

訂 正

化 学

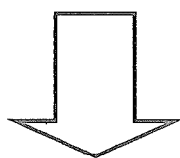
記 号 (K)

<訂 正>

「化 学」

5 ページ 上 から 3～4 行目

(誤) …必要なら四捨五入して小数第 1 位までの数
値, および有効数字 2桁^{けた}の数値…



(正) …有効数字 2桁^{けた}の数値, および必要なら四捨五
入して小数第 1 位までの数値…

上枠の内容を一字一句正しく板書してください。
板書した訂正内容に誤りがないかを必ず複数の監督者で
照合してください。

以 上

〔Ⅰ〕 次の問(i)～(iii)に答えなさい。

(i) 次の問(A)～(C)に答えなさい。

問(A) 次の文の に入れるのに最も適当なものを **解答群** から選び、その記号をマークしなさい。

イオン結合は陽イオンと陰イオンが (1) によって結びつくことでつくられる。共有結合は2つの原子の (2) を共有して形成される。また、金属結合は金属原子の (2) が (3) としてふるまうことによって形成される。

解答群

- | | | |
|-----------|-----------|-----------------|
| (ア) 電子親和力 | (イ) 電気陰性度 | (ウ) ファンデルワールス力 |
| (エ) 中性子 | (オ) 自由電子 | (カ) 静電気力(クーロン力) |
| (キ) 陽子 | (ク) 原子核 | (ケ) 価電子 |

問(B) 次の文の に入れるのに最も適当なものを **解答群** から選び、その記号をマークしなさい。ただし、同じ記号を繰り返し用いてもよい。

元素 ${}_{17}\text{Cl}$ には自然界に ${}^{35}\text{Cl}$ と ${}^{37}\text{Cl}$ の同位体が存在する。 ${}^{35}\text{Cl}$ の原子核は (1) 個の陽子と (2) 個の中性子を含む。また、原子 Cl に含まれる電子数は (3) 個であって、そのうち (4) 個は最外殻の M 殻に存在する。塩化物イオン Cl^- では、最外殻の電子数は (5) 個である。Cl の原子量を 35.5 とすると、自然界の ${}^{35}\text{Cl}$ と ${}^{37}\text{Cl}$ の存在比は、 ${}^{35}\text{Cl} : {}^{37}\text{Cl} =$ (6) : 1 となる。

解答群

- | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| (ア) 1 | (イ) 2 | (ウ) 3 | (エ) 4 | (オ) 5 |
| (カ) 6 | (キ) 7 | (ク) 8 | (ケ) 9 | (コ) 10 |
| (サ) 15 | (シ) 16 | (ス) 17 | (セ) 18 | (ソ) 20 |

問(C) 次の文の に入れるのに最も適当なものを **解答群** から選び、その記号をマークしなさい。ただし、同じ記号を繰り返し用いてもよい。

塩化水素，臭化水素，フッ化水素，ヨウ化水素は，常温常圧で (1) 気体である。これら4つを沸点の高いものから低いものへの順に並べると， (2) ， (3) ， (4) ， (5) となる。これらのうち， (6) の水溶液のみ弱酸で，それ以外の水溶液は強酸である。

解答群

- | | |
|---------------|---------------|
| (ア) 無色，無臭の | (イ) 有色，無臭の |
| (ウ) 無色，刺激臭のある | (エ) 有色，刺激臭のある |
| (オ) 塩化水素 | (カ) 臭化水素 |
| (キ) フッ化水素 | (ク) ヨウ化水素 |

- (ii) 次の文の に入れるのに最も適当なものを **解答群** から選び、その記号をマークしなさい。また、 $\left((4) \right)$ には整数値を解答欄に記入しなさい。なお、気体は理想気体とし、標準状態における気体のモル体積は 22.4 L/mol 、ファラデー定数は $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ 、原子量は $\text{Al} = 27$ 、 $\text{Fe} = 56$ 、 $\text{Zn} = 65$ とする。

水素 H_2 は、常温で無色、無臭の気体である。 H_2 の工業的な製造には、石油や天然ガスを水蒸気と高温で反応させる方法が用いられている。実験室では、亜鉛 Zn 、鉄 Fe 、アルミニウム Al などの金属に、希硫酸や塩酸を加えて H_2 を発生させる。この H_2 の捕集には (1) 置換が適している。この反応では、希硫酸や塩酸中の水素イオンは (2) される。ここで、同じ質量の Zn 、 Fe 、 Al それぞれに、過剰量の塩酸を加えて十分に反応させるとき、 H_2 の発生量が最も多くなる金属は、 (3) である。

