

化学基礎

(全問必答)

第1問 次の各問い(問1～10)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 31)

問1 次の記述①～④のうちから誤りを含むものを一つ選べ。

- ① 石油と海水はともに混合物である。
- ② ヘリウムとネオンは互いに同素体である。
- ③ 一酸化炭素と二酸化炭素はともに化合物である。
- ④ 酸素とオゾンはともに単体である。

問2 次の分離操作ア・イの組合せとして最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

ア 塩化銀と塩化ナトリウムの混合物から塩化銀を分離する。

イ 水に分散している油脂をエーテルに溶かして分離する。

| | ア | イ |
|---|-----|----|
| ① | ろ過 | 蒸留 |
| ② | 再結晶 | ろ過 |
| ③ | 昇華法 | 抽出 |
| ④ | ろ過 | 抽出 |
| ⑤ | 昇華法 | 蒸留 |

問3 ある水溶液の炎色反応を調べると黄緑色であった。ここから確認できる元素として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

- ① Na ② K ③ Ca ④ Ba

問4 イオン化エネルギー(第一イオン化エネルギー)が最も大きい原子を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 4

- ① He ② N ③ F ④ Na ⑤ S

問5 水素原子と塩素原子から塩化水素分子ができるときの仕組みに最も関係の深いものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

- ① 陽子の共有
② 価電子の共有
③ 陽イオンと陰イオンの静電氣的引力
④ 自由電子と陽イオンの静電気引力

問6 原子に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 6

- ① すべての原子の最外殻電子は、価電子と呼ばれる。
② すべての原子核は、陽子とそれと同数の中性子から構成されている。
③ 価電子数の多い原子は、陰イオンになりやすい傾向がある。
④ 原子の大きさは、原子核の大きさにほぼ等しい。

問7 単結合を最も多く含む分子を、次の①～④のうちから一つ選べ。 7

- ① 塩素 ② 二酸化炭素 ③ 水 ④ エタン

化学基礎

問8 次のイオン①～④のうちから，Neと同じ電子配置になっているものを一つ選べ。 8

- | | |
|-------------|----------|
| ① アルミニウムイオン | ② 塩化物イオン |
| ③ リチウムイオン | ④ 硫化物イオン |

問9 イオン結晶の性質に関する記述として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 9

- ① 融点や沸点が低く，昇華するものもある。
- ② 結晶内に自由電子が存在する。
- ③ 非常に硬く，強い力を加えても結晶は壊れにくい。
- ④ 固体の状態では電気を通さないが，融解したり水溶液にしたりすると電気を通す。

問10 図1は周期表の概略図である。非金属元素が属する領域をすべて選んだ組合せとして最も適当なものを，下の①～⑦のうちから一つ選べ。 10

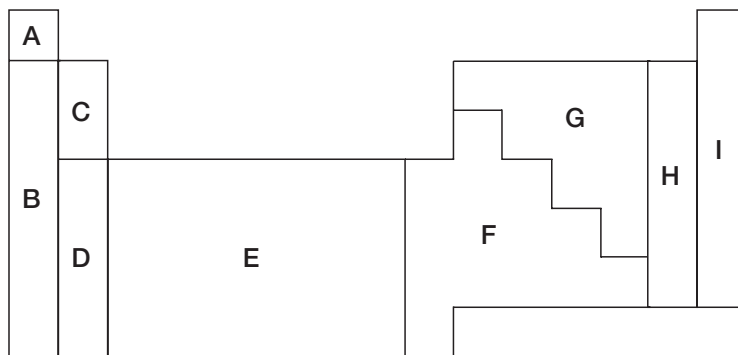


図 1

- | | | |
|-----------------|-----------------|--------------------|
| ① G, H, I | ② F, G, H, I | ③ A, F, G, H, I |
| ④ A, G, H, I | ⑤ A, C, G, H, I | ⑥ A, C, F, G, H, I |
| ⑦ B, C, D, E, F | | |

化学基礎

第2問 次の各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 28)

