

◇ 化 学

化 2-1～化 2-15 まで 15 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, C=12, N=14, O=16, Cl=35.5

標準状態での気体の体積は 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 1~5)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕

問 1 互いに同素体でないものの組合せを、後の選択肢から一つ選べ。

- | | |
|----------------|-----------|
| ① ダイヤモンドとフラーレン | ② 黄リンと赤リン |
| ③ 塩化水素と塩酸 | ④ オゾンと酸素 |
| ⑤ 斜方硫黄とゴム状硫黄 | |

問 2 元素の周期表に関連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。

- ① 典型元素とは、遷移元素を除くすべての元素をいう。
- ② ハロゲンの原子は、最外殻に 7 個の電子をもつ。
- ③ 貴(希)ガスは、ふつう単原子分子として存在する。
- ④ 金属元素の単体は、すべて常温で固体である。
- ⑤ ケイ素は、非金属元素である。

問3 次の a~c の記述の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。

3

- a 絶対温度 [K] とセルシウス温度 [°C] の目盛の間隔は同じである。
- b 1013 hPa の条件下で、水は 100°C 以下では蒸発しない。
- c 絶対零度より低い温度は存在しない。

	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4 下の図は、炭酸水素ナトリウムを熱分解し、発生した気体の定性反応を行うための装置の模式図である。この実験装置において不適切なところを、後の選択肢から一つ選べ。 4

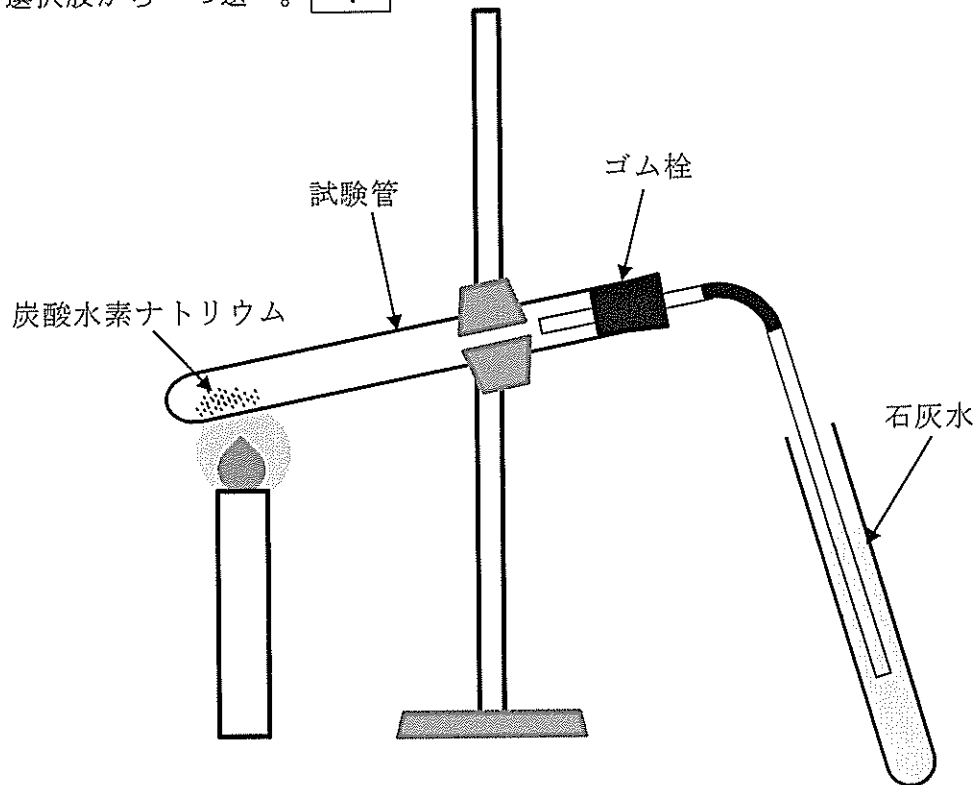


図1 炭酸水素ナトリウムの熱分解

- ① 粉末状の炭酸水素ナトリウムを使用する。
- ② 試験管の口を上げて設置する。
- ③ 試験管の口にゴム栓をつける。
- ④ 発生した気体の定性反応に石灰水を使用する。