白金電極と希硫酸を用いて水を電気分解しても、 H_2 を得ることができる。 1.00 A の電流を 3860 秒 通じて水の電気分解を行うと、発生する H_2 の標準状態での体積は、最大で $\left((4) \right) \text{ mL}$ となる。

解答群

- | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| (ア) 上方 | (イ) 下方 | (ウ) 水上 |
| (エ) 中和 | (オ) 酸化 | (カ) 還元 |
| (キ) Zn | (ク) Fe | (ケ) Al |

- (iii) 次の文の (5) および $\left((8) \right)$ に入れるのに最も適当なものを、それぞれ a 群 および $\left(b \text{ 群} \right)$ から選び、その記号をマークしなさい。また、 $\left\{ \right\}$ および $\left[\right]$ には必要なら四捨五入して小数第 1 位までの数値、および有効数字 2 桁の数値をそれぞれ解答欄に記入しなさい。ただし、以下の操作はすべて 25℃ 一定のもとで行うとする。なお、水のイオン積は $K_w = 1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ とし、必要なら $\log_{10} 2.0 = 0.30$, $\log_{10} 3.0 = 0.48$ を用いなさい。

pH(水素イオン指数)が 1.0 の塩酸 50 mL と pH が 12.0 の水酸化ナトリウム水溶液 50 mL を混合した水溶液の pH を求めてみる。強酸と強塩基の電離度はともに 1 とみなせるから、混合前の塩酸中の水素イオン H^+ の物質量は $\left\{ (1) \right\} \text{ mol}$ 、混合前の水酸化ナトリウム水溶液中の水酸化物イオン OH^- の物質量は $\left\{ (2) \right\} \text{ mol}$ である。混合後の水溶液中の H^+ のモル濃度は、 $\left\{ (3) \right\} \text{ mol/L}$ となり、混合後の水溶液の pH は $\left[(4) \right]$ と求まる。

つぎに、アンモニア水溶液を考える。この水溶液中では、①式のような平衡が成り立っている。



ブレンステッド・ローリーの酸・塩基の定義を①式の平衡反応に当てはめると、(5) が酸となる。 $2.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ のアンモニア水溶液は $6.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ のアンモニウムイオンを含む。したがって、アンモニアの電離度は $\left\{ (6) \right\} \times 10^{-2}$ となる。また、この水溶液の pH は $\left[(7) \right]$ である。この水溶液 10.0 mL を $2.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ の塩酸で滴定した場合、予想される滴定曲線として最も適当なものは $\left((8) \right)$ である。