問1 次の記述中の空欄 ・ に当てはまる語句・数値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。

銀には、相対質量 107 の ^{107}Ag と相対質量 109 の ^{109}Ag の2種類の が存在し、原子量は 107.9 である。ここから、銀原子 1000 個中には 個の ^{107}Ag が存在していることがわかる。

| | ア | イ |
|---|-----|-----|
| ① | 同位体 | 450 |
| ② | 同位体 | 500 |
| ③ | 同位体 | 550 |
| ④ | 同素体 | 450 |
| ⑤ | 同素体 | 500 |
| ⑥ | 同素体 | 550 |

問2 次の a ~ c に当てはまるものを、それぞれの解答群①~④のうちから一つずつ選べ。ただし、気体はすべて標準状態(0℃, 1.0×10^5 Pa)とし、原子量は H=1.0, C=12, N=14, O=16, Al=27, S=32 とする。また、アボガドロ定数は 6.0×10^{23} /mol, 標準状態(0℃, 1.0×10^5 Pa)における気体 1.0 mol の体積は 22.4 L とする。

a 硫酸アルミニウム 171 g に含まれる硫酸イオンの物質量。 mol

- ① 0.50 ② 1.5 ③ 2.5 ④ 3.0

b 体積 5.6 L の質量が 11 g である気体。

- ① アンモニア NH_3 ② 一酸化炭素 CO
③ エタン C_2H_6 ④ 二酸化炭素 CO_2

c 酸素 2.8 L 中に存在する酸素の分子数。 個

- ① 3.0×10^{22} ② 4.5×10^{22} ③ 7.5×10^{22} ④ 8.0×10^{22}

問3 金属 M は硫化物 MS に 67% の割合で含まれている。この金属 M の原子量として最も適当な数値を、次の①~④のうちから一つ選べ。ただし、原子量は S=32 とする。

- ① 27 ② 52 ③ 56 ④ 65

化学基礎

問4 濃度に関する次の問い(a・b)に当てはまるものを、それぞれの解答群①～④のうちから一つずつ選べ。ただし、原子量はH=1.0, O=16, S=32とする。

a 2.0 mol/Lの硫酸100 mLと5.0 mol/Lの硫酸50 mLを混合し、水を加えて250 mLとした溶液の濃度。 mol/L

- ① 0.45 ② 0.9 ③ 1.8 ④ 4.5

b 質量パーセント濃度が98%の濃硫酸のモル濃度。ただし、濃硫酸の密度は1.8 g/cm³とする。 mol/L

- ① 5.4 ② 10 ③ 18 ④ 20

問5 酸化カルシウム11.2 gに水9.0 gを加えると水酸化カルシウムが生成する。次の問い(a・b)に答えよ。ただし、原子量はH=1.0, O=16, Ca=40とする。

a 生成する水酸化カルシウムの質量として最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 g

- ① 11.2 ② 14.8 ③ 22.4 ④ 29.6

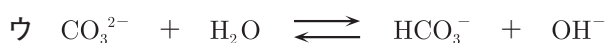
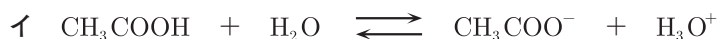
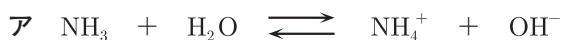
b 反応せずに残る物質とその物質質量として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 酸化カルシウムが0.050 mol 残る。
② 酸化カルシウムが0.10 mol 残る。
③ 水が0.20 mol 残る。
④ 水が0.30 mol 残る。

化学基礎

第3問 次の各問い(問1～10)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 41)

問1 次のア～ウの各反応において、水がブレンステッドの提唱した酸に相当しているものとして最も適当なものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。



- ① アのみ ② イのみ ③ ウのみ ④ アとイ
⑤ アとウ ⑥ イとウ ⑦ アとイとウ

問2 pH および水素イオン濃度 $[\text{H}^+]$ に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

