

化 学

以下の問題を解答するにあたって必要なときには、次に示す値を用いなさい。

原子量 H : 1.0 C : 12 O : 16

アボガドロ定数 $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$

標準状態 (0℃, $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$) での気体 1 mol の体積 22.4 L

[1] 化学と人間生活に関する以下の(1)および(2)の問いに答えなさい。

(1) 化学変化でない現象を、次のア～オのうちから一つ選び、記号で答えなさい。

ア 使い捨てカイロが空気と触れて温かくなった。

イ 泡の出る入浴剤を風呂の湯に溶かすと、二酸化炭素の泡が発生した。

ウ 保冷剤のドライアイスが時間の経過とともに小さくなった。

エ 鉄くぎがさびて変色した。

オ 燃料電池から電流を取り出した。

(2) 硬貨には銅の合金が用いられることが多い。銅とその合金を構成している銅以外の金属とその合金の名称の組み合わせとして最も適当なものを、次のア～カのうちから一つ選び、記号で答えなさい。

	銅以外の金属	合金の名称
ア	鉄	黄銅
イ	鉄	ステンレス鋼
ウ	亜鉛	黄銅
エ	亜鉛	ステンレス鋼
オ	金	黄銅
カ	金	ステンレス鋼

〔 2 〕 物質の構成に関する以下の(1)～(6)の問いに答えなさい。

- (1) 分子またはイオンに含まれる総電子数が他と異なるものを，次のア～オのうちから一つ選び，記号で答えなさい。

ア NH_4^+ イ OH^- ウ F^- エ N_2 オ H_2O

- (2) 表は，ある結晶について，その性質をいくつかの方法で調べた結果を示したものである。この結晶の種類として最も適当なものを，次のア～エのうちから一つ選び，記号で答えなさい。

表

方法	結果
ハンマーでたたいたときの様子	もろく，特定の面に沿って割れた
結晶は電気を通したか	通さなかった
水に溶けたか，その水溶液は電気を通したか	溶けて，その水溶液は電気を通した

ア 金属結晶 イ イオン結晶 ウ 共有結合の結晶 エ 分子結晶

- (3) 分子に関する記述として誤りを含むものを次のア～オのうちから一つ選び，記号で答えなさい。

ア ネオンの単体は，単原子分子として存在する。

イ 窒素分子は，非共有電子対をもたない。

ウ フッ化水素分子中の F 原子は，わずかに負の電荷を帯びている。

エ 二酸化炭素分子は $\text{C}=\text{O}$ 結合に極性をもつが，分子全体ではその極性が打ち消されている。

オ アンモニア分子は，三角錐形である。

- (4) 組成式が X_2Y_3 で表されるイオン結晶を構成する陽イオンと陰イオンの組み合わせとして最も適当なものを、次のア～オのうちから一つ選び、記号で答えなさい。

	陽イオン	陰イオン
ア	カリウムイオン	酸化物イオン
イ	マグネシウムイオン	塩化物イオン
ウ	アルミニウムイオン	硫酸イオン
エ	ナトリウムイオン	硫化物イオン
オ	カルシウムイオン	リン酸イオン

- (5) リチウム Li, ナトリウム Na, カリウム K に関する記述として誤りを含むものを、次のア～オのうちから一つ選び、記号で答えなさい。

- ア 単体はいずれも常温・常圧で固体である。
 イ いずれの原子も 1 価の陽イオンになりやすい。
 ウ Li は赤色, Na は黄色, K は赤紫色の炎色反応を示す。
 エ 単原子イオンの半径を大きい順に並べると, $K^+ > Na^+ > Li^+$ となる。
 オ イオン化傾向の大きい順に並べると, $Li > Na > K$ となる。

- (6) 次の a～f の固体のうち、共有結合の結晶に分類されるものの組み合わせとして最も適当なものを、下のア～カのうちから一つ選び、記号で答えなさい。

- | | | |
|----------|----------|----------|
| a 二酸化ケイ素 | b 白金 | c ダイヤモンド |
| d 氷 | e 炭酸バリウム | f ドライアイス |

- | | | |
|-------|---------|---------|
| ア a・b | イ a・c | ウ b・f |
| エ d・f | オ a・b・e | カ a・c・f |

