

— 化 学 —

[I] 以下の問1と問2に答えよ。必要であれば、以下の値を用いよ。

原子量 H: 1.0 C: 12 N: 14 O: 16

問1 ピストンと圧力計付きの容器に空気 0.10 mol（窒素と酸素が体積比 4 : 1 で混合した気体）と水 1.0 L を入れて、27°C で十分な時間放置したところ、大気圧 1000 hPa と釣り合った。以下の1)~3)に答えよ。解答に至る導出過程も記すこと。必要であれば下の値を用いよ。

気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$

27°Cにおける水の飽和蒸気圧 36 hPa

- 1) 上の状態での容器内の気体部分の体積(L)を、3桁目を四捨五入して有効数字2桁で求めよ。
- 2) その後、温度を27°Cに保ったままピストンをゆっくりと引いていき、気体部分の圧力が500 hPaの状態に保った。十分に時間がたった後の、容器内の窒素の分圧(hPa)を、3桁目を四捨五入して有効数字2桁で求めよ。
- 3) 2)の状態での容器内の気体部分の体積(L)を、3桁目を四捨五入して有効数字2桁で求めよ。

問2 元素A~Dは第1周期と第2周期の非金属元素のいずれかである。Aの単体は固体であり、B~Dの単体は気体である。AとBの単体には、同素体が存在している。A~Dの元素よりなる化合物について、下の記述ア~エの性質がある。

ア AとBからなる化合物にはABとAB₂があり、いずれも常温で気体である。

イ BとCの化合物には、BC、BC₂、B₂Cがあり、いずれも常温で気体である。

ウ AB_2 と B_2C は、いずれも酸性の気体である。

エ D と C からなる気体には、塩基性を示すものがある。

以下の 1)~4) に答えよ。

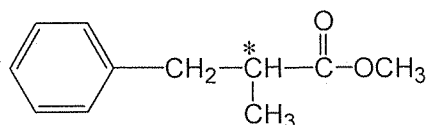
- 1) A~D の元素の元素記号を記せ。
- 2) BC, BC_2 , B_2C において、麻酔作用のある気体の化学式（元素記号を用いて良い）を記せ。
- 3) AB と AB_2 の混合物がある。1.00 mol の酸素と混合して点火したところ、AB は無くなり AB_2 と酸素との混合気体になった。この混合気体を生石灰（CaO）と反応させたところ、混合気体の質量は 8.8 g 減少した。反応後に残った気体の物質量は 0.94 mol であった。最初に存在した AB と AB_2 の物質量（mol）を求め、3桁目を四捨五入して有効数字 2桁で記せ。解答に至る導出過程も記すこと。
- 4) 上のアからエで出てくる気体のうち、硝酸の工業的製法であるオストワルト法の原料となるものがある。A~D の記号を用いて、その原料の化学式を記せ。また、オストワルト法は 3つの段階からなる反応であるが、その 3つの段階の化学反応式中には、原料以外に本文のア~エの記述の中に出てくる化合物が出てくる。A~D の記号を用いて、その化合物の化学式を記せ。複数ある場合には、全ての化合物を記すこと。化学式の表記法は、ア~エの記述の中の表記法にならって記すこと。

[II] 以下の問1と問2答えよ。

問1 分子式 C_8H_8 で表される芳香族化合物 A は付加重合によって高分子化合物 B となり, A に臭素を付加させると芳香族化合物 C が得られた。A を過マンガン酸カリウム水溶液で酸化させると安息香酸が得られたが, A をオゾンで酸化させると芳香族化合物 D が得られ, 得られた D を過マンガン酸カリウム水溶液でさらに酸化させると安息香酸が得られた。A を室温で触媒を用いて水素付加すると芳香族化合物 E を得られ, 得られた E を過マンガン酸カリウム水溶液で酸化させると安息香酸が得られた。一方, A を高温, 高压で触媒を用いて水素付加すると分子式 C_8H_{16} で表される F が得られた。

化合物 A~F の構造式を例にならって記せ。

【 構造式の例 】



問2 次の(1)~(5)の化学反応式を記せ。

- (1) 水にカルシウムを加えると, 気体を発生させながら溶解した。
- (2) 酸化亜鉛を塩酸に加えると, 酸化亜鉛が溶解した。
- (3) アルミニウムに塩酸を加えると, 気体を発生させながら溶解した。
- (4) マグネシウムを空気中に放置しておくと, 表面が灰色になった。
- (5) 銅に熱濃硫酸を加えると, 無色の刺激臭のある気体を発生し溶解した。