

◇ 化 学

化 4－1～化 4－13 まで 13 ページあります。

必要があれば，原子量および定数は次の値を使うこと。

$C=12$ ， $O=16$

標準状態での気体のモル体積を 22.4 L/mol とする。

ファラデー定数は $F=9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。

第 1 問 次の問い(問 1～3)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

問 1 次の a～c に当てはまるものを，それぞれの解答群の選択肢から一つずつ選べ。

a 純物質であるもの

- ① 炭酸水 ② 水 ③ 空気
④ 牛乳 ⑤ 醤油

b イオンからなる物質で，陽イオンと陰イオンが 1:1 の物質量の比で含まれるもの

- ① 炭酸カリウム ② 硫酸ナトリウム ③ 塩化アルミニウム
④ 水酸化バリウム ⑤ 硝酸アンモニウム ⑥ 塩化マグネシウム

c 分子全体として極性がない分子

- ① 水 H_2O ② 二酸化炭素 CO_2 ③ アンモニア NH_3
④ 塩化水素 HCl ⑤ エタノール $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

問 2 分子に関する記述として誤りを含むものを，後の選択肢から一つ選べ。

4

- ① 分子からなる物質には，常温・常圧において気体のものもあれば，液体や固体のものもある。
- ② 水素分子，塩素分子，窒素分子は，いずれも単結合のみからなる。
- ③ 常温・常圧において，貴ガス(希ガス)元素以外の元素からなる安定な分子は，すべて 2 個以上の原子からなる。
- ④ 分子からなる水溶性の物質には，電解質と非電解質がある。

問 3 次の記述 a～c について，正誤の組合せとして正しいものを，後の選択肢から一つ選べ。

5

- a ケイ素と二酸化ケイ素はともに分子からなる物質で，結晶構造はダイヤモンドに似ている。
- b ダイヤモンドと黒鉛はともに炭素 C からなる同素体であるが，黒鉛は電気伝導性を示す。
- c 酸素と窒素は常温・常圧では，ともに無色・無臭の気体である。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

第 2 問 次の問い(問 1～2)に答えよ。〔解答番号 6 ～ 10〕

問 1 炭酸水素ナトリウム NaHCO_3 を塩酸に加えると、二酸化炭素 CO_2 が発生する。
この反応に関する次の実験について、後の問い (a～c) に答えよ。

実験 7 個のビーカーに塩酸を 50 mL ずつはかりとり、それぞれのビーカーに 0.5 g から 3.5 g まで 0.5 g きざみの質量の NaHCO_3 を加えた。発生した CO_2 と加えた NaHCO_3 の質量の間に、図 1 で示す関係がみられた。

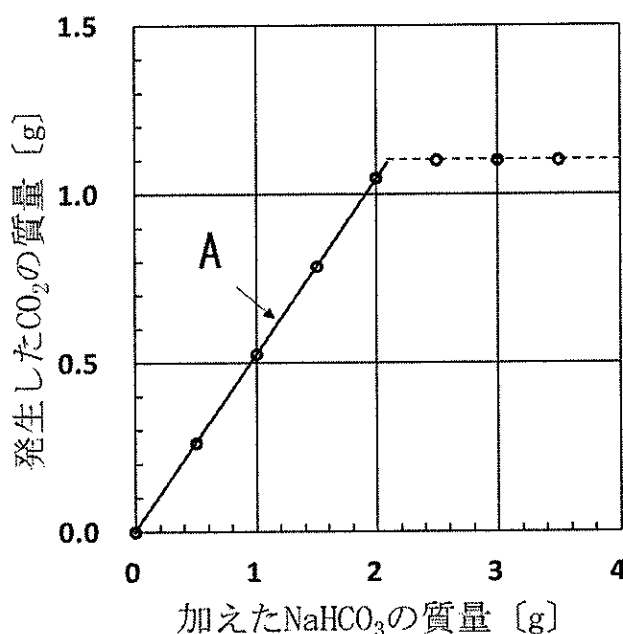


図 1 加えた NaHCO_3 の質量と発生した CO_2 の質量の関係

a 図 1 から読み取れることとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 6

- ① 加えた NaHCO_3 の質量に関わらず、発生した CO_2 の質量は一定である。
- ② 加えた NaHCO_3 の質量が増えるとともに、発生した CO_2 の量も増え続けた。
- ③ 加えた NaHCO_3 の質量と発生した CO_2 の質量との間には、一定の範囲で比例関係が成り立っている。
- ④ 加えた NaHCO_3 の質量が増えるとともに、生成した水の質量も増え続けた。

