

化 学

注 意

1. 問題は全部で11ページである。
2. 解答用紙に氏名・受験番号を忘れずに記入すること。
3. 解答はすべて解答用紙に記入すること。
4. 解答用紙は必ず提出のこと。この問題冊子は提出する必要はない。
5. **I** の答はマーク・シート解答用紙に記入し、**II**、**III** の答は記述式解答用紙に記入すること。
6. 問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離してはいけない。

マーク・シート記入上の注意

1. HBの黒鉛筆またはシャープペンシルを用いて記入すること。
2. 解答用紙にあらかじめプリントされた受験番号を確認すること。
3. 解答する記号の○を塗りつぶしなさい。○で囲んだり×をつけたりしてはいけない。

解答記入例(解答が1のとき)

1	●	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

4. 一度記入したマークを消す場合は、消しゴムでよく消すこと。×をつけても消したことになる。
5. 解答用紙をよごしたり、折り曲げたりしないこと。

I 次の問1, 問2の答を解答用マーク・シートの指定された欄にマークせよ。

問1 以下の文を読み、下線(1)から下線(3)の数値を有効数字2桁で求め、
[1] から [9] にあてはまる最も適切な数値を、同じ番号の解答欄にマークせよ。ただし、気体はすべて理想気体とし、固体の体積は気体の体積と比べて無視できるものとする。気体定数は $8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ 、原子量は $O 16.0$ とする。

容積の変わらない容器に13族の単体Aの固体と標準状態で11.2 Lの酸素を入れて密閉し、Aを燃焼させたところ、すべてのAは完全に酸化されてAの固体酸化物Bが得られた。燃焼前と同じ温度にして容器内の圧力を測定したところ、燃焼後の圧力は、燃焼前の圧力の半分に減少していた。また、Bに含まれるAと酸素の質量比は9 : 8であった。これらの実験結果より、この燃焼で得られたBの質量は [1] . [2] $\times 10$ [3] g ⁽¹⁾であり、Aの原子量は [4] . [5] $\times 10$ [6] ⁽²⁾になる。一方、Aの固体9.0 gを十分な量の塩酸と反応させたところ、Aは全て反応して、無色無臭の気体Cを発生した。発生したCの体積は標準状態で [7] . [8] $\times 10$ [9] L ⁽³⁾である。

<余 白>

問 2 以下の文を読み、 にあてはまる最も適切な点を、図中の①～⑥から一つ選び、同じ番号の解答欄にマークせよ。また、下線(1)と下線(3)の数値を有効数字 2 桁で、下線(2)の数値を有効数字 3 桁で求め、 から 及び から にあてはまる最も適切な数値を、同じ番号の解答欄にマークせよ。 から には、あてはまる最も適切な数値を、同じ番号の解答欄にマークせよ。原子量はそれぞれ H 1.0, C 12.0, O 16.0 とする。

希薄溶液の凝固点降下度は、溶質の種類に無関係で、溶質粒子の質量モル濃度(mol/kg)だけに比例する。この比例定数をモル凝固点降下という。水のモル凝固点降下は $1.85 \text{ K}\cdot\text{kg}/\text{mol}$ 、ベンゼンのモル凝固点降下は $5.12 \text{ K}\cdot\text{kg}/\text{mol}$ である。

図 1 の曲線 A は、不揮発性の非電解質 X(組成式 CH_3O) 3.11 g を水 100 g に溶かした溶液 1 をよくかき混ぜながらゆっくり冷却した場合の時間と温度の関係を示したものである。また、曲線 B は水で同様の実験を行ったものである。

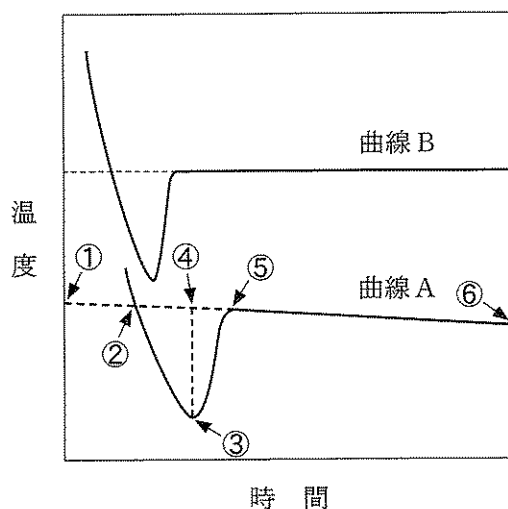


図 1 時間と温度の関係

溶液1の正しい凝固点を示す点は、曲線Aの 10 点であり、凝固点は -0.93°C であった。溶液1の凝固点から求めたXの分子量は、
11 . 12 $\times 10^{\text{(1)} \text{ 13}}$ となる。ただし、Xは会合体を形成しないものとする。また、この結果からXの分子式を求めると、 $\text{C}^{\text{(14)} \text{ 14}} \text{H}^{\text{(15)} \text{ 15}} \text{O}^{\text{(16)} \text{ 16}}$ となる。