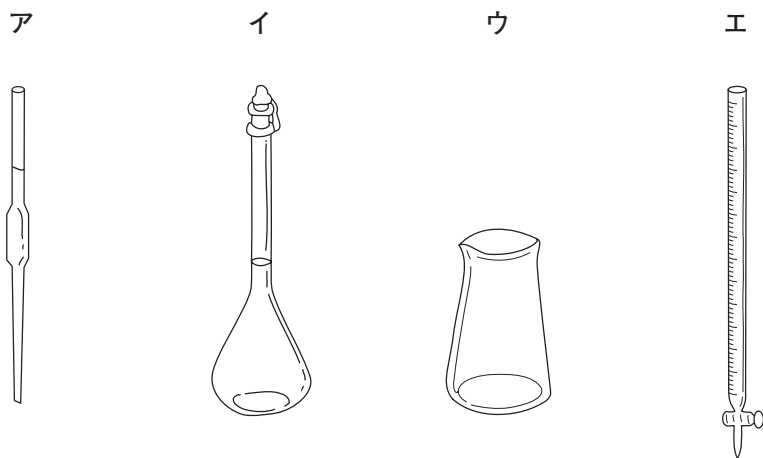
- ① 同じ濃度の塩酸と硫酸の pH を比較すると、硫酸の pH のほうが大きい。
② pH が 11 の水酸化ナトリウム水溶液を水で 100 倍にうすめると、pH は 13 になる。
③ pH が 4 の塩酸を水で 10000 倍にうすめると pH は 8 になる。
④ 25℃で純水に酸を溶かせば、 $[\text{H}^+]$ は $1.0 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$ より大きくなる。

問3 次の塩ア～ウのうちから、その水溶液に塩酸を加えると気体が発生するものとして最も適当なものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。

ア 炭酸水素ナトリウム イ 炭酸ナトリウム ウ 硫酸アンモニウム

- ① アのみ ② イのみ ③ ウのみ ④ アとイ
⑤ アとウ ⑥ イとウ ⑦ アとイとウ

問4 中和滴定の実験に関する器具ア～エについて、下の問い(a・b)に答えよ。



a 正確な濃度の溶液を調整するのに用いる器具はどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4

- ① ア ② イ ③ ウ ④ エ

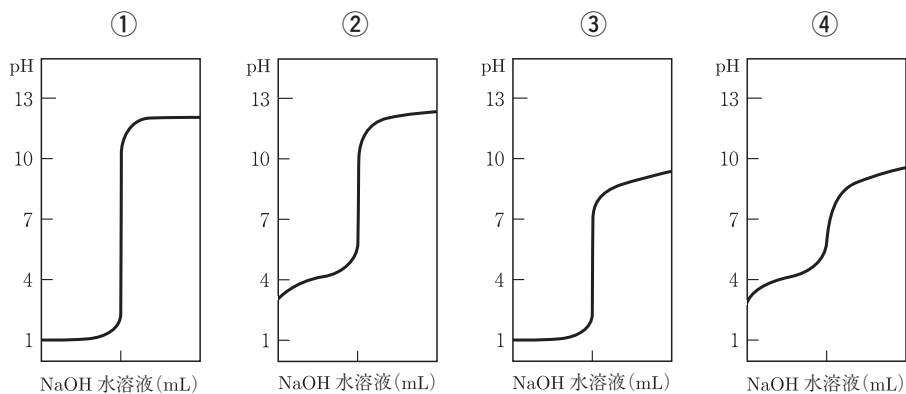
b 純水で洗ったのち、使用する溶液で洗浄してから用いる器具の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 5

- ① アとイ ② アとウ ③ アとエ
 ④ イとウ ⑤ イとエ ⑥ ウとエ

化学基礎

問5 0.1 mol/L の酢酸に 0.1 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を加えた。次の問い (a・b) に答えよ。

a 滴定曲線として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 6



b 次の指示薬ア～ウのうちで、使用できるものはどれか。最も適当なものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。 7

ア メチルレッド(変色域 pH4.2～6.2)