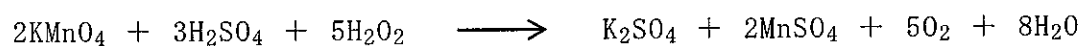
b 図 1 の直線 A (実線) の傾きに関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 7

- ① 直線 A の傾きは、未反応の NaHCO_3 の質量に比例する。
- ② 各ビーカー中の塩酸の体積を 2 倍にすると、直線 A の傾きは $1/2$ 倍になる。
- ③ 各ビーカー中の塩酸の濃度を 2 倍にすると、直線 A の傾きは 2 倍になる。
- ④ 直線 A の傾きは、反応する NaHCO_3 の物質量を発生する CO_2 の物質量で割った値に等しい。
- ⑤ 直線 A の傾きは、 CO_2 の分子量を NaHCO_3 の式量で割った値に等しい。

c 実験に用いた塩酸の濃度 $[\text{mol/L}]$ として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 8 mol/L

- ① 0.25 ② 0.50 ③ 0.75 ④ 1.0 ⑤ 1.3

問 2 十分量の硫酸の存在下では、過マンガン酸カリウムと過酸化水素は次のように反応する。これについて、後の問い(a・b)に答えよ。



a 反応前後で、マンガンの酸化数はいくつ変化したか。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 2 ② 3 ③ 4 ④ 5 ⑤ 6

b 発生した酸素の体積は、標準状態で 11.2 L だった。反応した過マンガン酸カリウムの物質量 [mol] として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 mol

- ① 0.20 ② 0.40 ③ 0.60 ④ 0.80 ⑤ 1.0

化学の問題は次のページに続く

第3問 次の問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 11 ～ 15〕

問1 水素原子以外の原子に関する記述として誤りを含むものを，後の選択肢から一つ選べ。 11

- ① 原子は，原子核と電子から構成される。
- ② 原子核は，陽子と中性子から構成される。
- ③ 原子核の大きさは，原子の大きさとほぼ同じである。
- ④ 陽子の数は，原子番号に等しい。

問2 金属ナトリウムの単位格子は，図1の立方体で表される。金属ナトリウムの密度を d [g/cm³]，ナトリウムのモル質量を W [g/mol]，アボガドロ定数を N_A [/mol] としたとき，単位格子の体積 [cm³] を表す式として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 12 cm³

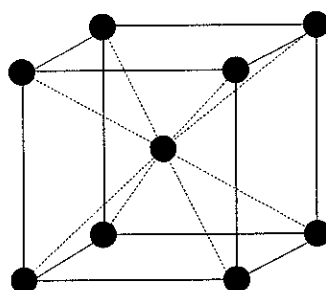


図1 金属ナトリウムの単位格子

- ① $\frac{2W}{dN_A}$ ② $\frac{W}{dN_A}$ ③ $\frac{W}{2dN_A}$ ④ $\frac{dN_A}{2W}$ ⑤ $\frac{dN_A}{W}$

問 3 実在気体に関する次の文章中の ア・イ に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 13

図 2 は、温度 T [K] を一定 (300 K) とし、 $\frac{PV}{nRT} = Z$ として、 Z の値が圧力 P [Pa] とともに変化する様子を示したものである。ここで V は気体の体積 [L]、 n は物質量 [mol]、 R は気体定数 [Pa・L/(K・mol)] である。

メタンは、図 2 の圧力範囲では、 Z の値は 1 より小さく、圧力が大きくなると Z は小さくなる。これは、ア の影響に比べて、イ の影響が大きく、理想気体と比べて体積が小さくなるためである。一方、水素では、 Z の値は 1 より大きく、圧力が大きくなるにつれて Z は大きくなる。これは、イ の影響が非常に小さく、ア の影響が大きく表れ、理想気体と比べて体積が大きくなるためである。このように、実際は、ア と イ の両方の影響が合わさった結果として、実在気体の体積が決まる。

