

◇ 化 学

化 4－1～化 4－16 まで 16 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。

H=1.0, O=16, S=32, Cu=64

標準状態での気体のモル体積を 22.4 L/mol とする。

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

第 1 問 次の問い(問 1~3)に答えよ。[解答番号 ~

問 1 台所には、砂糖、食塩、重曹など様々な調味料類がある。砂糖の主成分はスクロースであり、その分子式は $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ で表される。

(a)食塩の主成分は塩化ナトリウムである。また、(b)重曹に食酢を加えると気体が発生する。掃除のときに両者を使い分けると、様々な汚れを取るときに有効である。次の問い(a~c)に答えよ。

a ヒトがスクロース 1 g を摂取すると 4 kcal (キロカロリー) のエネルギーが得られる。成人一人が 1 日の活動に必要とするエネルギーを 2000 kcal としたとき、そのエネルギーはスクロース何 g 分に相当するか。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 g

- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① 100 | ② 200 | ③ 500 |
| ④ 1000 | ⑤ 2000 | ⑥ 5000 |

b 下線部(a)に関連して、塩化ナトリウム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。

- ① 結晶は硬いが、強い力を加えると割れやすい。
- ② 結晶においては、多数の原子が静電的な引力で引き合い、不規則に配列している。
- ③ 結晶は、ナトリウム原子と塩素原子の共有結合によって構成されている。
- ④ 固体の結晶を融解した液体は、電気を通さない。

- c 下線部(b)について説明した次の文章中の空欄 **ア** ～ **ウ** に当てはまる語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。

3

重曹に食酢を加えたときに発生する気体は、**ア** である。また、重曹は **イ** の汚れ物質と反応する一方、食酢は **ウ** の汚れ物質と反応するため、掃除のときに重曹と食酢を使い分けると、様々な汚れを取るのに有効である。

	ア	イ	ウ
①	二酸化炭素	酸性	塩基性
②	二酸化炭素	塩基性	酸性
③	酸素	酸性	塩基性
④	酸素	塩基性	酸性
⑤	水素	酸性	塩基性
⑥	水素	塩基性	酸性

- 問 2 下線部の名称が元素名として使われているものとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 **4**

- ① 空気は、窒素、酸素、二酸化炭素、アルゴンなどの混合物である。
- ② 水銀の融点は、 -38.9°C である。
- ③ 生体内では、質量パーセントで約 65 %の酸素が存在する。
- ④ 塩素は、黄緑色の気体で酸化力をもつ。
- ⑤ 水を電気分解すると、水素と酸素が得られる。

問 3 日常生活の中には物質の様々な状態変化が見られる。次の現象 (a・b) に関連する状態変化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。 5

- a もちを焼くと、もちに含まれる水分が水蒸気になり、プクーつとふくらんだ。
- b 寒い冬の早朝、空気中の水蒸気が氷の粒に変化し、ダイヤモンドダストが観測された。

	a	b
①	凝 固	昇 華 (凝 華)
②	凝 固	凝 縮
③	融 解	凝 固
④	融 解	昇 華 (凝 華)
⑤	蒸 発	凝 縮
⑥	蒸 発	昇 華 (凝 華)

化学の問題は次のページに続く

第 2 問 次の問い(問 1～5)に答えよ。〔解答番号 6 ～ 13〕

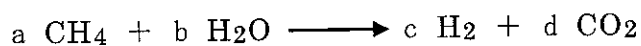
問 1 物質の量に関する次の記述 a～c について、正誤の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 6

- a 密閉ガラス容器内に鉄くぎと空気と少量の水を入れて放置したとき、鉄くぎが酸化されても容器全体の質量は変わらない。
- b 水素 1.0 g の体積は、0 °C、 1.013×10^5 Pa において、22.4 L である。
- c 一酸化炭素と酸素の混合気体から二酸化炭素が生成すると、気体分子の総物質量は増加する。

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

問 2 家庭用の燃料電池システムでは、メタンを主成分とする都市ガスを原料として水素が作られる。このことに関連する次の化学反応式中の係数 (a～d) に当てはまる数値として適当なものを、後の選択肢から一つずつ選べ。ただし、繰り返し同じ選択肢を選んでも良い。また、係数が 1 であり省略すべき場合にも①を選ぶものとする。

a- 7, b- 8, c- 9, d- 10



① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

問 3 モル濃度が最も高い酸または塩基の水溶液を，後の選択肢から一つ選べ。

11

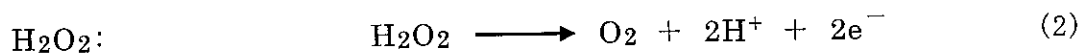
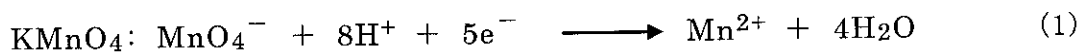
	酸または塩基の水溶液	溶質のモル質量 [g/mol]	質量パーセント濃度 [%]	密度 [g/cm ³]
①	アンモニア水	17.0	17.0	0.94
②	塩 酸	36.5	36.5	1.2
③	水酸化ナトリウム水溶液	40.0	40.0	1.4
④	濃硫酸	98.0	98.0	1.8