次に、ベンゼン(凝固点： 5.53°C)に安息香酸を溶かして同様の実験を行った。安息香酸 3.05g をベンゼン 100g に溶かした溶液2の凝固点は 4.76°C であった。溶液2の凝固点から求めた安息香酸の分子量は、
17 . 18 $\times 10^{\text{(2)} \text{ 19}}$ となり、分子式から得られる安息香酸の分子量 122 とは異なる。その理由は、ベンゼン中で安息香酸の一部が図2のように2分子間で水素結合して二量体を形成し、1分子のように振る舞うからである。溶液2の凝固点から求めた安息香酸の分子量から、溶液2に溶解している安息香酸の全量に対する二量体を形成している安息香酸の割合を求めると、
21 . 22 $\times 10^{\text{(3)} \text{ 23}}$ %になる。

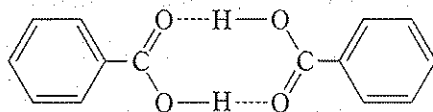


図2 安息香酸の二量体(点線は水素結合)

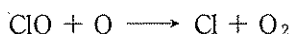
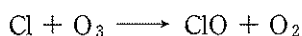
II 次の問1, 問2の答を解答欄に記入せよ。

問1 以下の文を読み, 設問(1)~(6)に答えよ。

酸素(O₂)は, 無色無臭の気体であり, 空気中には %程度存在している。オゾン^(a)は, 酸素の であり, の構造をした特異臭のある薄青色の気体である。オゾンは強い を持つため, 殺菌作用や漂白作用を示す。また, ヨウ化カリウムデンプン紙を 色に変える。

主に大気^(b)の成層圏(図1)に存在するオゾン層は, 生物に有害な太陽からの紫外線を吸収するため重要である。オゾン層の形成は, 約35億年前にラン藻類が光合成を始めた頃から始まる。光合成により, 成層圏中の酸素濃度が高くなると酸素分子が太陽からの強い紫外線を吸収し, 反応性の高い酸素原子に分解し, それらが酸素分子と反応して, オゾンが生成された。一方, オゾンは, 紫外線により分解する。この生成と分解のバランスにより, オゾンの濃度は一定に保たれてきた。しかし, 過去に我々の生活で利用したフロン類(炭化水素の一部の水素が, フッ素原子や塩素原子に置換した化合物の総称)は成層圏に昇り, 未だ残留してこのバランスを崩している。代表的なフロン(CCl₃F)は, 紫外線を吸収して分解し, を1個持つ反応性の高い塩素原子を生成する(CCl₃F $\xrightarrow{\text{紫外線}}$ CCl₂F + Cl)。

この塩素原子が下の反応式に示すような連鎖反応で再生しながらオゾンを分解する。



毎年春になると, 冬期中に氷晶中に封じ込められたフロン類が大量に解放され, 特に南極上空では とよばれるオゾン層の薄い部分ができる。オゾン層の上層まで伸びた気柱(図1)を仮定する。このとき単位面積 (1m²)の底面を持つ気柱の中にはオゾンは平均して 8.07×10^{22} 個存在する。このオゾン層を地表(標準状態)における厚さに換算すると になる。私たちはこのオゾン層を守って行く必要がある。