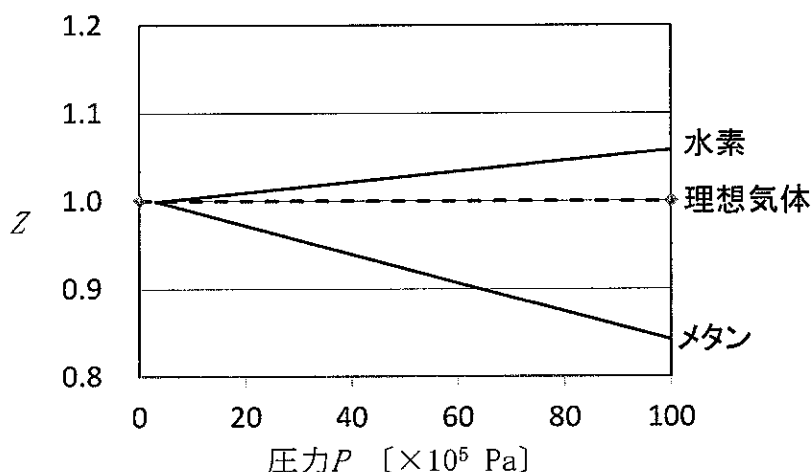


図 2 理想気体、水素およびメタンの圧力 P と Z 値の関係

	ア	イ
①	分子自身が占める体積	分子間力
②	分子自身が占める体積	分子の熱運動
③	分子間力	分子自身が占める体積
④	分子間力	分子の熱運動
⑤	分子の熱運動	分子自身が占める体積
⑥	分子の熱運動	分子間力

問 4 図 3 は、ある物質 X の状態と、温度および圧力の関係を示す図（状態図）である。実線で区切られた三つの領域は、固体、液体、気体のいずれかの状態を表す。図 3 に関する記述として誤りを含むものを、後の選択肢から一つ選べ。 14

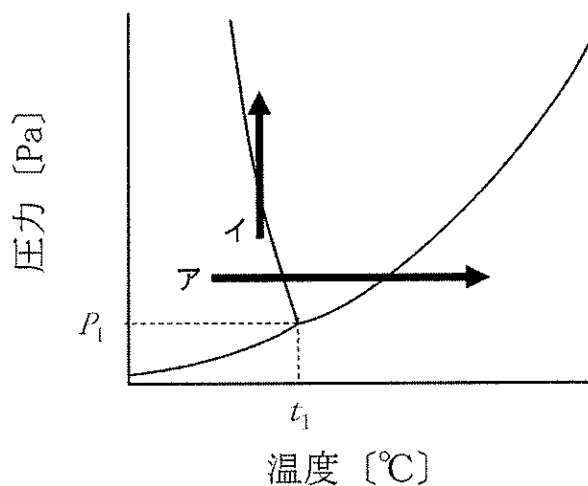


図 3 物質 X の状態図

- ① アで示した矢印のように変化したとき、物質 X は固体から液体を経て気体になる。
- ② イで示した矢印のように変化したとき、物質 X は蒸発する。
- ③ 温度を t_1 [°C]、圧力を P_1 [Pa] に保つと、物質 X の固体と液体と気体を共存させることができる。
- ④ 圧力が P_1 [Pa] より低いとき、温度を変化させても物質 X が液体になることはない。

問 5 コロイドと、その分散媒と分散質の状態の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 15

	コロイド	分散媒の状態	分散質の状態
①	雲	液体	気体
②	セッケンの泡	気体	液体
③	牛乳	液体	固体
④	マヨネーズ	液体	液体

化学の問題は次のページに続く

第 4 問 次の問い(問 1～4)に答えよ。〔解答番号 16 ～ 20〕

問 1 H_2O (液) の生成熱が 286 kJ/mol , CO_2 (気) の生成熱が 394 kJ/mol , CH_4 (気) の生成熱が 76.0 kJ/mol であるとき, 次の図 1 の ア・イ に当てはまる数値の組合せとして最も適当なものを, 後の選択肢から一つ選べ。

