

# ◇ 化 学

化 1-1~化 1-12 まで 12 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, He=4, N=14, O=16, S=32

標準状態での気体の体積を 22.4 L/mol とする。

気体定数は  $R=8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$  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1~4)に答えよ。〔解答番号  ~  〕

問1 次の a・b に当てはまるものを、それぞれの解答群の選択肢のうちから 1 つずつ選べ。

a 原子核中の陽子の数と中性子の数の差が 1 であるもの

- ①  $^{14}_6\text{C}$     ②  $^{23}_{11}\text{Na}$     ③  $^{34}_{16}\text{S}$     ④  $^{56}_{26}\text{Fe}$

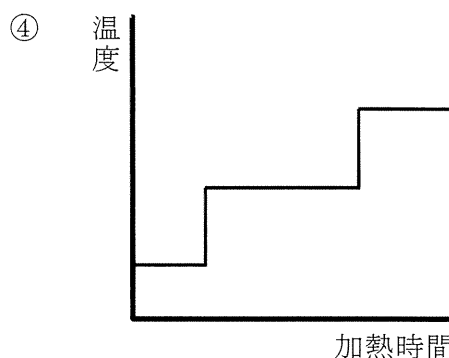
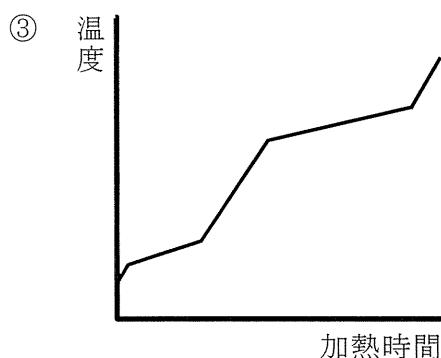
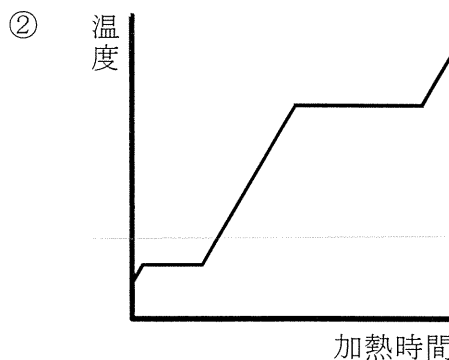
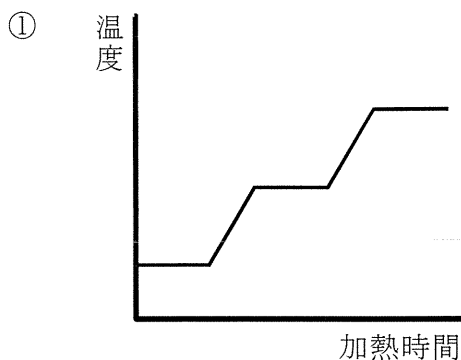
b 次の文中の下線部のうち元素名ではなく単体を表すもの

- ① 体内で鉄が不足すると貧血になる  
② 空気中には窒素が約 78%含まれている。  
③ 体内のカルシウムの約 99%が骨や歯に存在している。  
④ 赤リンと黄リンはともにリンの同素体である。

問2 結晶とその性質に関する記述の組合せのうち正しいものを、次の選択肢のうちから 1 つ選べ。

	結 晶	結晶の性質
①	黒鉛の結晶	正四面体形の共有結合が繰り返され、非常に硬くて、融点が高い。電気伝導性はない。
②	アルミニウムの結晶	電気や熱を伝えやすく、展性・延性を示す。
③	二酸化ケイ素の結晶	網目状の平面構造が層を作り、電気伝導性を示す。
④	塩化ナトリウムの結晶	融点が低く、昇華性を示す。

問3  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ の氷を  $1.0\times 10^5\text{ Pa}$  の条件下で均一に加熱し、 $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ の水蒸気に変えた。加熱時間と温度の関係を表す図として最も適当なものを、次の選択肢のうちから1つ選べ。 4



問4 日常生活に関わる物質の記述として誤りを含むものを、次の選択肢のうちから1つ選べ。 5

- ① ステンレス鋼は主成分がアルミニウムの合金で、軽くて丈夫なので航空機などに利用される。
- ② 銀は、すべての金属の中で電気伝導性と熱伝導性が最大である。
- ③ 石油の燃焼で発生する硫黄酸化物は、酸性雨の原因物質である。
- ④ 花火のさまざまな色は、炎色反応によるものである。
- ⑤ ポリエチレンテレフタレートから作られるペットボトルは、ガラス瓶と違ってそのままの形では再利用しにくいという欠点がある。

