

化学基础

化学基礎

必要があれば、原子量は次の値を用いること。

原子量 H : 1.0 C : 12 N : 14 O : 16 Ca : 40

標準状態で気体 1 mol が占める体積 22.4 L

第1問 次の各問いに答えよ。

問1 同素体の組合せとして誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 酸素とオゾン ② 黒鉛と鉛 ③ 赤リンと黄リン
④ 斜方硫黄と単斜硫黄 ⑤ ダイヤモンドとフラーレン

問2 物質の状態変化と身近な現象の組合せとして誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

| | 状態変化 | 身近な現象 |
|---|------|--------------------|
| ① | 凝固 | 冬の早朝に、庭先で霜柱ができていた。 |
| ② | 蒸発 | 洗濯物が昼には乾いていた。 |
| ③ | 昇華 | ドライアイスの塊が小さくなっていた。 |
| ④ | 凝縮 | 浴室の鏡の表面がくもっていた。 |
| ⑤ | 融解 | 冷凍庫の氷が小さくなっていた。 |

問3 原子 X が 2 価の陰イオンになったときの電子配置は、原子 Y が 3 価の陽イオンになったときの電子配置と等しい。Y は質量数が 27 で中性子の数は陽子の数より 1 多い。原子 X の原子番号はいくらか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 8 ② 9 ③ 10 ④ 18 ⑤ 22

問4 原子の構造に関する記述中の空欄 ～ に当てはまる語句の組合せとして最も
 適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

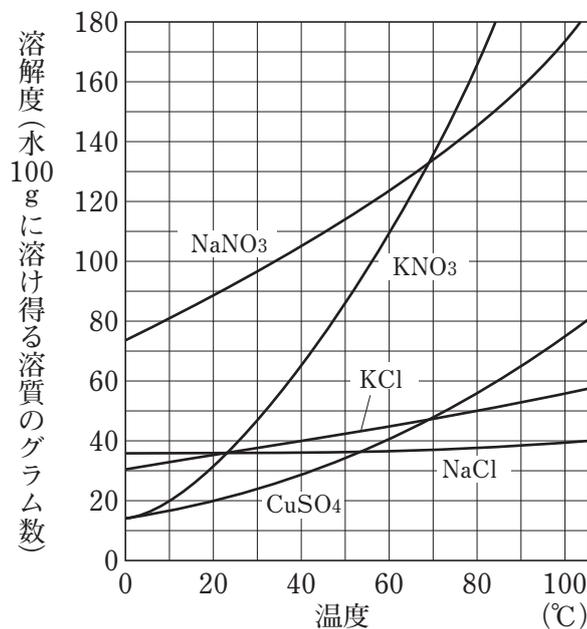
原子は原子核と電子からなり、原子核の質量は原子全体の 。また、原子中の陽子の
 数と の数は等しいが、原子が になると、陽子の数より の数の方が多
 くなる。

| | ア | イ | ウ |
|---|-----------------|-----|------|
| ① | ほとんどを占める | 電子 | 陽イオン |
| ② | ほとんどを占める | 中性子 | 陽イオン |
| ③ | ほとんどを占める | 電子 | 陰イオン |
| ④ | 約 1840 分の 1 である | 中性子 | 陽イオン |
| ⑤ | 約 1840 分の 1 である | 電子 | 陰イオン |
| ⑥ | 約 1840 分の 1 である | 中性子 | 陰イオン |

問5 元素の周期表に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 典型元素では、同族元素どうしの化学的性質がよく似ている。
- ② 同じ族に属する遷移元素では、原子の最外殻電子の数は等しい。
- ③ 周期表の 3 族から 11 族までの元素は遷移元素に分類される。
- ④ すべての元素のうち、金属元素の方が非金属元素より多い。
- ⑤ 同一周期の元素がすべて非金属からなる周期がある。

問6 図中の物質のうち、飽和水溶液からの再結晶によっては、純粋な物質を得ることが難しいのはどれか。最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、グラフは水溶液の温度と溶解度(水 100 g に溶解得る溶質の質量[g])の関係を表している。 6