a 群

(ア) NH_3 と H_2O

(イ) NH_3 と NH_4^+

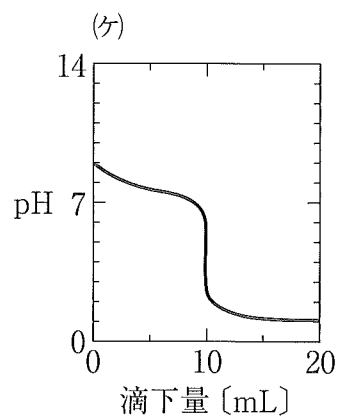
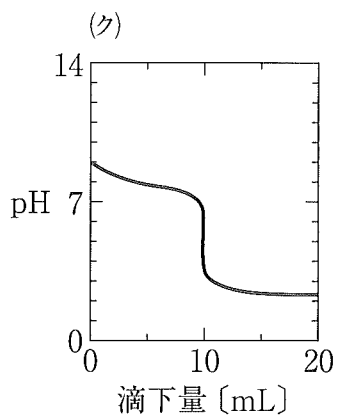
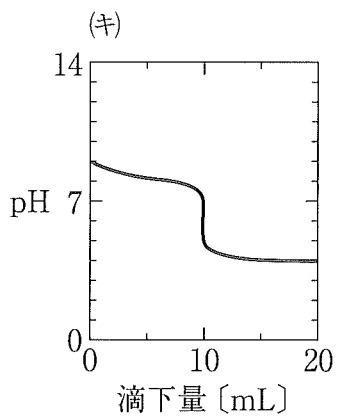
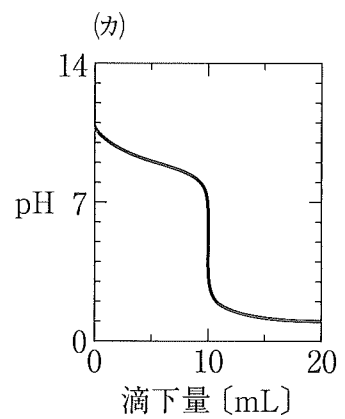
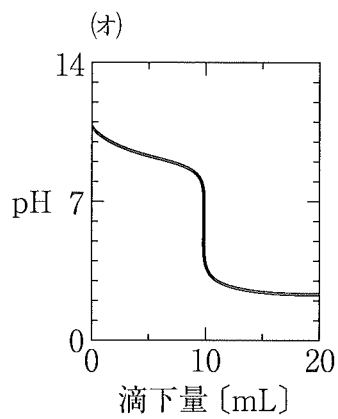
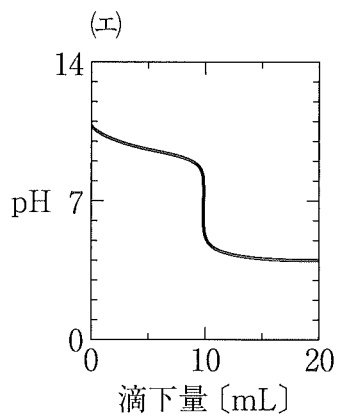
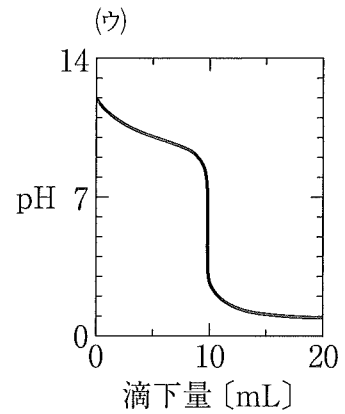
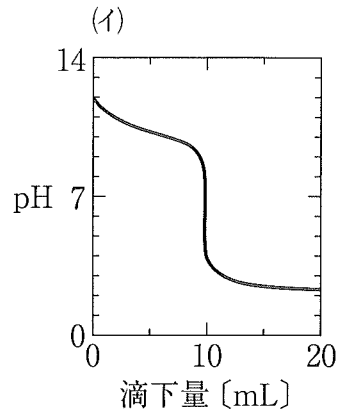
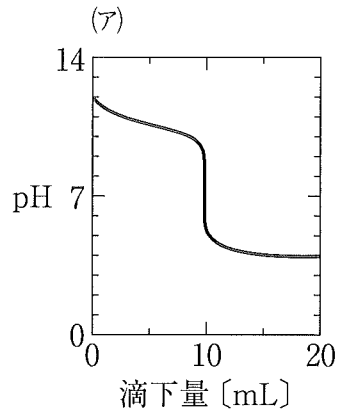
(ウ) NH_3 と OH^-

(エ) H_2O と NH_4^+

(オ) H_2O と OH^-

(カ) NH_4^+ と OH^-

(b 群)



〔Ⅱ〕 次の問(i)および(ii)に答えなさい。

(i) 次の問(A)～(D)に答えなさい。

問(A) 次の文の から にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものを，次の(ア)～(ク)から一つ選び，その記号をマークしなさい。

ある温度で気液平衡の状態にある気体と液体の間では，単位時間あたりに蒸発する分子の数と凝縮する分子の数は等しい。ここで温度が上昇すると，蒸発する分子の数は するので，蒸気圧は なる。蒸気圧が外圧と等しくなる温度を沸点という。1気圧のもとで水の沸点は100℃であるが，外圧が1気圧より大きい条件では，沸点は100℃より なる。

	(1)	(2)	(3)
(ア)	増加	大きく	高く
(イ)	増加	大きく	低く
(ウ)	増加	小さく	高く
(エ)	増加	小さく	低く
(オ)	減少	大きく	高く
(カ)	減少	大きく	低く
(キ)	減少	小さく	高く
(ク)	減少	小さく	低く