問5 生活に関わる物質の記述として誤りを含むものを、後の選択肢から一つ選べ。

5

- ① セッケンには、その構造の中に水になじみやすい部分と油になじみやすい部分がある。
- ② 塩素は、水道水などの殺菌に利用されている。
- ③ ビタミン C (アスコルビン酸) は、食品の酸化防止剤として用いられる。
- ④ ポリエチレンテレフタレートは、石油から得られる物質からの化学反応で合成され、飲料水の容器などに用いられる。
- ⑤ 鉄とアルミニウムは溶鉱炉で加熱する同じ製法で大量生産されている。

第2問 次の問い(問1~3)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕

問1 電子天秤で、実験用ガスの入ったボンベの質量を測定したところ 49.33 g であった。次に、図1のようにガスボンベ中の気体を水上置換法でメスシリンダーに集めた。集めた気体を濃硫酸に通じて水蒸気を除去したところ、その体積は標準状態の体積に換算して 200 mL であった。その後、再びガスボンベの質量を測定したところ 49.08 g であった。下の問い (a・b) に答えよ。

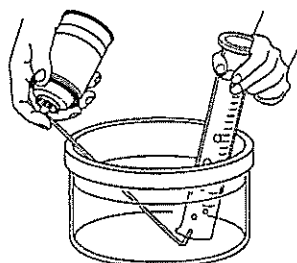


図1 ガスボンベ中の気体の収集 (模式図)

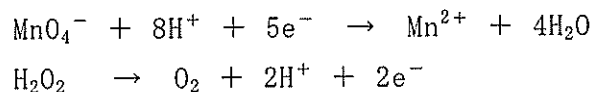
a この気体の標準状態における密度 (g/L) として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 g/L

- ① 0.73 ② 0.88 ③ 0.96 ④ 1.25 ⑤ 1.49

b ガスボンベに入っていた気体として最も適当なものはどれか。後の選択肢から一つ選べ。

- ① 水素 ② メタン ③ 窒素 ④ 酸素 ⑤ 塩素

問2 過マンガン酸カリウムと過酸化水素の酸化還元滴定において、硫酸酸性水溶液中で過マンガン酸イオンと過酸化水素はそれぞれ次のように反応する。この反応に関する下の問い (a・b) に答えよ。



a この反応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 硫酸は酸化剤としてはたらいている。
- ② 硫酸の代わりに塩酸を利用できる。
- ③ 塩基性条件下では、酸化マンガン(IV)が生じる。
- ④ 過酸化水素水の水素原子の酸化数は-2である。
- ⑤ 硫酸酸性下で過マンガン酸カリウムと過酸化水素が過不足なく反応すると、反応後の水溶液は濃い赤紫色になる。

b 0.100 mol/L 過酸化水素水 20.0 mL と 3.00 mol/L の硫酸 10.0 mL をコニカルビーカーに加え、ここにビュレットを使用して濃度未知の過マンガン酸カリウム水溶液を滴下していくと 20.0 mL 加えたところで、滴定の終点に達した。この過マンガン酸カリウム水溶液の濃度 [mol/L] として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 mol/L

- ① 0.0200 ② 0.0400 ③ 0.100 ④ 0.250 ⑤ 0.375

問 3 酸と塩基および塩に関する記述 a～d のうち正しいものの組合せはどれか。
最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 10

- a 酸から生じる水素イオンの物質量と塩基から生じる水酸化物イオンの物質量が等しい時、酸と塩基は過不足なく反応する。
- b 酸の電離度 α を表す式は、 $\frac{\text{電離によって生じた水素イオンの物質量[mol]}}{\text{溶解した酸の物質量[mol]}}$ である。
- c 酢酸ナトリウムの水溶液に希硫酸を加えると、酢酸が生じて刺激臭がする。
- d 塩化アンモニウム NH_4Cl は酸性塩である。