- ① KNO₃ ② NaNO₃ ③ NaCl ④ KCl ⑤ CuSO₄

問7 身近な物質に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

7

- ① ガラスや陶磁器などの非金属材料をセラミックスといい、硬くて耐熱性がある。
- ② 食品の保存には容器を真空にしたり、窒素ガスを封入したりする方法がある。
- ③ 繊維には天然繊維と合成繊維とがあり、木綿や麻から得られる繊維は天然繊維である。
- ④ 鉄の製造は紀元前 3000 年以前から行われており、銅より古くから利用されている。
- ⑤ セッケンの粒子は、油になじみやすい部分と水になじみやすい部分からできている。

第2問 次の各問いに答えよ。

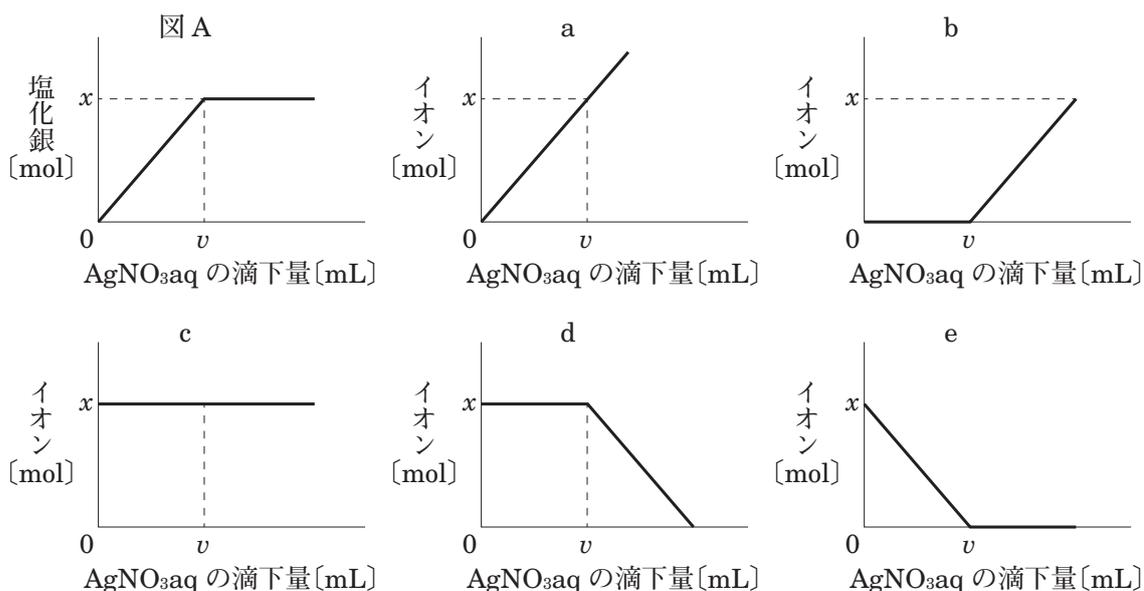
問1 二酸化炭素 1.0 L と窒素 3.0 L を混合した気体がある。この混合気体の平均分子量に最も近い分子量の気体はどれか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 8

- ① 酸素 ② メタン ③ アンモニア
④ 一酸化窒素 ⑤ 二酸化窒素

問2 塩化ナトリウム水溶液に硝酸銀水溶液を滴下すると、次の反応式で示す反応が起こり、塩化銀の白色沈殿が生成する。



硝酸銀水溶液の滴下量に対する塩化銀の物質を表したグラフを図Aとすると、水溶液中の Ag^+ 、 Na^+ 、 NO_3^- の物質を表すグラフは次の a～e のうち、それぞれどれか。最も適当な組合せを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。なお、aq は水溶液を表す。 9



| | Ag^+ | Na^+ | NO_3^- |
|---|---------------|---------------|-----------------|
| ① | a | c | b |
| ② | a | d | b |
| ③ | a | e | c |
| ④ | b | c | d |
| ⑤ | b | c | a |
| ⑥ | b | d | a |

問3 市販のアンモニア水の質量パーセント濃度は28%で、密度は0.90 g/mLである。このアンモニア水を使って、1.0 mol/Lのアンモニア水500 mLを作るには、アンモニア水は何mL必要か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 10 mL

- ① 7.4 ② 9.4 ③ 34 ④ 47 ⑤ 730

問4 化学結合に関する次の各問いに答えよ。

(1) 化合物の分子式としてあり得ないものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、分子内に二重結合または三重結合がある場合は、いずれか一つのみとする。 11