問(B) 次の文の (1) および $\left((2) \right)$ に入れるのに最も適当なものを、それぞれ a 群 および $\left(b \text{ 群} \right)$ から選び、その記号をマークしなさい。また、 $\left\{ (3) \right\}$ には最も適当な化学用語を漢字で解答欄に記入しなさい。

不揮発性の溶質が溶けた希薄溶液では、純粋な溶媒(純溶媒)に比べて、溶質の分だけ溶液全体の粒子の数に対する溶媒分子の数の割合が少なくなり、蒸発が (1) なる。そのため、希薄溶液の蒸気圧は純溶媒の蒸気圧より $\left((2) \right)$ なる。この現象を $\left\{ (3) \right\}$ という。

a 群

(ア) 起こりやすく (イ) 起こりにくく

$\left(b \text{ 群} \right)$

(ア) 大きく (イ) 小さく

問(C) ある不揮発性の非電解質を溶かした希薄溶液の沸点上昇度 Δt [K] から溶質の分子量を求めることができる。モル沸点上昇を K_b [K・kg/mol]、溶質の質量を m [g]、溶媒の質量を W [g] としたとき、この溶質の分子量を表す文字式として最も適当なものを、次の(ア)~(カ)から一つ選び、その記号をマークしなさい。

(ア) $\frac{\Delta t W}{1000 K_b m}$

(イ) $\frac{K_b m}{1000 \Delta t W}$

(ウ) $\frac{K_b W}{1000 \Delta t m}$

(エ) $\frac{1000 \Delta t W}{K_b m}$

(オ) $\frac{1000 K_b m}{\Delta t W}$

(カ) $\frac{1000 K_b W}{\Delta t m}$

問(D) 次の文の に入れるのに最も適当なものを、それぞれ 解答群 から選び、その記号をマークしなさい。ただし、水溶液中の電解質は完全に電離しているものとする。なお、原子量は $H = 1$ 、 $C = 12$ 、 $N = 14$ 、 $O = 16$ 、 $Na = 23$ 、 $Cl = 35.5$ 、 $Ca = 40$ とする。

3つのビーカー A、B、C に、それぞれ尿素 $(NH_2)_2CO$ 3.00 g、塩化ナトリウム $NaCl$ 2.34 g、塩化カルシウム $CaCl_2$ 2.22 g を入れ、それぞれに水を 100 g 加えて完全に溶かし、3種類の水溶液を調製した。これら3種類の水溶液のうちで最も沸点が高いのは の水溶液である。図1のように、これらのビーカーを大きな密閉ガラス容器中に入れ、温度一定として長時間放置したところ、それぞれのビーカーから水が蒸発して気液平衡の状態に達した。このときビーカー内に残っている水の質量が最も小さいものは の水溶液である。

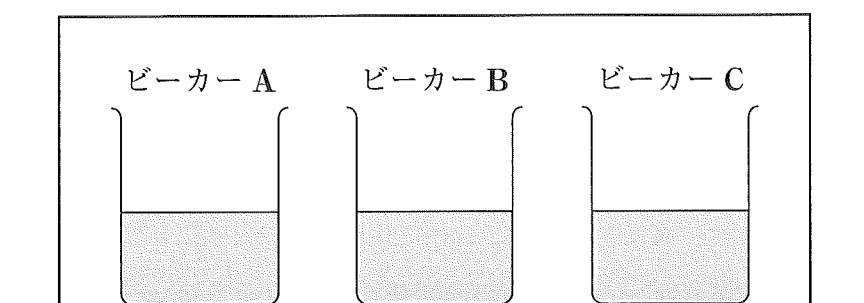


図 1

解答群

(ア) ビーカー A (イ) ビーカー B (ウ) ビーカー C

- (ii) 次の文の に入れるのに最も適当なものを 解答群 から選び、その記号をマークしなさい。また、 $(\quad)$ には化学反応式を、 $\{ (5) \}$ には化学式を、 $[\quad]$ には文字式をそれぞれ解答欄に記入しなさい。気体はすべて理想気体とし、容器の接続部の内容積および、液体の体積と蒸気圧は無視できるものとする。また、気体は液体に溶解しないものとする。