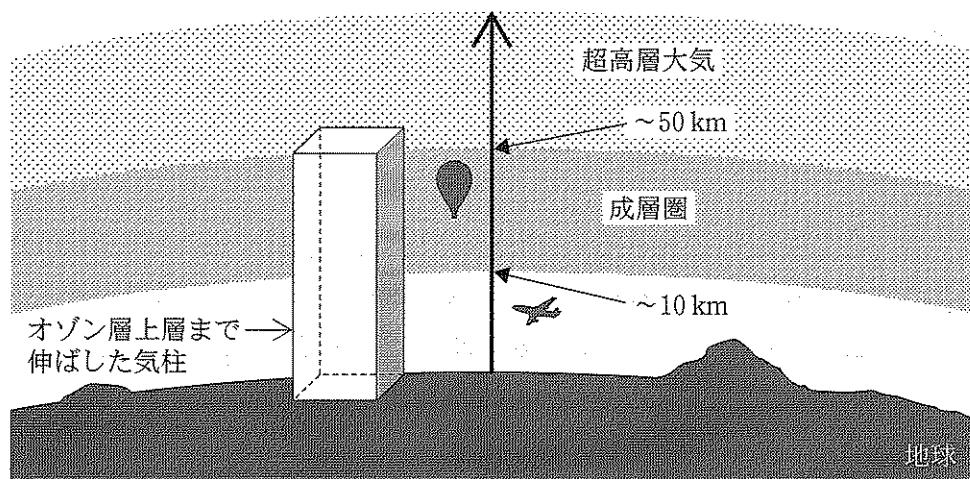


図 1

(1) 空欄 ~ にあてはまる最も適切な語句または数値を下から選び番号で答えよ。

- | | | | |
|--------|--------|-------|--------|
| ① 異性体 | ② 同素体 | ③ 同位体 | ④ 正四面体 |
| ⑤ 直線形 | ⑥ 折れ線形 | ⑦ 5 | ⑧ 20 |
| ⑨ 50 | ⑩ 80 | ⑪ 90 | ⑫ 還元作用 |
| ⑬ 酸化作用 | ⑭ 触媒作用 | ⑮ 緑 | ⑯ 黄 |
| ⑰ 青紫 | ⑱ 自由電子 | ⑲ 電子対 | ⑳ 不對電子 |

(2) 空欄 にあてはまる語句を記せ。

(3) ヨウ化カリウム水溶液にオゾンを通じたときに起こる化学反応式を示せ。

(4) 下線(a)で起こる反応の正味の化学反応式(あ)を示せ。また、紫外線を用いずに空気中で行う方法でもオゾンが発生させられる。その方法の名称(い)を記せ。

(5) 下線(b)の1回のサイクルでオゾンが分解される正味の化学反応式を示せ。

(6) 下線(c)をもとに を mm 単位, 有効数字 2 桁で示せ。ただし, アボガドロ定数を $6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$ とする。

問 2 以下の文を読み、設問(1)~(5)に答えよ。ただし、原子量はそれぞれ H 1.0, N 14.0, O 16.0, Fe 55.9, Ag 108 とし、ファラデー定数を 9.65×10^4 C/mol とする。

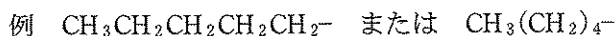
鉄を希硫酸と反応させると淡緑色の溶液が得られる。また、鉄は空气中で (a) 水や水蒸気と接触すると腐食が生じ赤褐色のさびができる。酸素は鉄さびや金属鉄中をひろがることのできるため、鉄の腐食は内部まで進行してしまう。この腐食を抑える方法として、電気めっきがある。これは、金属イオンを含む水溶液中で、陰極に接続した鉄の表面に腐食されにくい金属を析出させる方法である。

硝酸銀水溶液中で 100 A の電流を 100 秒間流して、陰極として用いた鉄の表面に銀めっきを行ったところ、10.0 g の銀が析出した。このめっきの初期に 陰極から少量の気体の発生が確認できた。

- (b)
- (1) 下線(a)の反応の化学反応式を示せ。
 - (2) 下線(b)に関して、考えられる気体発生のイオン反応式を示せ。
 - (3) 流した電気量がすべて銀の析出に使われた場合に対し、実際に析出した銀の物質量の割合(%)を有効数字2桁で記せ。
 - (4) 下線(b)で発生した気体の物質量を有効数字2桁で記せ。ただし、銀の析出に使われなかった電気量はすべて気体の発生に使われたとする。
 - (5) 銀は化学的に安定であるが、硝酸には溶ける。この化学反応式を示せ。