[3] 物質質量と化学反応式に関する以下の(1)~(4)の問いに答えなさい。

- (1) 次の記述 a ~ c のうち、原子の物質質量が大きい順に並べたものとして最も適当なものを、下のア~カのうちから一つ選び、記号で答えなさい。ただし、空気は窒素と酸素が体積比 4 : 1 で混ざった混合気体とする。

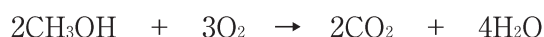
- a 4.5 g の水に含まれる水素原子
b 標準状態 (0℃, 1.013×10^5 Pa) における体積が 10 L の空気に含まれる窒素原子
c 1.0 mol/L の硫酸水溶液 100 mL に含まれる硫黄原子

- ア $a > b > c$ イ $a > c > b$ ウ $b > a > c$
エ $b > c > a$ オ $c > a > b$ カ $c > b > a$

- (2) 元素 X の原子量を M_X 、元素 Y の原子量を M_Y とすると、組成式が X_2Y で表される化合物 20 g の中には元素 X は何 g 含まれているか。その質量を表す式として最も適当なものを、次のア~エのうちから一つ選び、記号で答えなさい。

- ア $\frac{2M_X}{2M_X + M_Y}$ イ $\frac{4M_X}{2M_X + M_Y}$ ウ $\frac{20M_X}{2M_X + M_Y}$ エ $\frac{40M_X}{2M_X + M_Y}$

- (3) 2.0 mol のメタノールのみが入った密閉容器に、ある量の酸素を加えて、メタノールを完全燃焼させた。この反応の化学反応式は、次のように表される。



燃焼後の容器に残っている気体の体積は標準状態 (0℃, 1.013×10^5 Pa) で 89.6 L であった。容器に加えた酸素の質量は何 g か。解答欄に計算過程も記入し、有効数字 2 桁で答えなさい。ただし、燃焼によって生成した水はすべて液体として存在するものとする。

(4) ある質量のシュウ酸二水和物 $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の結晶を電子天秤ではかり取り, 0.050 mol/L のシュウ酸水溶液 100 mL を調製した。下の問い(i), (ii)に答えなさい。

(i) このシュウ酸水溶液の作り方として正しいものを, 次のア～エのうちから一つ選び, 記号で答えなさい。

ア シュウ酸二水和物 0.63 g を水 100 mL に溶かす。

イ シュウ酸二水和物 0.63 g を溶かした水溶液に, 水を加えて 100 mL にする。

ウ シュウ酸二水和物 0.45 g を水 100 mL に溶かす。

エ シュウ酸二水和物 0.45 g を溶かした水溶液に, 水を加えて 100 mL にする。

(ii) 上記のシュウ酸水溶液を調製するときに必要な器具として最も適当なものを, 次のア～エのうちから一つ選び, 記号で答えなさい。

ア ホールピペット

イ ビュレット

ウ メスフラスコ

エ コニカルビーカー

[4] 酸と塩基に関する以下の(1)~(3)の問いに答えなさい。

- (1) 図は、 0.10 mol/L の 1 価の酸 X の水溶液 20 mL に、 0.20 mol/L の塩基 Y の水溶液を滴下したときに得られる滴定曲線である。この中和反応に関する記述として誤りを含むものを、下のア～エのうちから一つ選び、記号で答えなさい。

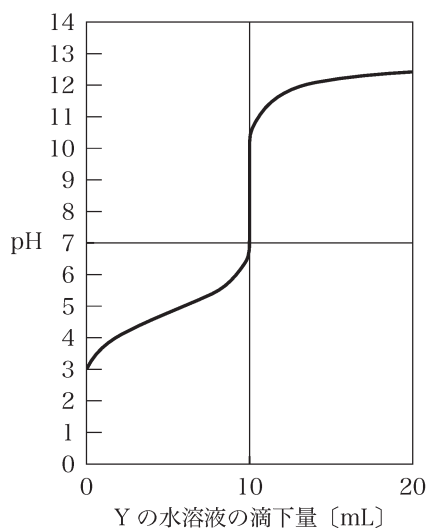


図 X の水溶液と Y の水溶液の滴定曲線

- ア X は、弱酸である。
イ Y は、1 価の塩基である。
ウ 中和点を知るために用いる指示薬は、メチルオレンジが適当である。
エ Y の水溶液を加える前の X の電離度は、およそ 0.010 である。
- (2) 塩の分類と水溶液の性質に関する記述として誤りを含むものを、次のア～エのうちから一つ選び、記号で答えなさい。