第2問 次の問い(問1~4)に答えよ。〔解答番号  ~  〕

問1 質量パーセント濃度が98%で密度  $1.8 \text{ g/cm}^3$  の濃硫酸がある。この濃硫酸を水でうすめて、 $3.0 \text{ mol/L}$  の希硫酸を  $500 \text{ mL}$  調製した。使用した濃硫酸の体積  $[\text{mL}]$  として最も適当な数値を、次の選択肢のうちから1つ選べ。

mL

- ① 33    ② 60    ③ 83    ④ 98    ⑤ 120

問2 次のa~cの記述の正誤の組合せとして正しいものを、下の選択肢のうちから1つ選べ。

- a 水素イオンは、水溶液中で水と配位結合を形成している。  
 b 電離度  $\alpha$  は、 $0 < \alpha \leq 14$  の範囲の値をとる。  
 c 酸と塩基の中和では、酸と塩基の種類によっては水が生じない場合もある。

	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

問3 0.10 mol/L の塩基 A の水溶液 10 mL に 0.050 mol/L の 2 価の酸 B の水溶液を滴下し、pH メーター (pH 計) を用いて pH の変化を測定した。B の水溶液の滴下量と、測定された pH の関係を図 1 に示した。この実験に関する記述として最も適当なものを、下の選択肢のうちから 1 つ選べ。 8

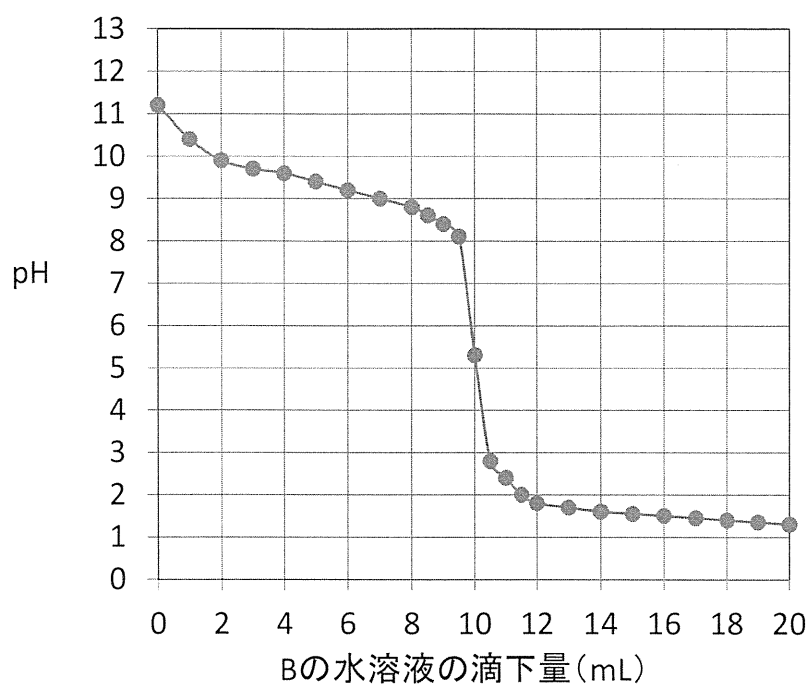
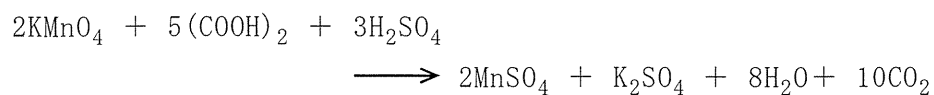


図1 Bの水溶液の滴下量と測定された pH の関係

- ① 中和点では、水素イオンのモル濃度の値の方が、水酸化物イオンのモル濃度の値より大きい。
- ② 0.10 mol/L の NaOH 水溶液の pH の値は、0.10 mol/L の A の水溶液の pH の値より小さい。
- ③ B は弱酸である。
- ④ A は 2 価の塩基である。

