- ① 赤褐色を呈する溶液となり、沈殿は生じない。
 - ② 緑色を呈する溶液となり、沈殿は生じない。
 - ③ 白色の沈殿が生じる。
 - ④ 赤褐色の沈殿が生じる。
 - ⑤ 青白色の沈殿が生じる。
 - ⑥ 黒色の沈殿が生じる。