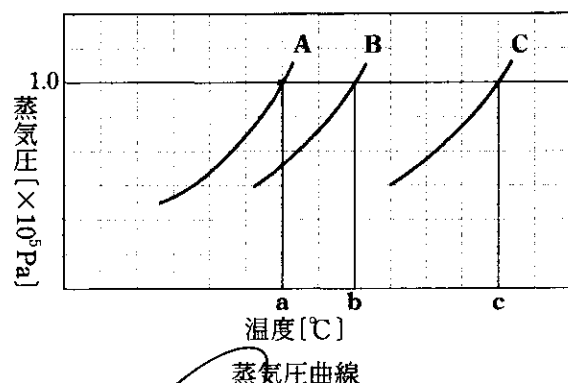
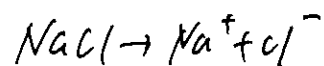


1

図は蒸気圧曲線であり、グラフ A が純水、グラフ B が 0.100 mol/kg のグルコース水溶液、グラフ C がある濃度の塩化ナトリウム水溶液である。図中の a と b の温度差は 0.0515 K 、b と c の温度差は 0.103 K であった。グラフ C の塩化ナトリウム水溶液の質量モル濃度は何 mol/kg か。最も適当な数値を、下の ①～⑤ のうちから一つ選べ。ただし、電解質は完全に電離しているものとする。



- ① 0.0500 ② 0.100 ③ 0.150 ④ 0.200 ⑤ 0.300



NaCl の質量モル濃度を

$x \text{ mol/kg}$ とする

$$\Delta t = K \times 0.100$$

$$0.0515 = 0.1K$$

$$K = 0.515$$

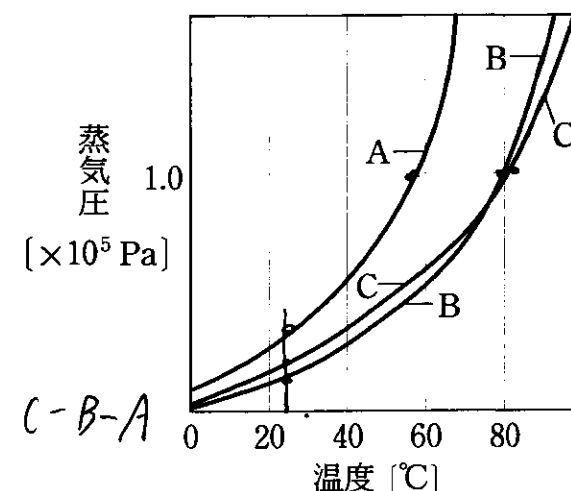
$$\Delta t = K \times x \times 2$$

$$0.103 = 0.515 \times 2 \times x$$

$$x = \frac{0.103}{2 \times 0.515} = 0.1$$

2

図は、3 種類の物質 A、B および C について、飽和蒸気圧と温度の関係 (蒸気圧曲線) を示したものである。この図から、次の文中の ①, ② に当てはまるものを、下の ①～⑥ のうちから一つずつ選べ。ただし、同じものをくり返し選んでもよい。



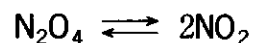
a 大気圧が $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ のとき、沸点の高いものから低いものへの順序は ① である。

b 25°C で、揮発しやすいものから揮発しにくいものへの順序は ② である。

- ① A-B-C ② A-C-B ③ B-A-C ④ B-C-A
⑤ C-A-B ⑥ C-B-A

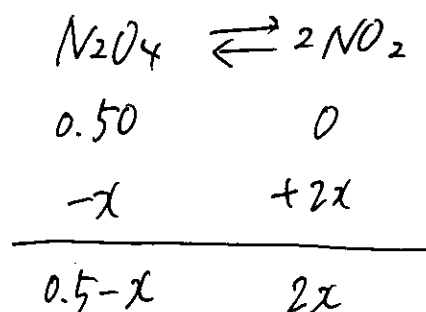
3

四酸化二窒素は次式のように解離する。



10 L の容器に N_2O_4 を 0.50 mol 入れて平衡状態に達するまで一定の温度に保ったとき、平衡状態における NO_2 の濃度 [mol/L] として最も適当な数値を、次の ①～⑥ のうちから一つ選べ。ただし、この温度における平衡定数は $K=0.40$ mol/L とし、 $\sqrt{3}=1.73$ とする。

- ① 0.037 ② 0.050 ③ 0.073 ④ 0.37 ⑤ 0.50 ⑥ 0.73



$$K = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = \frac{(2x/10)^2}{(0.5-x)/10}$$

$$\frac{4x^2}{100} = \left(0.5 - \frac{x}{10}\right) \times 0.4$$

$$4x^2 = 4(0.5-x)$$

$$x^2 + 2x - 1 = 0$$

$$2x^2 + 2x - 1 = 0$$

$$x = \frac{-1 \pm \sqrt{3}}{2}$$

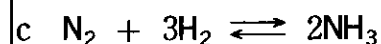
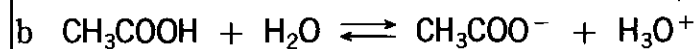
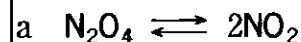
$$1.73 \frac{-1 + \sqrt{3}}{2} = \frac{-1 + 1.73}{2} = \frac{0.73}{2} = 0.365$$

$$[\text{NO}_2] = \frac{2x}{10}$$

$$= 0.073$$

4

次の a～d の反応が平衡状態にあるとき、【 】内のように条件を変化させると、平衡はどちらに移動するか。平衡が左に移動するものの組合せとして最も適当なものを、下の ①～⑨ のうちから一つ選べ。