問4 硫酸で酸性にしたシュウ酸水溶液をコニカルビーカーに入れ、これに過マンガン酸カリウム水溶液を加えると次の酸化還元反応が起こる。下の問い(a・b)に答えよ。



a 0.050 mol/L のシュウ酸水溶液 20 mL に十分な量の希硫酸を加えた水溶液がある。この水溶液中のシュウ酸と過不足なく反応する過マンガン酸カリウムの物質は何 mol か。最も適当な数値を、次の選択肢のうちから1つ選べ。  mol

- ①  $1.0 \times 10^{-4}$       ②  $2.5 \times 10^{-4}$       ③  $4.0 \times 10^{-4}$   
④  $1.0 \times 10^{-3}$       ⑤  $2.5 \times 10^{-3}$       ⑥  $4.0 \times 10^{-3}$

b a の反応終了時のコニカルビーカー内の変化として最も適当なものを、次の選択肢のうちから1つ選べ。

- ① 緑色の液体が、赤紫色に変化したところで反応終了とする。  
② 赤紫色の液体が、無色になったところで反応終了とする。  
③ 赤紫色の液体が、緑色に変化したところで反応終了とする。  
④ 無色の液体から、わずかに赤紫色を帯びたところで反応終了とする。

化学の問題は次のページに続く

第3問 次の問い(問1~4)に答えよ。〔解答番号  ~  〕

問1 図2は、ある金属結晶の体心立方格子を表している。この体心立方格子の頂点ア~エを含む面の切り口における原子の配置として最も適当なものを、下の選択肢のうちから1つ選べ。

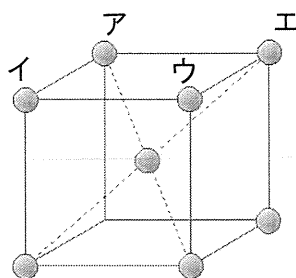
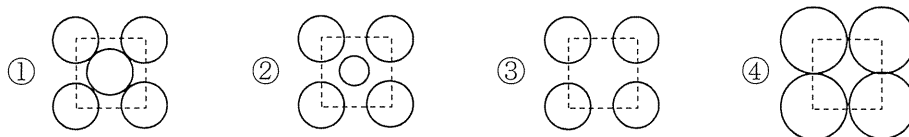


図2 体心立方格子



問2 コロイドに関する記述として正しいものを、次の選択肢のうちから1つ選べ。

- ① コロイド溶液中のコロイドを沈殿させる際、親水コロイドより疎水コロイドの方が加える必要のある電解質の量が多い。
- ② マヨネーズは、分散媒と分散質は共に液体である。
- ③ コロイド溶液にレーザー光を当てると、コロイド粒子が光を散乱させるために光の光路が見えなくなる。
- ④ コロイド溶液からコロイド粒子は、ろ紙を用いたろ過で分離することができる。



問3 図3のようにコックに連結された断熱容器A, Bがある。A, Bの体積はそれぞれ2.5 L, 4.0 Lであり、いずれも27°Cに保たれている。いま、コックを閉じた状態でAにヘリウム0.80 g, Bに窒素0.84 gを封入した。下の問い(a・b)に答えよ。

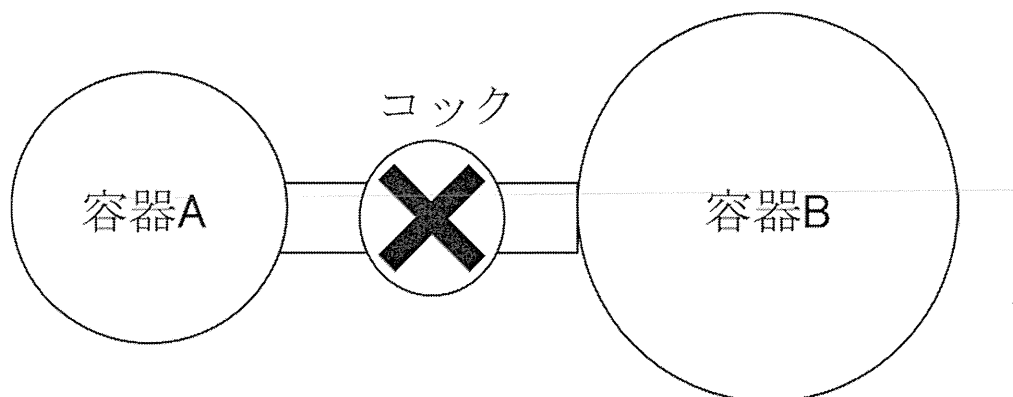


図3 断熱容器AとB(模式図)

