

平成 31 年 度 (後期)

# 理 科

2 科目選択 時間 120 分

問 題 物 理 ページ：1～2

化 学 ページ：3～4

生 物 ページ：5～7

解答用紙 物理, 化学, 生物 各1枚

- 注 意
1. この中には上記の物が入っている。試験開始後確認すること。
  2. 3 科目すべての解答用紙に受験番号を記入すること。
  3. 出願のときの選択に従って2科目について解答すること。
  4. 試験終了時に、3 科目すべての解答用紙を回収する。

化 学 (全2の1)

全問をとおして、必要があれば次の原子量を用いよ。H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16

1 以下の問いに答えよ。

(1) 同位体の関係にあるのはどの組み合わせか。記号で答えよ。

(ア)  $H_2$  と He

(イ)  $^{12}C$  と  $^{13}C$

(ウ)  $O_2$  と  $O_3$

(エ)  $^{14}C$  と  $^{14}N$

(オ) メタノールとエタノール

(2) 次の物質のうち融点が最も低いものを選び、化学式を用いて答えよ。

塩化ナトリウム、水銀、銅、二酸化ケイ素、水

(3) 濃硝酸(質量パーセント濃度 67.5%, 密度  $1.40 \text{ g/cm}^3$ )を 100 倍希釈した希硝酸 30.0 mL を、完全に中和するのに必要な  $0.120 \text{ mol/L}$  水酸化ナトリウム水溶液の体積はいくらか。有効数字 3 桁で答えよ。

(4) セッケンなどの界面活性剤がある濃度以上になるように水に溶かすと、疎水基を内側、親水基を外側に向けて分子が球状に集まったコロイド粒子ができる。この粒子が水中に分散してできるコロイドのことをなんというか。

(5) 鉛蓄電池の正極に使われる物質の名称を答えよ。

2 2つの真空容器 A, B がコックで連結されている。A と B の体積は共に  $6.0 \text{ L}$  である。コックを閉じた状態で、容器 A にメタンを  $0.32 \text{ g}$ 、容器 B に酸素と窒素の混合気体(体積比で  $O_2 : N_2 = 1 : 4$ )を  $14.4 \text{ g}$  加えた。以下の問いに答えよ。ただし、コック・連結部および液体の体積は無視できるものとする。また、全ての気体は理想気体として扱えるとする。必要であれば、気体定数  $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$ 、 $27^\circ\text{C}$  と  $77^\circ\text{C}$  における水の飽和蒸気圧としてそれぞれ  $3.6 \times 10^3 \text{ Pa}$ 、 $4.2 \times 10^4 \text{ Pa}$  を用いよ。なお、数値を答える問題では有効数字 2 桁で答えよ。

(1) コックを閉じたまま容器 A の温度を  $27^\circ\text{C}$  に保ったときの、容器 A 内の圧力を答えよ。

(2) コックを閉じたまま容器 B の温度を  $27^\circ\text{C}$  に保ったときの、容器 B における酸素と窒素の分圧をそれぞれ答えよ。

(3) 容器 A の温度を  $27^\circ\text{C}$ 、容器 B の温度を  $77^\circ\text{C}$  に保ったままコックを開いた。十分な時間が経過した後の容器 A, B 内にそれぞれ存在する気体の物質量  $n_A$ ,  $n_B$  を答えよ。また、容器 A, B 全体の全圧  $P$  を答えよ。

(4) (3)の条件で、容器内のメタンを完全燃焼させた。この燃焼反応の化学反応式を答えよ。

(5) メタンの燃焼後、容器 A 内に液体の水が生じた。十分な時間が経過した後の、容器 A における水蒸気分圧を答えよ。

(6) メタンの燃焼後の容器 B の説明として適切なものを選び、その理由を答えよ。

(a) 液体の水が生じている

(b) 液体の水は生じない

(7) メタンの燃焼後、容器 A 内に生じた液体の水の物質量を答えよ。

化 学 (全2の2)

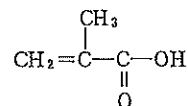
3 遷移元素の単体はすべて金属であり、一般に密度が高く、高い沸点と融点を持つ。鉄の単体は、灰白色で、比較的柔らかい金属である。硫酸鉄(II)の水溶液に塩基を加えると、( ① )色の沈殿 A が生じる。沈殿 A は湿った空气中に放置すると酸化され、赤褐色の沈殿に変化する。銀の単体は、銀白色で、熱や電気の伝導性が金属の中で最も大きい。無色の硝酸銀水溶液に塩基を少量加えると、褐色の( ア )が沈殿する。この沈殿に過剰のアモニア水を加えると、沈殿は溶けて再び無色の溶液になる。銅の単体は、特有の赤色光沢をもち、<sup>(b)</sup>展性・延性にすぐれた金属である。銅と( イ )との合金は青銅と呼ばれ、10円硬貨などさまざまな用途に利用されている。クロムとマンガンは様々な酸化数の化合物をつくる。クロムの酸化数が+6の化合物の例として黄色のクロム酸カリウムと( ② )色の二クロム酸カリウムがあり、ともに水に溶けやすく毒性が強い。過マンガン酸カリウムは酸性条件下でも中性・塩基性条件下でも酸化剤として働くが、<sup>(d)</sup>酸性溶液中の方がより強力な酸化作用を示し、<sup>(e)</sup>酸化還元滴定に汎用される。以下の問いに答えよ。

- (1) ( ① )と( ② )には適当な色を、( ア ), ( イ )には適当な化学式を入れよ。
- (2) 下線部(a)の反応を化学反応式で示せ。
- (3) 下線部(b)の反応で生じる錯イオンの名称を答えよ。
- (4) 下線部(c)のように、金属が展性・延性を示す理由を説明せよ。
- (5) 下線部(d)において、酸性条件下で反応した場合と中性・塩基性条件下で反応した場合のそれぞれのマンガン原子の酸化数の変化を記せ。
- (6) 下線部(e)の酸化還元滴定において、溶液を酸性にするために希硫酸が用いられるが、希塩酸を用いてはいけない理由を説明せよ。
- (7) 遷移元素は典型元素とは異なり、同一周期で隣り合う元素どうしの化学的性質もよく似ている場合が多い。その理由を説明せよ。

4 <sup>(a)</sup>炭化カルシウム(カーバイド)を穴の空いたアルミニウム箔で包んで水に浸すと、気体 A が発生する。これは( ア )置換で捕集される。気体 A を塩基性の過マンガン酸カリウム水溶液に通じると、<sup>(b)</sup>溶液の赤紫色が消えて( イ )色の沈殿 B が生じる。

一方、2-プロパノールと濃硫酸の混合物を約 170℃ で加熱すると、無色の気体 C が発生する。これを臭素水に通じると( ウ )反応が進行する。また、触媒を用いた気体 C 単独の( ウ )重合で得られる鎖状構造の高分子化合物 D は、熱可塑性樹脂であり加工しやすい。以下の問いに答えよ。ただし、構造式は例にならって記すこと。

構造式の例



- (1) ( ア )~( ウ )にあてはまる適切な語句を答えよ。
- (2) 下線部(a)の反応について、化学反応式を答えよ。
- (3) 沈殿 B は何か。化学式で答えよ。
- (4) 気体 C の名称を答えよ。
- (5) 下線部(b)の反応について、化学反応式を答えよ。また、観察される変化を答えよ。
- (6) 高分子化合物 D の平均分子量が  $3.1 \times 10^4$  のときの平均重合度  $n$  を有効数字 2 桁で答えよ。