イ メチルオレンジ(変色域 pH3.1～4.4)

ウ フェノールフタレイン(変色域 pH8.0～9.8)

① アのみ

② イのみ

③ ウのみ

④ アとイ

⑤ アとウ

⑥ イとウ

⑦ アとイとウ

問6 ある量のアンモニアを 0.10 mol/L の希硫酸 20 mL に完全に吸収させたのち、残っている硫酸を中和するのに 0.10 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を 10 mL 要した。はじめのアンモニアの物質質量として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 8 mol

- ① 1.0×10^{-3} ② 2.0×10^{-3} ③ 3.0×10^{-3}
 ④ 1.0×10^{-2} ⑤ 2.0×10^{-2} ⑥ 3.0×10^{-2}

問7 酸化還元に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 9

- ① 物質が水素と化合する反応は酸化である。
 ② 金属の単体が金属イオンになるのは還元である。
 ③ 酸化還元反応では、酸化数の総増加量と総減少量が等しくなる。
 ④ 酸化還元反応において、還元剤とは自分自身が還元される物質のことである。

問8 次の反応①～④について、反応式の右辺にある下線を引いた塩素原子の酸化数が、左辺にある塩素分子あるいは塩素化合物中の塩素原子の酸化数に比べて1だけ増加しているものを一つ選べ。 10

- ① $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{HCl} + \text{H}\underline{\text{Cl}}\text{O}$
 ② $\text{NaClO} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{Na}\underline{\text{Cl}} + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$
 ③ $\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_4\text{Cl} \longrightarrow \text{Ca}\underline{\text{Cl}}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_3$
 ④ $2\text{Na} + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{Na}\underline{\text{Cl}}$

化学基礎

問9 酸性条件下で、過マンガン酸イオンおよびシュウ酸は、次のように反応する。

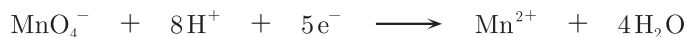


図1のように、0.050 mol/L シュウ酸水溶液 20 mL をとり、硫酸を加えて酸性とした。図に示した器具を用いて、ここに濃度不明の過マンガン酸カリウム水溶液を滴下したところ、16 mL 加えたところで終点に達した。下の問い(a・b)に答えよ。

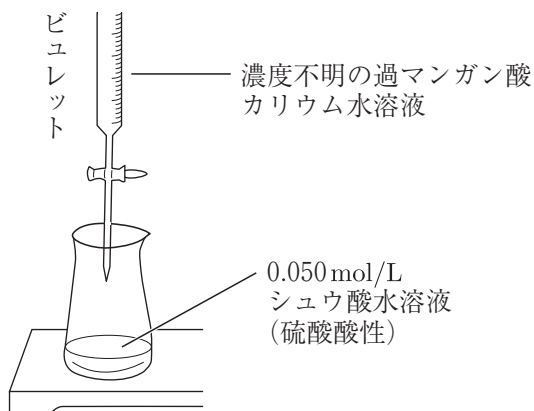


図 1

a 反応が終点に達したことは、水溶液の色の変化で判断する。この実験での正しい色の変化として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

11

- | | |
|------------|------------|
| ① 赤橙色 → 黄色 | ② 黄色 → 赤橙色 |
| ③ 赤紫色 → 無色 | ④ 無色 → 赤紫色 |

b 過マンガン酸カリウム水溶液の濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。12 mol/L

- | | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| ① 1.6×10^{-2} | ② 2.5×10^{-2} | ③ 6.3×10^{-2} | ④ 1.6×10^{-1} |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|

問10 次の金属と水溶液の組合せア～ウのうちから、反応が起こるものとして最も適当なものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。 13

ア 亜鉛と硫酸銅(Ⅱ)水溶液

イ 銅と硝酸銀水溶液

ウ 銅と硫酸亜鉛

① アのみ

② イのみ

③ ウのみ

④ アとイ

⑤ アとウ

⑥ イとウ

⑦ アとイとウ