a 容器A内の圧力 [Pa] として最も適当な数値を、次の選択肢のうちから1つ選べ。  Pa

- ①  $2.5 \times 10^4$       ②  $5.0 \times 10^4$       ③  $1.0 \times 10^5$   
 ④  $2.0 \times 10^5$       ⑤  $3.0 \times 10^5$       ⑥  $4.0 \times 10^5$

b コックを開き、十分時間が経過した後の容器内の全圧 [Pa] として最も適当な数値を、次の選択肢のうちから1つ選べ。  Pa

- ①  $2.2 \times 10^4$       ②  $4.4 \times 10^4$       ③  $6.6 \times 10^4$   
 ④  $8.8 \times 10^4$       ⑤  $2.2 \times 10^5$       ⑥  $4.4 \times 10^5$

問 4 浸透圧に関する記述として最も適当なものを，次の選択肢のうちから 1 つ 選べ。 15

- ① 希薄溶液の浸透圧は，絶対温度に反比例する。
- ② 同じモル濃度のスクロースと塩化ナトリウムの希薄水溶液の浸透圧を比較すると，モル質量の大きいスクロースの希薄水溶液のほうが高い。
- ③ 浸透圧は，高分子化合物の分子量の測定に利用される。
- ④ 純水とスクロース水溶液を半透膜で仕切り，液面の高さをそろえて放置すると，純水側の液面が上昇し，スクロース側の液面が下降する。

化学の問題は次のページに続く

第4問 次の問い(問1~3)に答えよ。〔解答番号  ~  〕

問1 物質が持つエネルギーとその出入りに関する記述として下線部に誤りを含むものを、次の選択肢から1つ選べ。

- ① 物質が固体から気体に昇華するとき、熱を吸収する。
- ② 中和熱の値は、強酸と強塩基の中和のときと弱酸と弱塩基の中和のときとで同じである。
- ③ 1 mol の  $\text{H}_2$  (気) が 2 mol の H (気) に解離する反応は吸熱反応である。
- ④  $\text{NaCl}$  (固) の溶解熱は  $-3.9 \text{ kJ/mol}$  である。 $\text{NaCl}$  (固) を水に溶かすと水溶液の温度は低下する。

問2 酢酸と酢酸ナトリウムを同じ物質質量ずつ水に溶かすと、その水溶液は緩衝液となる。この緩衝液に関する次の問い (a・b) に答えよ。

a この緩衝液に関する記述として正しいものを、次の選択肢のうちから1つ選べ。

- ① この緩衝液中では、酢酸ナトリウムは完全に電離している。
- ② この緩衝液中では、水素イオン  $\text{H}^+$  と水酸化物イオン  $\text{OH}^-$  が存在しているため、酸や塩基を少量加えても pH はほとんど変化しない。
- ③ この緩衝液を水で10倍に薄めると、pH は1上昇する。
- ④ この緩衝液に水酸化ナトリウム水溶液を加え続けても、pH が7より高くなることはない。

b 同じ濃度の酢酸ナトリウム水溶液と酢酸を 100 mL ずつ混合した水溶液について、その水素イオン濃度  $[H^+]$  はどのように近似できるか。最も適当なものを、次の選択肢のうちから 1 つ選べ。ただし、酢酸は十分に弱い酸であり、その電離定数は  $K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]}$  で表されるものとする。 18

- ①  $\frac{[CH_3COO^-]}{K_a [CH_3COOH]}$     ②  $\frac{[CH_3COOH]}{K_a [CH_3COO^-]}$     ③  $\frac{1}{K_a}$   
 ④  $K_a$     ⑤  $K_a [CH_3COO^-]$     ⑥  $K_a [CH_3COOH]$

問 3 白金電極を用いて、硫酸ナトリウム  $Na_2SO_4$  水溶液を 2.00 A で 48 分 15 秒間電気分解した。下の問い (a・b) に答えよ。

a 陰極で発生した気体として最も適当なものを、次の選択肢のうちから 1 つ選べ。 19

- ① 水素    ② 酸素    ③ 硫化水素    ④ 二酸化硫黄

b 陽極で発生した気体の標準状態 ( $0^\circ C$ ,  $1.0 \times 10^5 Pa$ ) における体積 [mL] として最も適当な数値を、次の選択肢のうちから 1 つ選べ。

20 mL

- ① 168    ② 336    ③ 504    ④ 672    ⑤ 840