

(平 30 前)

理 科

	ページ
物 理	1～ 6
化 学	7～14
生 物	15～28
地 学	29～36

- ・ ページ番号のついていない白紙は下書き用紙である。

注意 解答はすべて答案用紙の指定のところに記入しなさい。

物 理	75 点
化 学	75 点
生 物	75 点
地 学	75 点

化 学

計算のために必要であれば、次の値を用いなさい。

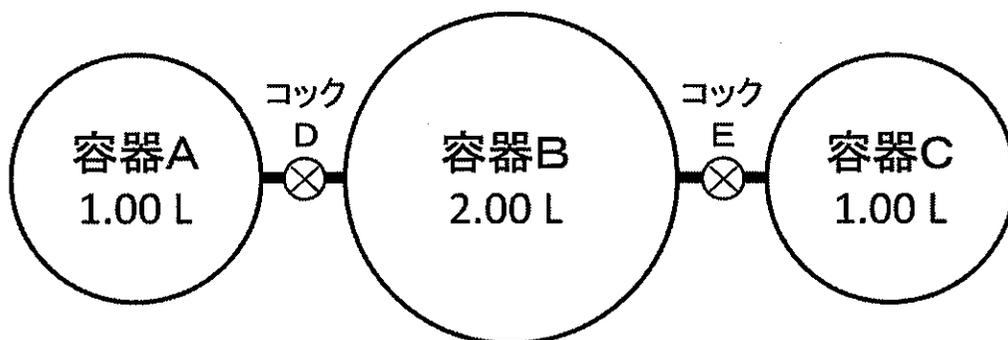
原子量：H 1.00 C 12.0 N 14.0 O 16.0 Na 23.0 Cl 35.5

Ar 40.0 K 39.1 Cr 52.0 Br 79.9 Ag 108 I 127

気体定数： $8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

絶対零度： $-273 \text{ }^\circ\text{C}$

- I 次の文章を読んで、問1～5に答えなさい。ただし、温度による体積変化や容器以外の体積は無視でき、封入した物質および生成物は理想気体であるとする。(配点18点)



上の図のように容器A(1.00 L)と容器B(2.00 L)と容器C(1.00 L)は細い管とコックで連結され、コックDおよびコックEでそれぞれ区切られている。はじめにコックDとコックEをとともに閉じた状態で容器Aに酸素 O_2 を $2.00 \times 10^4 \text{ Pa}$ 、容器Bに一酸化窒素 NO を $1.00 \times 10^4 \text{ Pa}$ 、容器Cにアルゴン Ar を $4.00 \times 10^4 \text{ Pa}$ になるように入れた。次にコックDおよびコックEを同時に開けたところ、ゆっくりと反応が進行し、生成物として二酸化窒素 NO_2 を得た。このとき容器内のガスの組成はすべて均一になり、逆反応は進行せず、また二量体も生じなかった。また、操作はいずれも $37 \text{ }^\circ\text{C}$ の一定温度に保って行われた。

- 問 1 NO_2 が生成する化学反応の反応式を書きなさい。
- 問 2 コック D および E を開けた直後は反応が進行しないとすると、そのとき容器内の全圧は何 Pa になるか。有効数字 3 桁で答えなさい。
- 問 3 コック D および E を開け NO の反応率が 100% となり完全に NO がなくなった場合、全圧は何 Pa になるか。有効数字 3 桁で答えなさい。
- 問 4 NO の反応率が 100% になったとき、コック D および E を閉じて容器 B 内の気体の重量を測定した。反応後はコックを開ける前の容器 B 内の気体の重量に比べて何 g 重くなるか。有効数字 3 桁で答えなさい。
- 問 5 NO の反応率を横軸に、全圧を縦軸にとったときのグラフを作成しなさい。

II 次の文章を読んで、問1～5に答えなさい。なお、 AgCl の溶解度積 $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = 1.80 \times 10^{-10} (\text{mol/L})^2$ 、 Ag_2CrO_4 の溶解度積 $K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = [\text{Ag}^+]^2[\text{CrO}_4^{2-}] = 4.00 \times 10^{-12} (\text{mol/L})^3$ 、 $\sqrt{1.80} = 1.34$ とする。(配点19点)

食品などに含まれる塩分濃度を測定する方法の一つに、沈殿滴定法があげられる。沈殿滴定とは、目的物質の沈殿反応を利用して定量する手法である。水溶液中の塩化物イオンを定量する沈殿滴定法の一つにモール法がある。塩化物イオンを含む水溶液中に硝酸銀 AgNO_3 水溶液を滴下していくと、塩化銀 AgCl の沈殿が生成する。モール法では、指示薬としてクロム酸カリウム K_2CrO_4 水溶液を少量加えて滴定を行う。