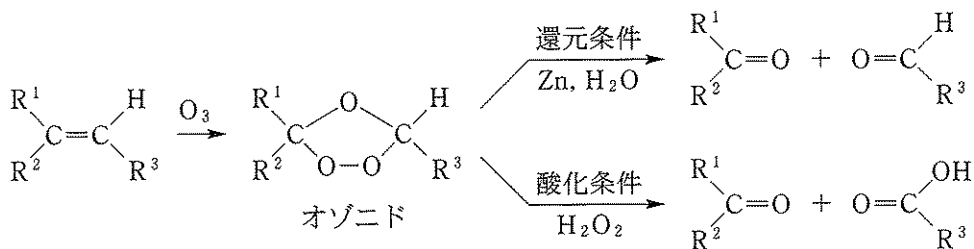
<余 白>

III 次の問1，問2の答を解答欄に記入せよ。アルキル基の構造式の書き方は以下の例のどちらでもよい。

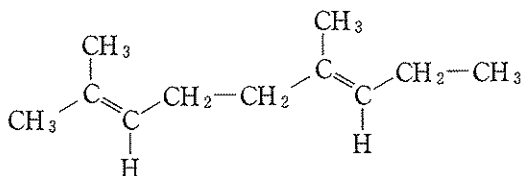


問1 以下の文を読み，設問(1)~(4)の答を解答欄に記入せよ。ただし，原子量はそれぞれH 1.0，C 12.0，O 16.0とする。

アルケンにオゾンを反応させるとオゾンイドが生成し，これを亜鉛などの還元剤を用いて分解すると，アルデヒドまたはケトンが得られ，過酸化水素のような酸化剤を用いて分解すると，カルボン酸またはケトンが得られる。二重結合の炭素に水素原子が結合していた場合は還元条件での分解によりアルデヒドが，酸化条件での分解ではカルボン酸が生成する。この反応は，アルケンの構造決定に用いられる。



(1) 下の化合物に十分な量のオゾンを反応させ，還元剤で完全に分解して得られる生成物の構造式を全て示せ。



構造不明の油脂 A に関して、その構造を明らかにするために次のような実験を行った。油脂 A を完全にけん化した後、酸により中和したところ、グリセリンと不飽和脂肪酸 B と C が得られ、その物質量の比は 1 : 1 : 2 であった。不飽和脂肪酸 B と C はシス形の二重結合を含む枝分かれのない直鎖のカルボン酸であり、その二重結合の位置と数を調べるためにそれぞれをオゾン分解した。まず、B をオゾンと反応させた後、酸化条件で分解すると、2 種の化合物 D, E が得られた。次に、C をオゾンと反応させた後、酸化条件で分解すると 3 種の化合物 D, F, G が得られた。一方、油脂 A を用いてオゾンとの反応を行った後、酸化条件で分解した時には、E, F, G の生成は確認されたが D は得られなかった。D の元素分析による質量組成は、炭素 57.4 %、水素 8.6 % であり、分子量は 188 であった。E, F, G についても分子式を求めたところ、E は $C_9H_{18}O_2$ 、F は $C_6H_{12}O_2$ 、G は $C_3H_4O_4$ であった。また、油脂 A には不斉炭素原子が存在する。

- (2) 脂肪酸 B, C をそれぞれ R_B-COOH , R_C-COOH と略記して、A の構造式を示せ。
- (3) D, E, F, G の構造式を示せ。
- (4) 脂肪酸 B, C の構造式を示せ。ただし、B, C の二重結合は全てシス形であるとする。

問 2 高分子化合物に関する以下の文を読み、設問(1)~(4)の答を解答欄に記入せよ。

天然の高分子化合物である絹の構造をヒントに発明された 6, 6-ナイロンは、両端に をもつ単量体 A と、両端に をもつ単量体 B が縮合重合したもので、分子中に多くの 結合を含む。 結合部分が分子間で 結合を形成するため、ナイロンは非常に強い繊維になる。両端に をもつ単量体 C と、両端に をもつ単量体 D が縮合重合してできる高分子は、衣料だけでなく、PET ボトルなどの容器として広く使用されている。

合成高分子化合物は、耐久性、耐薬品性など、天然にはない優れた性質を持つ反面、廃棄物となった場合は自然界で分解されないため、いつまでもゴミとして残ってしまう。微生物によって分解される生分解性プラスチックの開発は、このような問題を解決する方法の一つとして期待される。

(1) 文中の , , にあてはまる官能基名を記せ。

(2) 文中の , にあてはまる最も適切な語句を以下から選べ。

アミド	イオン	エステル	エーテル
グリコシド	ファンデルワールス		ペプチド
親水	疎水	水素	静電
多重	飽和	不飽和	配位

(3) 単量体 A と D の構造式を示せ。

(4) 微生物の持つ酵素により CO₂ と H₂O まで分解されるポリ乳酸は代表的な生分解性プラスチックである。ポリ乳酸の構造を例にならって示せ。