- ア NH_4Cl は正塩であり、その水溶液は酸性である。
イ Na_2CO_3 は正塩であり、その水溶液は塩基性である。
ウ NaHCO_3 は酸性塩であり、その水溶液は塩基性である。
エ NaHSO_4 は酸性塩であり、その水溶液は中性である。

- (3) 0.40 mol/L の硫酸水溶液 10 mL と 0.50 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 10 mL を混合したとき、得られた水溶液の水素イオン濃度は何 mol/L か。次のア～エのうちから一つ選び、記号で答えなさい。ただし、得られた水溶液の体積は 20 mL であり、硫酸および水酸化ナトリウムは水溶液中で完全に電離しているものとする。

ア 0.050

イ 0.15

ウ 0.25

エ 0.80

[5] 酸化還元反応に関する以下の(1)および(2)の問いに答えなさい。

- (1) 次の酸化還元反応 a ～ c に関する記述について誤りを含むものを、下のア～エのうちから一つ選び、記号で答えなさい。



ア a では、反応の前後で Mn 原子の酸化数が減少している。

イ b では、 SO_2 が還元されている。

ウ c より、 Br_2 は Cl_2 よりも強い酸化剤であると判断できる。

エ a と c より、 MnO_2 は Br_2 よりも強い酸化剤であると判断することができる。

- (2) 次の試薬を用いて、金属の酸化還元反応に関する実験Ⅰ～Ⅲを行った。(i)および(ii)の問いに答えなさい。

試薬

- ・金属の単体 (, , 銅, 亜鉛)
- ・1 mol/L の塩酸, 0.1 mol/L の硝酸亜鉛水溶液, 0.1 mol/L の硝酸銀水溶液, 0.1 mol/L の硝酸鉛(Ⅱ)水溶液

実験Ⅰ 常温の水 3 mL を入れた試験管に を加えて、変化を観察した。

実験Ⅱ 常温の水 3 mL を入れた試験管に を加えて、変化を観察した。また、1 mol/L の塩酸 3 mL を入れた別の試験管に を加えて、変化を観察した。

実験Ⅲ 次の(a)～(c)のような組み合わせで、各水溶液を入れた試験管に金属の単体を加えて、変化を観察した。

(a) 0.1 mol/L の硝酸銀水溶液 + 銅

(b) 0.1 mol/L の硝酸亜鉛水溶液 + 銅

(c) 0.1 mol/L の硝酸鉛(Ⅱ)水溶液 + 亜鉛

結果 表のような結果が得られた。

表 実験Ⅰと実験Ⅱの結果

実験Ⅰ	気体の発生が観察された。
実験Ⅱ	B を水に加えたときには変化が見られなかったが、塩酸に加えたときには気体の発生が観察された。

- (i) A と B にあてはまる金属の組み合わせとして最も適当なものを，次のア～カのうちから一つ選び，記号で答えなさい。

	A	B
ア	マグネシウム	カルシウム
イ	マグネシウム	銀
ウ	カルシウム	マグネシウム
エ	カルシウム	銀
オ	銀	マグネシウム
カ	銀	カルシウム

- (ii) 実験Ⅲに加えて，ある操作を行えば，銀，銅，亜鉛，鉛のイオン化傾向の大きさを決定することができる。その操作として最も適当なものを，次のア～オのうちから一つ選び，記号で答えなさい。

- ア 硝酸銀水溶液に亜鉛の単体を加えて観察する。
 イ 硝酸銅(Ⅱ)水溶液に銀の単体を加えて観察する。
 ウ 硝酸鉛(Ⅱ)水溶液に銀の単体を加えて観察する。
 エ 硝酸鉛(Ⅱ)水溶液に銅の単体を加えて観察する。
 オ 硝酸亜鉛水溶液に鉛の単体を加えて観察する。