このモール法を用いて市販のしょう油中の塩分濃度を定量した。ホールピペットを用いて市販のしょう油を水で50倍にうすめた水溶液(A液)を15.0 mL量り取りコニカルビーカーに入れた。そこに $2.85 \times 10^{-4} \text{ mol}$ の K_2CrO_4 を含む微量の水溶液を加えた。このとき溶液の色はうすい黄褐色であった。さらにビュレットを用いて $5.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ の AgNO_3 水溶液(B液)を1滴滴下して、しばらくかくはんすると ① 色の不溶物のために溶液がうすくにごった。

ここで、この溶液がうすくにごった現象について以下のように考察した。仮にB液1滴($3.00 \times 10^{-2} \text{ mL}$ とする)をA液15.0 mLに加えた時に沈殿ができていなければ、コニカルビーカー中の溶液の Ag^+ 濃度は ② mol/L である。実際には溶液が不溶物のためににごったことから、A液中の Cl^- 濃度は少なくとも ③ mol/L 以上であったと考えられる。この場合、 K_2CrO_4 水溶液および滴下による溶液全体の体積変化を無視できるものとする。

さらにA液にB液を滴下しつづけるとにごりが増していった。B液を13.5 mL滴下したときにうすい暗赤色の Ag_2CrO_4 の沈殿が生成し、かくはんしても沈殿の色が変わらなかったため、これを終点とした。

この値をもとに Cl^- 濃度を求めるため、次のように考察した。A 液 15.0 mL 中の Cl^- の物質質量と Ag^+ の全物質質量が等しくなるように B 液を滴下したとき、コニカルビーカー中の Cl^- 濃度は ④ mol/L、 Ag^+ 濃度は ⑤ mol/L である。一方 Ag_2CrO_4 の沈殿が生成するときの溶液中の Ag^+ 濃度は ⑥ mol/L と計算できる。このとき⑥の値は⑤の値より {大き・小さ}く、 AgCl の沈殿生成がほぼ完了した後に暗赤色の Ag_2CrO_4 沈殿が生成されることがわかるため、滴定終点が判別できたと考えられる。

問 1 硝酸銀 AgNO_3 水溶液の性質について次のア～カのうち正しいものをすべて選択し、記号で答えなさい。

ア. 白金板を入れると、表面に樹状結晶が生成する。

イ. 硫化水素を通すと黒色の沈殿を生成する。

ウ. 希塩酸を加えると白色の沈殿が生成するが、これを加熱するとおおそ溶解する。

エ. アンモニア水を少量加えると沈殿が生成するが、さらに加え続けると沈殿が溶解する。

オ. ハロゲン化物イオンのカリウム塩を含む水溶液をそれぞれ加えると、いずれも沈殿を生成する。

カ. 2 枚の白金板を電極にして電気分解すると、陽極からは主に気体が発生する。

問 2 ①には色の名前が入る。何色か答えなさい。

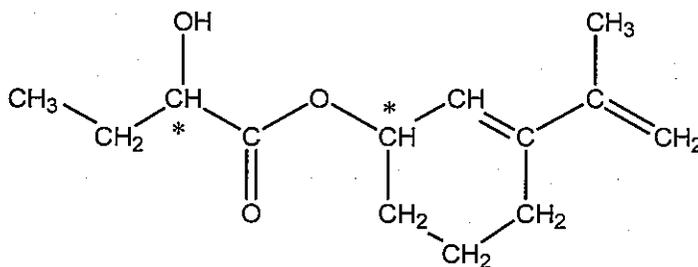
問 3 ②～⑥に入る数値を求め、有効数字 3 桁で答えなさい。

問 4 下線(a)に当てはまることばを{ }から選びなさい。

問 5 この市販のしょう油 15.0 mL 中に含まれる塩分の質量は何 g であったか。有効数字 3 桁で答えなさい。ただし、 Cl^- はすべて NaCl 由来であるとする。

Ⅲ 以下の文章は、 $C_5H_{10}O$ の分子式を持つ有機化合物の構造異性体に関する説明である。この文章を読んで、問 1～5 に答えなさい。なお、構造式は下記の例にならって書きなさい。(配点 19 点)

[構造式の記入例(*印は不斉炭素原子を示す。)]