図1に示すように、容器Aと容器Bがコックで接続され、 0°C で保たれている。コックが閉じられた状態で、内容積 5.00 L の容器Aに $n_1[\text{mol}]$ のメタンと $n_2[\text{mol}]$ のアセチレンを充填^{じゅうてん}すると、圧力 $0.560 \times 10^5\text{ Pa}$ を示した。また、内容積 2.00 L の容器Bに $n_3[\text{mol}]$ の酸素 O_2 を充填すると、圧力 $3.50 \times 10^5\text{ Pa}$ を示した。

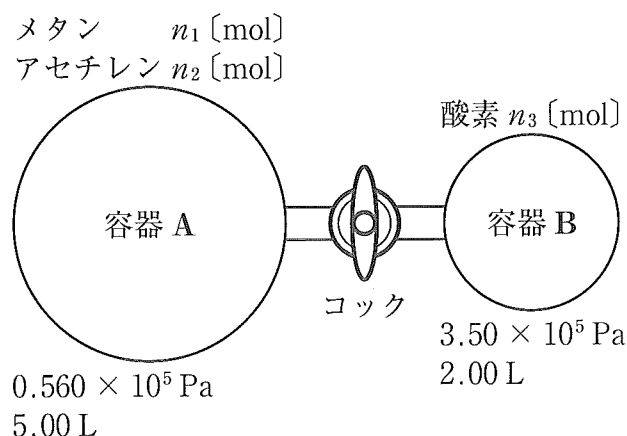


図1

ここで、容器Aと容器Bをつなぐコックを開くと、気体は反応することなく均一な混合気体となり、その全圧は (1) $\times 10^5\text{ Pa}$ となった。このときの O_2 の分圧は (2) $\times 10^5\text{ Pa}$ である。

つぎに、容器内の混合気体を完全燃焼させた。この変化を化学反応式で表すと、メタンについては①式、アセチレンについては②式で表される。

$$\begin{aligned} \left(\quad \quad \quad (3) \quad \quad \quad \right) & \dots\dots\dots ① \\ \left(\quad \quad \quad (4) \quad \quad \quad \right) & \dots\dots\dots ② \end{aligned}$$

①式および②式にしたがって完全燃焼した後，再び $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ に保つと容器内の圧力は， $0.750 \times 10^5 \text{ Pa}$ となっていた。この温度と圧力の条件において容器内に存在する気体成分は， $\left\{ (5) \right\}$ と未反応の O_2 である。ここから，燃焼前のメタンに対するアセチレンの物質量の比 (n_2/n_1) を求める。①式と②式から，必要に応じて n_1 ， n_2 ， n_3 を用いると， $\left\{ (5) \right\}$ の物質量は $\left[(6) \right] \text{ [mol]}$ と表される。同様に，未反応の O_2 の物質量は， $\left[(7) \right] \text{ [mol]}$ と表される。このことから， n_2/n_1 は (8) と求められる。

解答群

- | | | | |
|-----------|-----------|----------|----------|
| (ア) 0.160 | (イ) 0.400 | (ウ) 1.00 | (エ) 1.05 |
| (オ) 1.40 | (カ) 1.75 | (キ) 2.10 | (ク) 2.50 |
| (ケ) 2.66 | (コ) 2.80 | (サ) 3.00 | (シ) 3.50 |

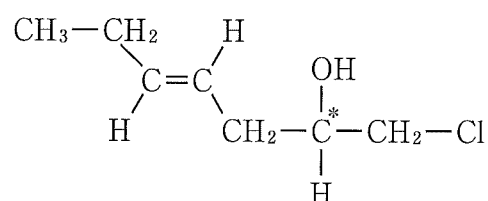
〔Ⅲ〕 次の問(i)～(iii)に答えなさい。

(i) 次の問(A)および問(B)に答えなさい。

問(A) 次の文の (1) に入れるのに最も適当なものを 解答群 から選び、その記号をマークしなさい。また、 $\left((2) \right)$ には下記の記入例にならって構造式を解答欄に記入しなさい。不斉炭素原子には*印をつけなさい。

構造式の記入例

*印は不斉炭素原子を示す。



アルカンは安定な化合物であるが、例えばメタンと塩素の混合気体に光(紫外線)を照射すると、メタン分子中の水素原子が塩素原子で置き換わった化合物と塩化水素が生成する。

光(紫外線)を当てながら直鎖状のペンタンと塩素を反応させると、ペンタンの水素原子1個を塩素原子1個で置換してできる生成物は、鏡像異性体を区別しなければ (1) 種類得られ、このうち不斉炭素原子をもつ化合物の構造式は $\left((2) \right)$ である。