① a

⑤ a, b

⑨ a, b, d

② b

⑥ a, d

③ c

⑦ b, c

④ d

⑧ a, b, c

左 分子数減り
【圧力を大きくする】

右 水を加えて希釈する
【水を加えて希釈する】

変化なし 四酸化三鉄を触媒として加える

【温度と圧力を一定にしながら He を加える】

平衡左

平衡左

5

合金に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

(2)

- ① ステンレス鋼は、鉄にクロムやニッケルなどを加えてつくられた合金である。
 ② 青銅は、銅とニッケルの合金でさびにくく丈夫である。
 ③ はんだは、スズを主成分とした合金である。
 ④ ジュラルミンは、アルミニウムに銅やマグネシウムなどを加えてつくられた合金である。
 ⑤ 鉄とチタンの合金は、水素吸蔵合金として知られる。

※ 銅とニッケル → 白銅 (50% Cu, 50% Ni)

※ はんだ → 鉛、スズ (鉛とスズを合金)

↓
水素吸蔵合金 (鉄とチタン)

↓
ニッケル-水素電池の負極

6

3種類の陽イオンを含む試料水溶液を用いて、次の操作1～4をこの順に行い、それぞれの陽イオンを沈殿A～Cとして分離した。沈殿A～Cに含まれる陽イオンの組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 (5)

操作1 試料水溶液に塩酸を加えたが、沈殿の生成は見られなかった。

操作2 硫化水素を通じたところ黒色沈殿が生じたので、沈殿Aとろ液aに分離した。

操作3 ろ液aを煮沸した。次いで、少量の硝酸を加えて加熱したのち、過剰のアンモニア水を加えたところ赤褐色沈殿が生じたので、沈殿Bとろ液bに分離した。

操作4 ろ液bに硫化水素を通じたところ白色沈殿が生じたので、沈殿Cをろ別した。

	沈殿 A	沈殿 B	沈殿 C
①	Ag^+	Cu^{2+}	Fe^{3+}
②	Ag^+	Fe^{3+}	Pb^{2+}
③	Pb^{2+}	Mn^{2+}	Al^{3+}
④	Cu^{2+}	Al^{3+}	Zn^{2+}
⑤	Cu^{2+}	Fe^{3+}	Zn^{2+}
⑥	Zn^{2+}	Fe^{3+}	Cu^{2+}

1. $\text{HCl} \rightarrow \text{AgCl}(\text{白}), \text{PbCl}(\text{白})$

2. 酸性で H_2S 、黒色沈殿 $\text{CuS}(\text{黒})$

3. 赤褐色沈殿 $\text{Fe}(\text{OH})_3$

4. 3液b(塩基性) → 白色沈殿 $\text{ZnS}(\text{白})$ (C)

$\text{Al}(\text{OH})_3$ は白

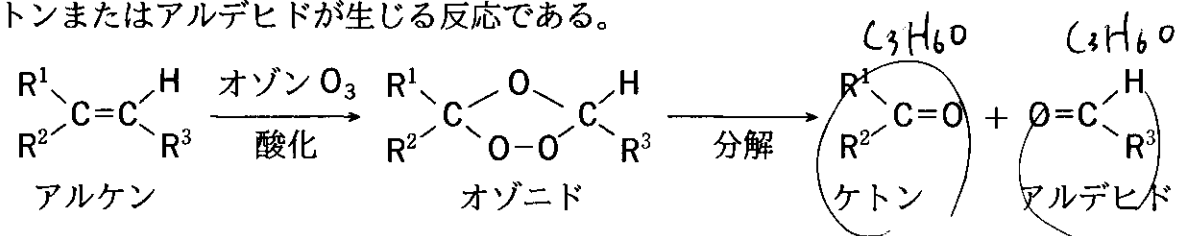
$\text{Zn}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Ni}^{2+}$
中16番まで

7

$C_6H_{14}O$ で表される化合物 A がある。化合物 A はナトリウムと反応して水素を発生した。また、化合物 A を酸化すると化合物 B になる。化合物 B は還元性を示さず、またヨードホルム反応も起こさなかった。

化合物 A に濃硫酸を作用させたところ、主生成物として分子式 C_6H_{12} の化合物 C を生じた。化合物 C をオゾン分解すると、2 種類のカルボニル化合物を生じ、どちらも分子式は C_3H_6O であった。この反応に関する下の問い (a・b) に答えよ。