- ① CH₂O ② C₂H₄O₂ ③ C₃H₈ ④ C₄H₈ ⑤ C₅H₉

(2) 化学結合に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 12

- ① 水素Hは、他の非金属元素の原子とはイオン結合により結合している。
② 炭素Cの原子価は4で、C原子が環状や鎖状に結合した化合物がある。
③ N₂はN原子どうしが3組の共有電子対で結ばれた三重結合によって結合している。
④ 酸素Oには2個の対電子があり、O原子を含む化合物には単結合または二重結合がある。
⑤ ケイ素Siには4個の対電子があり、酸素原子との共有結合の結晶が二酸化ケイ素である。

(3) 分子の極性に関する記述のうち、下線部の語句・化学式に誤りを含むものをすべて選んだものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 13

異なる種類の原子どうしが共有結合するとき、それぞれの原子が共有電子対を引き寄せる強さに違いがある。この強さの尺度を_(a)電子親和力といい、すべての元素のうちでFが最も大きい。したがって、HClとHFでは_(b)HFのほうが極性が強い。

CH₄のような2種類の元素からなる化合物では、C-H結合に極性があるが、分子全体としては打ち消しあって_(c)無極性分子になる。

- ① (a)のみ ② (b)のみ ③ (c)のみ
④ (a)と(b) ⑤ (a)と(c) ⑥ (b)と(c)

第3問 次の各問いに答えよ。

問1 pHに関する記述について、最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 14

- ① 水溶液中の $[\text{H}^+]$ と $[\text{OH}^-]$ の間には、比例の関係がある。
- ② 水溶液中の $[\text{H}^+]$ が大きくなると、pHの値も大きくなる。
- ③ 水溶液のpHの値は、酸や塩基のモル濃度だけで決まる。
- ④ pHが13の強塩基の水溶液を水で10倍に薄めるとpHは12になる。
- ⑤ pHが6の酸性水溶液を水で10倍に薄めるとpHは7になる。

問2 水酸化カルシウム7.4 mgを水に溶かして100 mLの水溶液をつくった。この水溶液とちょうど中和する水溶液として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 15

- ① 1.0×10^{-3} mol/L 酢酸水溶液 100 mL
- ② 1.0×10^{-3} mol/L シュウ酸水溶液 100 mL
- ③ 2.0×10^{-3} mol/L 硫酸 100 mL
- ④ 5.0×10^{-4} mol/L 炭酸水 100 mL
- ⑤ 1.0×10^{-3} mol/L 塩酸 100 mL

問3 適量のメチルオレンジ(変色域は3.1～4.4)を指示薬として次の中和滴定をしたとき、溶液の色が赤色から黄色に変化するのはどれか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、滴下する水溶液のモル濃度はすべて同じとする。 16

- ① 水酸化ナトリウム水溶液に塩酸を滴下する。
- ② 水酸化カルシウム水溶液に酢酸を滴下する。
- ③ アンモニア水に塩酸を滴下する。
- ④ 塩酸に水酸化ナトリウム水溶液を滴下する。
- ⑤ 酢酸に水酸化ナトリウム水溶液を滴下する。

問4 レモンやグレープフルーツなどの柑橘類^{かんきつ}が酸っぱいのは、クエン酸が含まれているからである。レモン果汁に含まれているクエン酸（分子量 192）の濃度を求める実験を次のように行った。これに関する下の各問いに答えよ。ただし、レモン果汁中に含まれる、水酸化ナトリウムと反応する物質はクエン酸のみとする。

操作1 レモン果汁 10 g に純水を加え、100 mL の水溶液にした。

操作2 操作1 の水溶液 10.0 mL に指示薬を加え、0.10 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を滴下したところ、中和するまでに 4.8 mL を要した。

(1) クエン酸は3価の弱酸である。クエン酸 1.0 mol と反応する水酸化ナトリウムは何 mol か。

最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 mol

- ① 0.33 ② 0.75 ③ 1.0 ④ 2.0 ⑤ 3.0

(2) 操作1 で薄めてつくった水溶液中のクエン酸の濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、

次の①～⑤のうちから一つ選べ。 mol/L

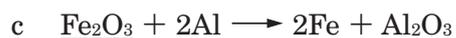
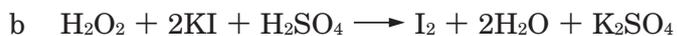
- ① 1.0×10^{-3} ② 1.6×10^{-3} ③ 1.6×10^{-2}
④ 2.4×10^{-2} ⑤ 4.8×10^{-2}