解答群

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| (ア) 1 | (イ) 2 | (ウ) 3 | (エ) 4 | (オ) 5 |
| (カ) 6 | (キ) 7 | (ク) 8 | | |

問(B) 次の文の , $(\quad)$ および $\{ (6) \}$ に入れるのに最も適当なものを, それぞれ a 群, $(\quad)$ b 群 および $\{ \quad \}$ c 群 から選び, その記号をマークしなさい。なお, 原子量は $H = 1$, $C = 12$, $O = 16$, $Na = 23$, $I = 127$ とする。

油脂はグリセリンと脂肪酸からなる (1) である。炭素原子間の結合がすべて単結合である脂肪酸を (2) 脂肪酸とよび, 炭素原子間の結合に二重結合($C=C$ 結合)を含む脂肪酸を (3) 脂肪酸とよぶ。油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えてけん化すると脂肪酸ナトリウムとグリセリンになる。

同一の (3) 脂肪酸の 3 分子とグリセリンの 1 分子のみから構成される油脂 A 4.39 g を完全にけん化するために 0.60 g の水酸化ナトリウム NaOH が必要である。このとき生成するのはグリセリンと脂肪酸ナトリウムの塩 B である。また, A に含まれる $C=C$ 結合 1 個に対して 1 個のヨウ素分子 I_2 が付加するとき, 4.39 g の A と完全に反応するのに必要な I_2 の質量は 7.62 g である。

以上のことから, A のモル質量は $(\quad)$ (4) g/mol であり, B のモル質量は $(\quad)$ (5) g/mol となる。また, A には $\{ \quad \}$ (6) 個の $C=C$ 結合が含まれる。

a 群

(ア) アミド	(イ) アルコール	(ウ) エステル
(エ) エーテル	(オ) 単純	(カ) 不飽和
(キ) 飽和	(ク) 複合	

(b 群)

(ア) 146	(イ) 264	(ウ) 287	(エ) 293
(オ) 302	(カ) 439	(キ) 585	(ク) 878

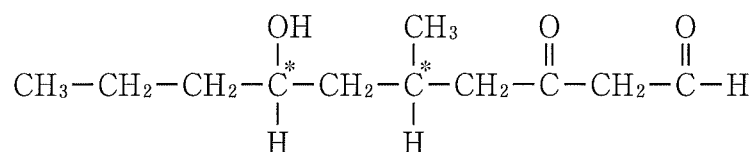
{ c 群 }

(ア) 1	(イ) 2	(ウ) 3	(エ) 4	(オ) 5
(カ) 6	(キ) 7	(ク) 8	(ケ) 9	

- (ii) 次の文の (1) および () に入れるのに最も適当なものを、それぞれ a 群 および b 群 から選び、その記号をマークしなさい。また、{ } には下記の記入例にならって構造式を解答欄に記入しなさい。不斉炭素原子には*印をつけなさい。

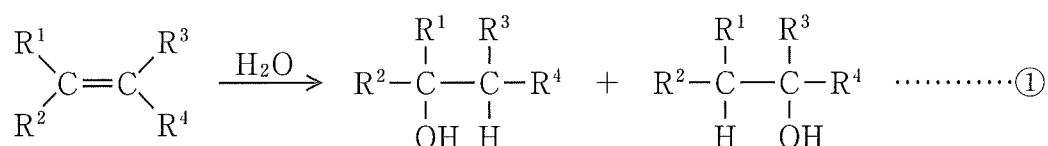
構造式の記入例

*印は不斉炭素原子を示す。



分子式 C_5H_{10} の異性体のうち、シス-トランス異性体(幾何異性体)も区別すると、アルケンは (1) 種類ある。いま、この (1) 種類のアルケンのうち、3種類の化合物 A、B、C とそれらに関連する化合物について、以下の(a)~(e)のことがわかっている。

- (a) A、B、C のうち、A のみにシス-トランス異性体が存在し、A はトランス形である。
- (b) A、B、C それぞれの炭素原子間の二重結合への水の付加反応を行うと、A からは化合物 D と化合物 E が得られ、B からは化合物 F と化合物 G が得られ、C からは F と化合物 H が得られる。なお一般に、炭素原子間の二重結合への水の付加反応は、①式に示すように起こる。