- ① a と b ② a と c ③ a と d ④ b と c ⑤ b と d
- ⑥ c と d

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1は、ある金属結晶の単位格子を表している。この単位格子中の原子の数として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 個

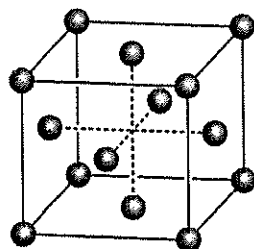


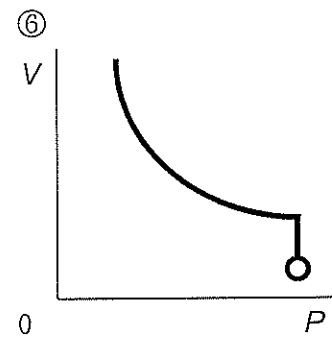
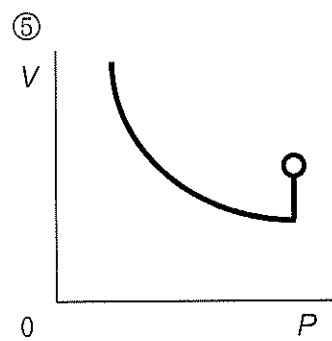
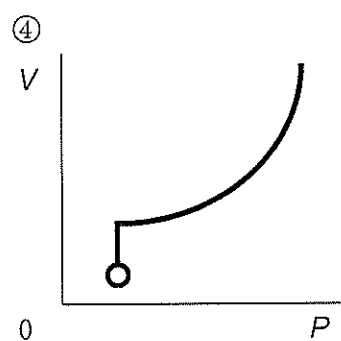
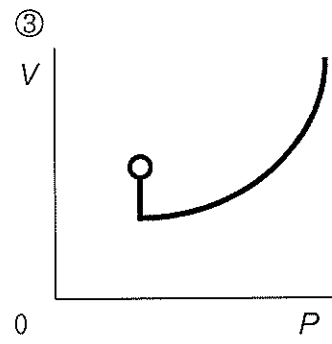
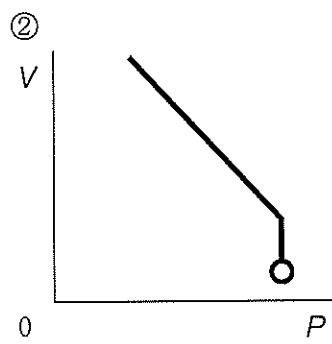
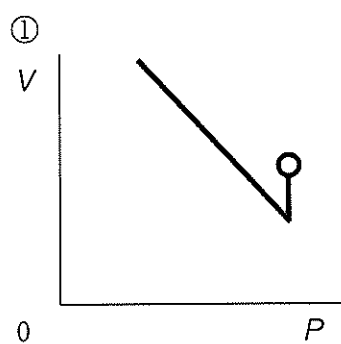
図1 面心立方格子

- ① 2 ② 4 ③ 6 ④ 8

問2 溶解とその仕組みに関する記述として正しいものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 水に過剰の NaCl を加えて飽和させ、水溶液中に固体の NaCl が存在しているとき、水溶液中の固体の NaCl の溶解は停止している。
- ② KCl が水に溶解するとき、 K^+ 、 Cl^- は錯イオンを形成している。
- ③ 非電解質であるグルコースは、水にもベンゼンにもよく溶ける。
- ④ 気体の水への溶解度は温度が高いほど低くなるのは、気体分子が水分子との分子間力を振り切って、空中に飛び出しやすくなるためである。

問3 体積を変えることができる密閉容器の中に理想気体を入れ、圧力 P を一定にして温度 T を下げた後、 T を一定にして体積 V を増加させた。この関係を表すグラフとして正しいものを、後の選択肢から一つ選べ。ただし図中の \circ は出発点を表すものとする。 13



