

理 科（化 学）

計算を必要とする問題については、解答用紙に計算の過程も記入せよ。

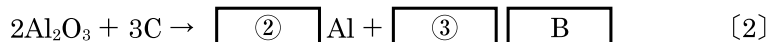
1 次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。

自然界ではほとんどの金属は、酸素や硫黄と結びついた化合物のかたちで存在するため、これらを材料として使うためには、金属の化合物から金属を単体として取り出さなければならない。

銅においては、工業的には他の金属を含む粗銅を、イオン化傾向の違いを利用して電気分解することで純度の高い銅の単体を得ており、この操作を **A** という。実験室で銅の単体を得る実験としては、酸化銅(II)と炭素の反応から銅を得る反応が知られている。試験管内で酸化銅(II)と炭素の粉末を混ぜ、ガスバーナーで加熱すると単体の銅が得られる。この反応を化学反応式で表すと、式〔1〕のようになる。このとき気体が発生するが、_(a)この気体を石灰水(水酸化カルシウムの水溶液)に通すと白濁する。



一方、アルミニウムはイオン化傾向が大きいので、アルミニウムイオンの水溶液を電気分解することでは単体のアルミニウムを得ることはできない。そこで、ボーキサイトを精製して得られる酸化アルミニウム(アルミナ)を氷晶石(Na_3AlF_6)と共に加熱して熔融塩とし、炭素電極を用いて高温で電気分解することで、単体のアルミニウムを得ることができる。陽極と陰極でそれぞれ起こる反応をまとめると、式〔2〕のようになる。



(1) A には語句が、B には化学式が入る。それぞれ最も適切なものを書け。

(2) ① ～ ③ にあてはまる適切な係数を書け。

(3) 下線部 (a) の現象が起こる理由を答えよ。

(4) 式 [1], [2] のいずれにおいても炭素は同じ役割を果たしている。その役割を書け。

(5) アルミニウムに関する以下の (ア)～(オ) の文のうち、正しいものをすべて選び、記号で答えよ。

(ア) ボーキサイトからアルミニウムを製造するときに必要なエネルギーは、アルミニウム製品のリサイクルによって製造するときに必要なエネルギーよりも大きい。

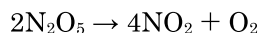
(イ) ダイヤモンドやルビー、サファイアは酸化アルミニウムを主成分とする結晶で、クロムやチタン、鉄を含むため特有の色をもっている。

(ウ) アルミニウムの表面に酸化アルミニウムの膜を人工的につけた製品をアルマイトといい、不動態の原理で金属の内部を保護している。

(エ) アルミニウムに少量の銅、マグネシウムを混ぜた合金は、軽量で機械的強度が高く、飛行機の機体や新幹線の車体に使われている。

(オ) アルミニウム単体は酸や強塩基の水溶液と反応して水素を発生するが、酸化アルミニウムは酸や強塩基の水溶液とは反応しない。

- 2** 五酸化二窒素 N_2O_5 は加熱すると分解して、下式のように二酸化窒素 NO_2 と酸素 O_2 を生じる。



体積が 200 mL の密閉容器に 1.10 mol の N_2O_5 を入れて加熱し、時間の経過とともにその物質量を記録したところ、 N_2O_5 は 4 分後には 0.98 mol、8 分後には 0.86 mol となった。以下の問いに答えよ。なお、問い (1) ～ (3) に対しては有効数字 2 桁で答えよ。

- (1) 4 分後から 8 分後の間における、 N_2O_5 が減少する平均の反応速度 $[\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{s})]$ を求めよ。
- (2) (1) と同じ時間帯における、 O_2 が生成する平均の反応速度 $[\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{s})]$ を求めよ。
- (3) この 4 分間に生成した NO_2 と O_2 の量はそれぞれどれだけか。0 °C, $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ における体積 $[\text{L}]$ で求めよ。
- (4) この反応において、 N_2O_5 の分解速度と NO_2 の生成速度はどのような関係にあるか説明せよ。

3 次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。

分子式 C_7H_8O で表される芳香族化合物 A, B, C がある。これらにはそれぞれ下の (a) ~ (d) のような特徴がある。

- (a) 単体のナトリウムと反応させると、A, B からは水素が発生したが、C からは発生しなかった。
 - (b) 塩化鉄(III) 水溶液を加えると、A は色に変化したが、B, C は変わらなかった。
 - (c) B を過マンガン酸カリウムで酸化すると、安息香酸が得られた。
 - (d) A のベンゼン環の水素原子の 1 つを臭素原子で置き換えた化合物には、異性体が 2 種類存在する。
- (1) 化合物 A, B, C の構造式を記せ。なお、構造式はその構造を特定できるものであれば、どのような様式で書いてもよい。
- (2) 分子式 C_7H_8O で表される芳香族化合物には、A, B, C 以外にさらに 2 種類の異性体が考えられる。それらの構造式を記せ。
- (3) B の酸化で得られる安息香酸を炭酸水素ナトリウムと反応させると気体が発生する。この反応を化学反応式で示せ。