問 4 身近な物質の pH 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。

12

- ① 炭酸水の pH は，血液の pH より大きい。
- ② 食酢の pH は，牛乳の pH より大きい。
- ③ レモン果汁の pH は，水道水の pH より大きい。
- ④ セッケン水の pH は，食塩水の pH より大きい。

問 5 過マンガン酸カリウム KMnO_4 と過酸化水素 H_2O_2 の酸化剤あるいは還元剤としてのはたらきは、電子を含む次のイオン反応式で表される。



過酸化水素 x [mol] を含む硫酸酸性水溶液に過マンガン酸カリウム水溶液を加えたところ、酸素が発生した。この反応における加えた過マンガン酸カリウムと、未反応の過酸化水素の物質質量との関係は、図 2-1 のようになった。

反応前の過酸化水素の物質質量 x は何 mol か。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 13 mol

- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| ① 0.010 | ② 0.020 | ③ 0.040 | ④ 0.080 |
| ⑤ 0.10 | ⑥ 0.20 | ⑦ 0.40 | ⑧ 0.80 |

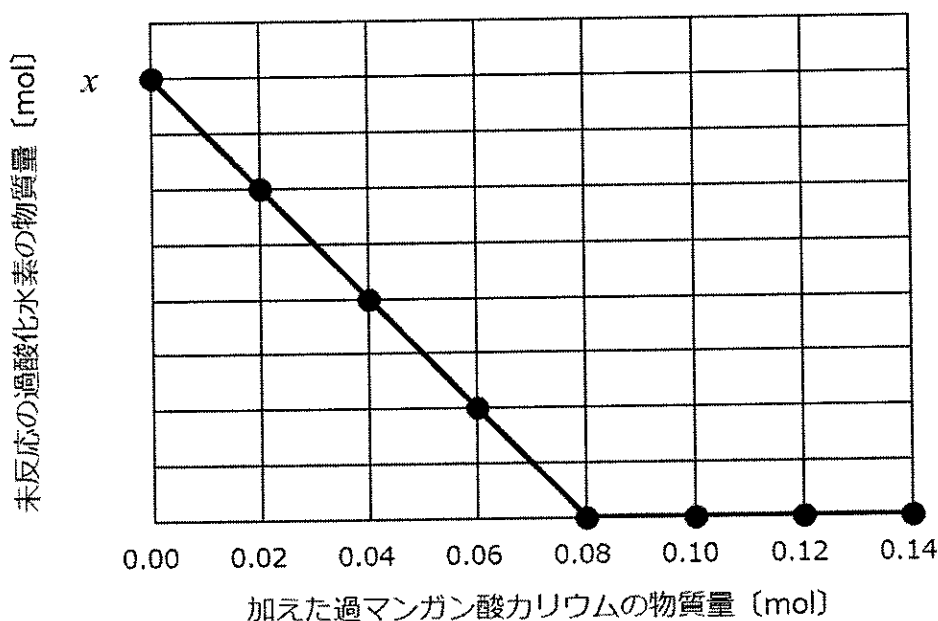


図 2-1 加えた過マンガン酸カリウムと、未反応の過酸化水素の物質質量との関係

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 14 ～ 18〕

問 1 結晶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

- ① 黒鉛の結晶は、層内を自由に動ける電子の存在により電気をよく導く。
- ② ダイヤモンドの結晶では、炭素原子が 4 つの等価な共有結合を形成している。
- ③ 遷移元素の単体の結晶は、典型元素の金属の結晶に比べて一般に融点が高く、密度の大きいものが多い。
- ④ 二酸化炭素の結晶では、分子どうしが共有結合によって規則正しく配列している。

問 2 硫酸銅(Ⅱ) CuSO_4 水溶液 205 g を 60°C から 20°C に冷却したところ、25 g の硫酸銅(Ⅱ)五水和物 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ の結晶が析出した。もとの水溶液に溶解していた硫酸銅(Ⅱ)無水物の質量 [g] 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、硫酸銅(Ⅱ) CuSO_4 は、水 100 g 当たり 60°C で 40 g、 20°C で 20 g まで溶けるものとする。 15 g