(3) 薄める前のレモン果汁に含まれているクエン酸の質量パーセント濃度は何%か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 %

- ① 0.31 ② 0.48 ③ 1.9 ④ 3.1 ⑤ 9.2

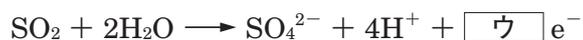
第4問 次の各問いに答えよ。

問1 次の a～c の化学反応式中の下線部で示す物質が、酸化剤としてはたらいっているのはどれか。すべて選んだものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 20



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

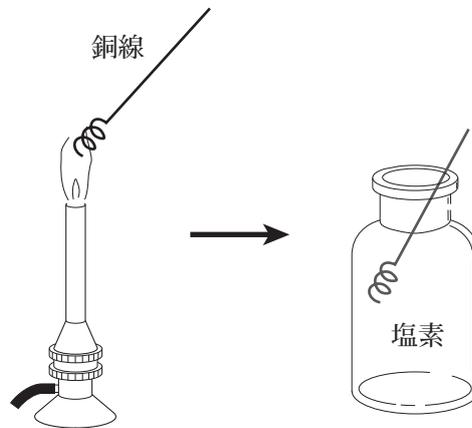
問2 次の酸化剤や還元剤のイオン反応式について、空欄 ア ～ ウ に当てはまる e⁻ の係数の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 21



| | ア | イ | ウ |
|---|---|---|---|
| ① | 2 | 3 | 2 |
| ② | 2 | 3 | 3 |
| ③ | 2 | 2 | 4 |
| ④ | 3 | 3 | 2 |
| ⑤ | 3 | 2 | 3 |
| ⑥ | 3 | 2 | 4 |

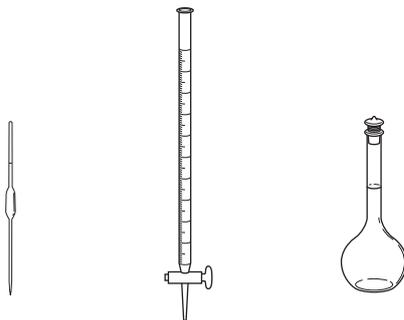
問3 加熱した銅線を塩素の入った広口びんに入れると、銅と塩素が反応し、褐色の煙が発生した。このことに関する記述として誤りを含むものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。

22



- ① 銅は電子を失い，酸化されている。
- ② 塩素は電子を受け取り，還元されている。
- ③ 銅の酸化数は減少し，塩素の酸化数は増加している。
- ④ 銅と塩素は同じ物質質量ずつ反応している。
- ⑤ 褐色の煙は塩化銅(Ⅱ)である。

問4 濃度未知の過マンガン酸カリウム水溶液の濃度を求める実験を、次のように行った。これに関する下の各問いに答えよ。なおガラス器具A、Bは次のいずれかである。



操作1 シュウ酸二水和物を必要な量だけをはかりとって全量を水に溶かし、ガラス器具Aを用いて0.050 mol/L水溶液100 mLを調製した。

操作2 操作1のシュウ酸水溶液のうち10.0 mLを入れたコニカルビーカーに希硫酸を加えて温め、ガラス器具Bを用いて、濃度未知の過マンガン酸カリウム水溶液を滴下したところ、終点までに12.0 mLを要した。

(1) ガラス器具A、Bとコニカルビーカーのうち、精製水で洗ったままで使用することができるのはどれか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 23

- ① ガラス器具Aのみ
- ② ガラス器具Bのみ
- ③ コニカルビーカーのみ
- ④ ガラス器具AとB
- ⑤ ガラス器具Aとコニカルビーカー
- ⑥ ガラス器具Bとコニカルビーカー

(2) 操作2の滴定の終点での色の变化として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 24

- ① 無色から黄色
- ② 無色から薄赤色
- ③ 黄色から無色
- ④ 薄赤色から無色
- ⑤ 赤色から黄色

(3) この過マンガン酸カリウム水溶液のモル濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 25 mol/L

- ① 0.010
- ② 0.017
- ③ 0.050
- ④ 0.067
- ⑤ 0.080

(化学基礎の問題は終わり)