- ・環式化合物群(I)と鎖式化合物群(II)に大別できるが、不飽和度を考慮すると、複数の環および二重結合を持つことは不可能である。
- ・化合物群(I)は、脂環式化合物群(I-i)と環状エーテル化合物群(I-ii)に分類できる。
- ・化合物群(I-i)において可能な環員数は3～5だが、分子式を考慮すると、これらはエーテルまたは と考えられる。
- ・化合物群(I-i)に属する化合物Aは、4員環を持つエーテルである。
- ・環状エーテルである化合物群(I-ii)において可能な環員数は ～ である。化合物群(I-ii)には、4員環を持ち、かつ不斉炭素原子を持たない化合物がいくつ(a)か存在する。
- ・化合物群(II)は炭素—炭素二重結合を持つ化合物群(II-i)と、炭素—酸素二重結合を持つ化合物群(II-ii)に分類できる。
- ・化合物群(II-i)は化合物群(I-i)と同様に、エーテルまたは と考えられる。
- ・化合物群(II-i)に属する化合物Bと化合物Cは、双方とも不斉炭素原子を持つ。金属触媒による水素付加反応により二重結合を単結合へと還元すると、化合物Bでは不斉炭素原子が消失するが、化合物Cでは消失しない。また、化合物Bは金属ナトリウムと反応して水素を発生するが、化合物Cは水素を発生しない。

- ・化合物群(Ⅱ-ii)に属する化合物はカルボニル基を持ち、 または と考えられるが、不斉炭素原子を持つものは である化合物 D のみである。

問 1 ~ にあてはまる最も適切な数字もしくは語句を書きなさい。なお、, , にあてはまる語句は下記の語群の中から選びなさい。

カルボン酸	アルデヒド	エステル	アミド
アルコール	ケトン	フェノール	

問 2 化合物 A の構造式を書きなさい。

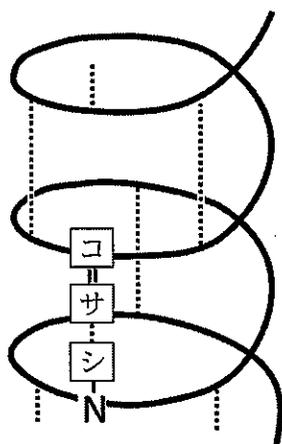
問 3 下線部(a)の記述に該当する全ての構造式を書きなさい。

問 4 化合物 B および化合物 C の構造式を書きなさい。不斉炭素原子には*印を付けなさい。

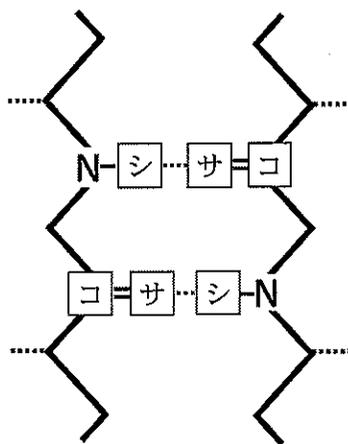
問 5 化合物 D の構造式を書きなさい。不斉炭素原子には*印を付けなさい。

IV 次の文章を読んで、問1～4に答えなさい。(配点19点)

繊維には絹や綿などの天然繊維と、主に石油から人工的に作られる合成繊維がある。天然繊維には、植物繊維と動物繊維がある。動物繊維の主成分であるタンパク質は、主に下図に示す2つの立体構造をとる。



ア 構造



イ 構造

らせん状を示す **ア** 構造では分子内で、ジグザク状を示す **イ** 構造では分子間で **ウ** がそれぞれ形成される。**ア** や **イ** のような部分的な立体構造をタンパク質の **エ** という。一方、日本で初めて開発された合成繊維として有名なビニロンは優れた強度をもつ材料である。ビニロンは次のように生成される。酢酸ビニルを **オ** 重合させて得られるポリ酢酸ビニルを水酸化ナトリウム水溶液で **カ** すると、水溶性高分子であるポリビニルアルコール^(a)が得られる。このポリビニルアルコールのヒドロキシ基^(b)を部分的に **キ** すると水に不溶のビニロンができる。その分子間にはヒドロキシ基が残っているため、タンパク質と同様に **ウ** が形成され、高い強度をもつ。また、ポリアクリロニトリルを主成分とし、羊毛に似た感触を示す合成繊維をアクリル繊維といい、アクリロニトリルを **ク** 重合して得られる。ポリアクリロニトリルを窒素のような不活性な気体中で熱分解すると導電性を有し、軽くて強じんな **ケ** が得られる。

問 1 ~ にあてはまる最も適切な語句を答えなさい。

問 2 図の ~ に入る元素を元素記号で答えなさい。

問 3 下線(a)に示すポリビニルアルコールの分子量を 6.60×10^4 とすると、このポリビニルアルコール 1 分子中にヒドロキシ基は何個存在するか。整数で答えなさい。

問 4 下線(b)において、すべてのヒドロキシ基のうち 40.0% が反応するとき、質量は何% 増加するか。有効数字 3 桁で答えなさい。