- ① 36 ② 46 ③ 64 ④ 72 ⑤ 90

問 3 コロイドに関する次の記述 a~c について、正誤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

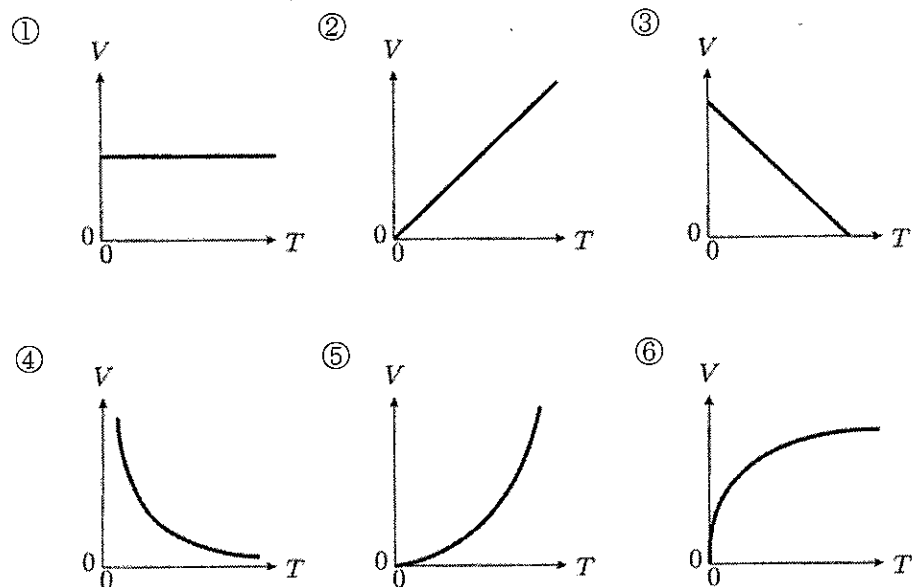
- a チンダル現象は、コロイド粒子が光のもつエネルギーを吸収して輝くために起こる現象である。
- b コロイド溶液中のコロイド粒子は、セロハン膜を通過しない。
- c 一般に疎水コロイドに親水コロイドを加えると、親水コロイド粒子は疎水コロイド粒子に取り囲まれ、凝析しやすくなる。

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

問 4 過酸化水素の分解によって発生した酸素を、水上置換でメスシリンダー内に捕集する。メスシリンダー内の気体の体積が 27°C , $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ で 300 mL であるとき、メスシリンダー内に捕集された酸素の物質量 [mol] として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。ただし、 27°C における水の飽和蒸気圧は $3.6 \times 10^3 \text{ Pa}$ とする。 17 mol

- ① 1.2×10^{-2}
- ② 2.4×10^{-2}
- ③ 3.6×10^{-2}
- ④ 1.2×10^{-3}
- ⑤ 2.4×10^{-3}
- ⑥ 3.6×10^{-3}

問 5 圧力を一定に保つことができる密閉容器に、 n [mol] (一定量) の理想気体を封入したときの、気体の体積 V と絶対温度 T との関係を表すグラフとして、最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 18



化学の問題は次のページに続く

第 4 問 次の問い(問 1～5)に答えよ。〔解答番号 19 ～ 23〕

問 1 図 4-1 は、構造式 $\text{H}-\text{O}-\text{O}-\text{H}$ で示される過酸化水素 H_2O_2 1 mol が水素 H_2 と酸素 O_2 から生成する反応に関するエネルギーの関係を示している。 H_2O_2 (気)中の $\text{O}-\text{H}$ 結合 1 mol あたりの結合エネルギー $[\text{kJ/mol}]$ の数値として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。ただし、 H_2O_2 (気)の生成熱を 136 kJ/mol とし、結合エネルギーは下の表 4-1 に示す値を使うこと。 19 kJ/mol