16

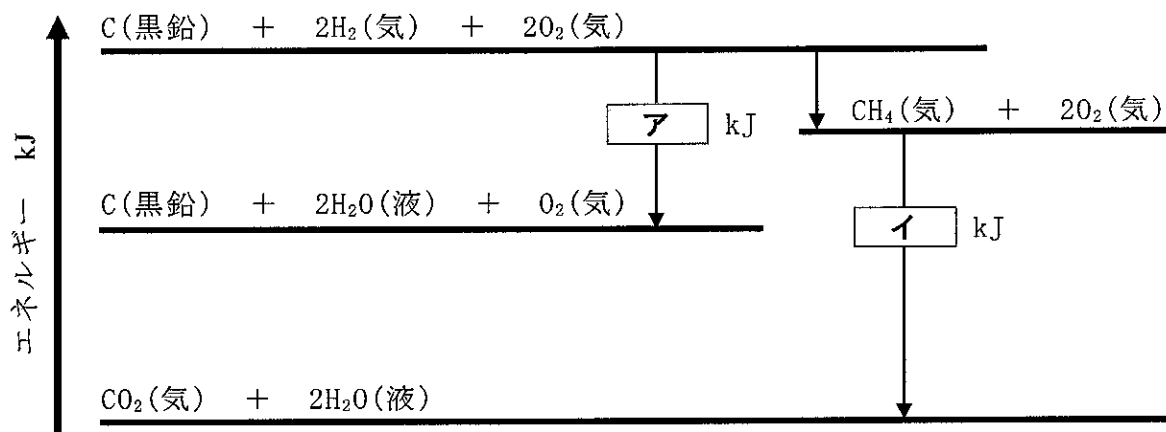


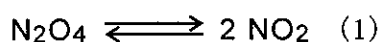
図 1 反応に伴う熱の出入りを表したエネルギー図

	ア	イ
①	286	680
②	286	890
③	394	680
④	394	890
⑤	572	680
⑥	572	890

問 2 2 枚の白金板を電極として, 一定の電流 $9.65 \times 10^{-2} \text{ A}$ で硝酸銀水溶液を電気分解した。陰極に $3.60 \times 10^{-3} \text{ mol}$ の銀を析出させるは, どれだけの時間〔分〕が必要か。最も適当な数値を, 後の選択肢から一つ選べ。 17 分

- ① 15 ② 30 ③ 60 ④ 90 ⑤ 120

- 問 3 四酸化二窒素 N_2O_4 が分解して二酸化窒素 NO_2 に変化する反応は可逆反応であり、その化学反応式および平衡定数 K は次の (1) 式および (2) 式で表される。また、(1) 式の正反応は吸熱反応である。



$$K = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} \quad (2)$$

この反応に関する次の問い (a・b) に答えよ。ただし、 N_2O_4 および NO_2 は気体であり、(2) 式の $[\text{N}_2\text{O}_4]$ 、 $[\text{NO}_2]$ は、それぞれ平衡状態における N_2O_4 および NO_2 のモル濃度 $[\text{mol/L}]$ を表す。

- a (1) 式の反応が平衡状態にあるとき、次のア～エの操作をそれぞれ行った。平衡が右へ移動する操作の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 18

- ア 圧力を一定に保ち、温度を低くする。
イ 温度を一定に保ち、圧力を小さくする。
ウ 温度と体積を一定に保ち、 N_2O_4 を加える。
エ 温度と体積を一定に保ち、Ar を加える。

- ① ア・イ ② ア・ウ ③ ア・エ
④ イ・ウ ⑤ イ・エ ⑥ ウ・エ

- b 10 L の容器にある量の N_2O_4 を封入し、温度を一定に保って放置したところ、 NO_2 が 0.20 mol 生じたところで平衡状態に達した。平衡状態における N_2O_4 の物質量 $[\text{mol}]$ として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。ただし、この温度での (2) 式の平衡定数 K は $4.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ である。

19 mol

- ① 0.010 ② 0.10 ③ 0.20 ④ 1.0 ⑤ 2.0

問 4 2種類の水溶液を同体積ずつ混合したとき,緩衝液が得られる水溶液の組合せとして最も適当なものを,後の選択肢から一つ選べ。 20

- ① 0.10 mol/L の塩酸と 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液
- ② 0.10 mol/L の酢酸水溶液と 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液
- ③ 0.20 mol/L の塩酸と 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液
- ④ 0.20 mol/L の酢酸水溶液と 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液