問4 U字管の中央に半透膜を固定し、一方の側に純水を、もう一方の側に水溶液ア～エの一つを、液面の高さが同じになるように入れた。十分な時間を置くと、水分子だけが半透膜を透過し、図2のように、液面の高さに h の差が生じた。同様の実験を他の水溶液についても行ったところ、 h の大きさはそれぞれの水溶液で異なっていた。水溶液ア～エについて行った実験の結果について、後の問い(a・b)に答えよ。ただし、電解質は完全に電離しているものとする。

- ア 0.10 mol/L グルコース水溶液
- イ 0.10 mol/L 塩化ナトリウム水溶液
- ウ 0.10 mol/L 硫酸ナトリウム水溶液
- エ 0.05 mol/L スクロース溶液

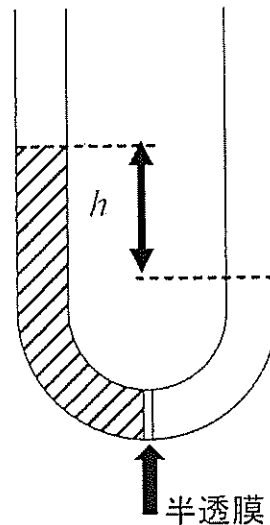


図2 十分な時間経過後のU字管の様子(模式図)

a h の大きさが最も大きくなったのは、どの水溶液を入れたときか。最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 14

- ① ア ② イ ③ ウ ④ エ

b 27°Cにおけるイの水溶液の浸透圧は何Paか。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 15 Pa

- ① 1.3×10^5 ② 2.5×10^5 ③ 3.8×10^5 ④ 5.0×10^5
 ⑤ 6.3×10^5 ⑥ 7.5×10^5

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 アルミニウムは、塩酸と反応して水素を発生する。この反応の反応速度に関する記述 a~c の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。 16

- a 加熱することによって、反応速度が上昇する。
- b 使用量が同じであれば、粉末状態よりも大きな塊状態のアルミニウムを使用したほうが反応速度は上昇する。
- c 塩酸の濃度を変えても反応速度は変化しない。

	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2 酢酸水溶液中の酢酸の濃度と pH の関係を調べたところ、0.040 mol/L の酢酸水溶液の pH は 3.0 であった。この水溶液中の酢酸の電離度として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 17

- ① 0.013 ② 0.025 ③ 0.038 ④ 0.050 ⑤ 0.075
- ⑥ 0.088

問3 図1に示すように、十分な濃度の硫酸ナトリウム水溶液にBTB(プロモチモールブルー)を数滴滴下し、電気分解をおこなった。この実験について後の問い(a・b)に答えよ。

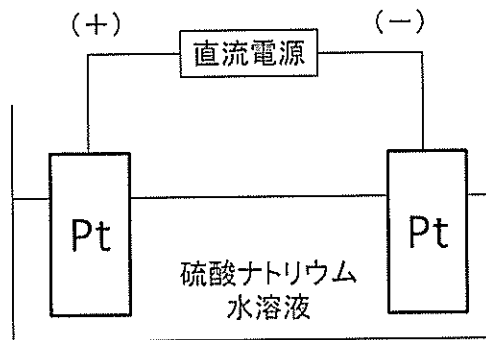


図1 電気分解装置(模式図)

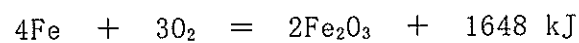
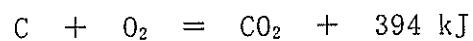
a この電気分解に関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 陽極付近の水溶液の色が緑色から黄色に変色した。
- ② 陽極の質量が増加した。
- ③ 陰極の質量が増加した。
- ④ 陰極では、二酸化硫黄が発生した。

b 電気分解を20分間行ったところ、陽極では標準状態で56 mLの気体が生じた。使用した電流は何Aか。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 A

- ① 0.20 ② 0.40 ③ 0.60 ④ 0.80 ⑤ 1.0

問4 次の熱化学方程式を参考にして、酸化鉄(Ⅲ)Fe₂O₃を炭素で還元して単体の鉄1 molを得るときの反応熱[kJ]として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 20 kJ



- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① -466 | ② -233 | ③ -117 |
| ④ 117 | ⑤ 233 | ⑥ 466 |