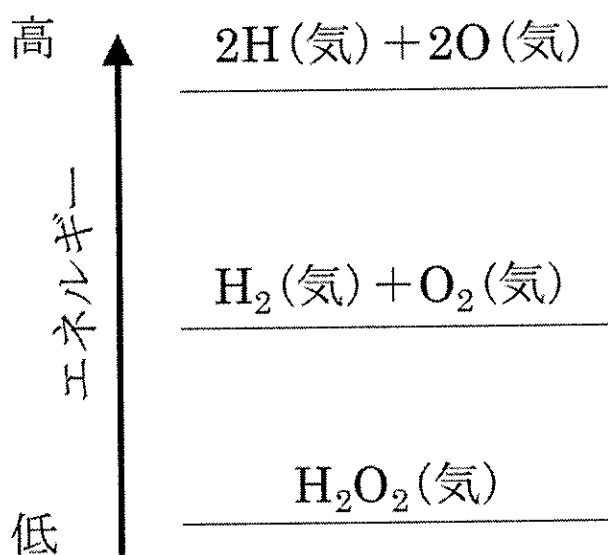


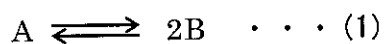
図 4-1 過酸化水素の生成熱と結合エネルギーの関係

表 4-1 各結合エネルギー

H_2 (気)中の $\text{H}-\text{H}$ の結合エネルギー	436 kJ/mol
O_2 (気)中の $\text{O}-\text{O}$ の結合エネルギー	498 kJ/mol
H_2O_2 (気)中の $\text{O}-\text{O}$ の結合エネルギー	144 kJ/mol

- ① 116 ② 232 ③ 327 ④ 463 ⑤ 926

問 2 気体 A から気体 B が生成する反応は可逆反応であり、次式で表される。



また、反応経路とエネルギーの関係は図 4-2 で表される。

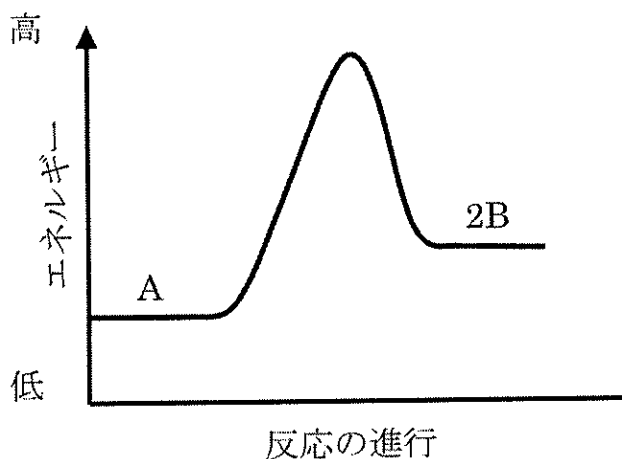


図 4-2 反応経路とエネルギーの関係

(1) 式の反応が平衡状態にあるとき、次の a～c の操作を行った。得られる結果をア～ウから選び、そ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。ただし、アルゴンは気体とは反応しないものとする。 20

- 〔操作〕 a 圧力を一定にして温度を上げる。
 b 温度を一定にして圧力を上げる。
 c 温度、体積を一定にしてアルゴンを加える。

- 〔結果〕 ア A の物質が増加する方向に、平衡が移動する。
 イ B の物質が増加する方向に、平衡が移動する。
 ウ 平衡は移動しない。

	a	b	c
①	ア	ア	ア
②	ア	イ	ア
③	ア	イ	ウ
④	イ	ア	ア
⑤	イ	ア	ウ
⑥	イ	イ	ウ

問 3 水溶液の電気分解と電気伝導性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。 21

- ① ヨウ化カリウム水溶液を電気分解すると、陰極（黒鉛）の周辺の溶液が褐色になる。
- ② 硝酸銀水溶液を電気分解すると、陰極（白金）に銀が析出する。
- ③ 0.1 mol/L の酢酸水溶液は、同じ濃度の塩酸より電気を通しにくい。
- ④ 塩化ナトリウム水溶液を電気分解すると、陽極（黒鉛）で塩素が発生する。
- ⑤ 水を電気分解するとき、酸化・還元されにくい電解質を加えるのは、電気を通しやすくするためである。

問 4 触媒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。

22

- ① 触媒自身も反応後に別の物質に変化する。
- ② 触媒は、反応の速さを変えない。
- ③ 触媒は、反応熱を小さくする。
- ④ 過酸化水素の分解反応において、酸化マンガン(IV) MnO_2 粉末は、均一触媒としてはたらく。
- ⑤ 可逆反応の場合、触媒を用いた場合も用いなかった場合も、最終的な生成物の量は変化しない。

問 5 次の水溶液 a～c を，pH の小さい順に並べたものとして最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。ただし，水のイオン積 K_w を 1.0×10^{-14} $[\text{mol}^2/\text{L}^2]$ とする。 23

- a 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を同体積ずつ混合した水溶液
- b 0.10 mol/L の酢酸水溶液との 0.10 mol/L 酢酸ナトリウム水溶液を同体積ずつ混合した水溶液
- c 1.0×10^{-4} mol/L の塩酸を水で 10^4 倍に希釈した水溶液

① $a < b < c$

② $a < c < b$

③ $b < a < c$

④ $b < c < a$

⑤ $c < a < b$

⑥ $c < b < a$