R^1 , R^2 , R^3 および R^4 はアルキル基または水素原子とする。

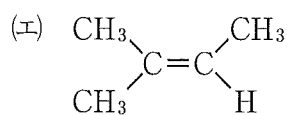
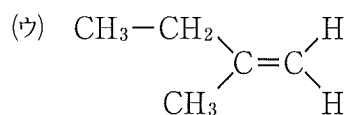
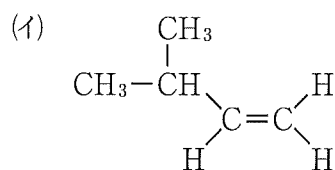
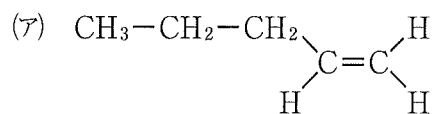
- (c) **D** と **F** はいずれも不斉炭素原子をもつ。
- (d) **G** を硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液のような適当な酸化剤で酸化させて得られる化合物 **I** は銀鏡反応を示す。
- (e) **H** は硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液のような酸化剤では酸化されにくい。

以上のことから、**B** の構造式は (2) , **C** の構造式は (3) であり、また、**D** の構造式は { (4) } , **I** の構造式は { (5) } であることがわかる。

a 群

- (ア) 4 (イ) 5 (ウ) 6 (エ) 7 (オ) 8

(b 群)



- (iii) 次の文の および に入れるのに最も適当なものを a 群 および b 群 から選び、その記号をマークしなさい。また、 には整数値を解答欄に記入しなさい。なお、原子量は $H = 1$, $C = 12$, $O = 16$ とする。

セルロース ($C_6H_{10}O_5$)_n は、多数の β -グルコースが (1) 結合によって連結した直線状の構造をもつ多糖である。セルロースは分子どうしが多数の (2) 結合で強く結びついているため、熱水や有機溶媒に溶解しにくい。しかし、セルロースはシュバイツァー試薬とよばれる濃アンモニア水に水酸化銅(Ⅱ)を溶かした水溶液には溶解する。セルロースをシュバイツァー試薬に溶かした溶液を希硫酸中で細孔から静かに押し出すと (3) とよばれる繊維が得られる。また、セルロースを水酸化ナトリウム水溶液と二硫化炭素へ順に浸した後、水酸化ナトリウム水溶液で溶解する。この溶液を希硫酸中で細孔から静かに押し出すと (4) とよばれる繊維が得られる。 (3) や (4) のように、セルロースを適切な溶媒に溶かし、紡糸した繊維は (5) 繊維とよばれる。

セルロースのヒドロキシ基をアセチル化して分子どうしの (2) 結合の影響を弱めると、有機溶媒に溶けやすくなるために加工しやすくなる。いま、無水酢酸を用いた 270.0 g のセルロースのアセチル化を考える。セルロースの末端を無視し、アセチル化が完全に進行すると考えると、すべてのヒドロキシ基をアセチル化するためには、無水酢酸は理論上 { (6) } g 必要となる。そこで 270.0 g のセルロースに { (6) } g の無水酢酸を作用させたところ、471.6 g のアセチル化されたセルロースが得られた。この結果から、この反応でセルロースに存在するヒドロキシ基のうち { (7) } % がアセチル化されたことになる。この段階におけるアセチル化されたセルロースは有機溶媒に溶けにくい。しかし、アセチル化されたセルロースの一部の (8) 結合を加水分解するとアセトンに溶けるようになり、そのアセトン溶液を細孔から押し出して乾燥させることで得られた繊維は (9) 繊維とよばれる。 (9)

繊維のように、セルロースの構造の一部を変化させた繊維は（ 10 ） 繊維とよばれる。

a 群

- | | | |
|----------|----------|-----------|
| (ア) アミド | (イ) エステル | (ウ) グリコシド |
| (エ) ペプチド | (オ) 水素 | (カ) イオン |
| (キ) 配位 | | |

(b 群)

- | | | |
|----------|---------------|----------|
| (ア) アクリル | (イ) アセテート | (ウ) キュプラ |
| (エ) ナイロン | (オ) ビスコースレーヨン | |
| (カ) ビニロン | (キ) 天然 | (ク) 植物 |
| (ケ) 合成 | (コ) 半合成 | (サ) 再生 |

(以上)