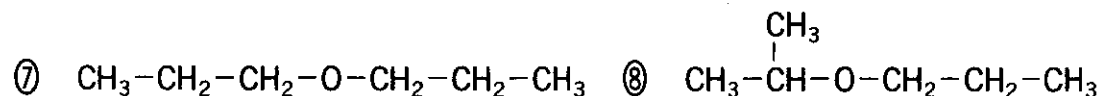
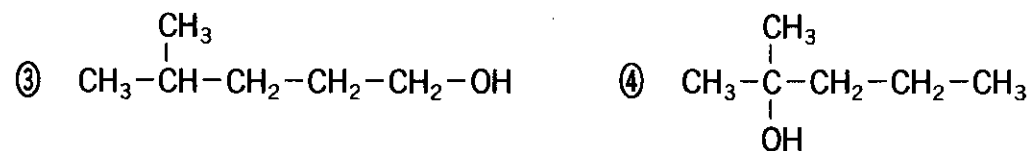
オゾン分解とは、オゾンを実アルケンに作用させるとオゾニドが生じ、これを分解するとケトンまたはアルデヒドが生じる反応である。



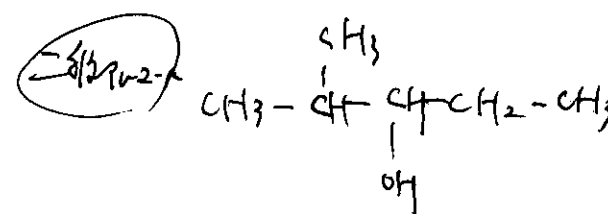
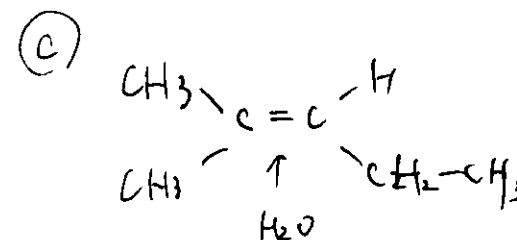
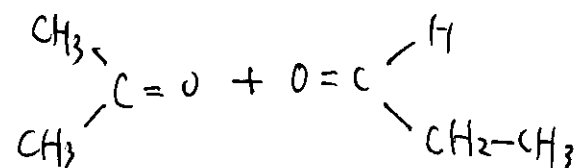
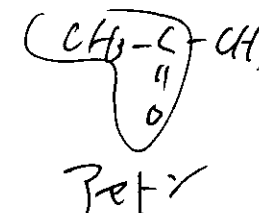
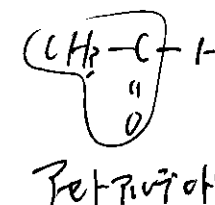
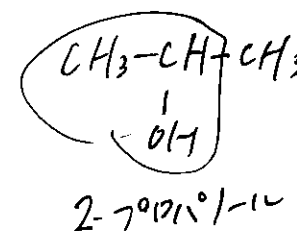
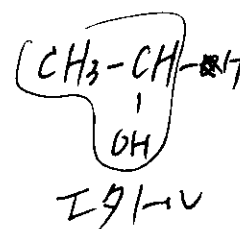
a 下線部について、ヨードホルム反応を起こすと考えられる物質を、次の ①～⑥のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 [②] [⑤]

- ① ホルムアルデヒド ② アセトン ③ メタノール
④ 1-プロパノール ⑤ 2-プロパノール ⑥ ジエチルエーテル

b 化合物 A の構造として最も適当なものを、次の ①～⑧のうちから一つ選べ。



ヨードホルム反応



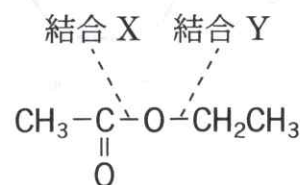
8

酢酸とエタノールに少量の濃硫酸を加えて加熱すると、酢酸エチルが生じる。このエステル化の反応のしくみを調べるため、次の実験を行った。H=1.0, O=16

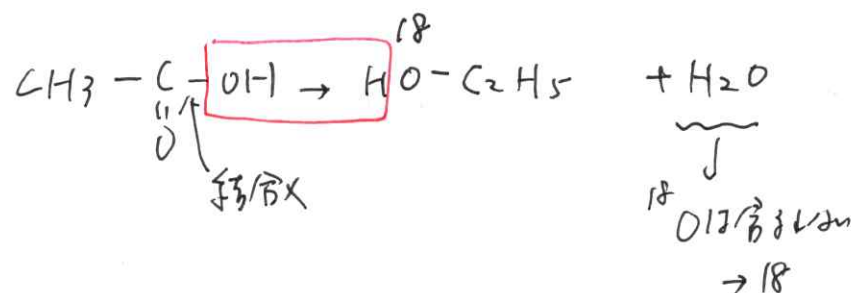
実験 通常のエタノール $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ の代わりに、酸素原子が同位体 ^{18}O に置き換わったエタノール $\text{C}_2\text{H}_5^{18}\text{OH}$ のみを用いて酢酸エチルを合成した。生成した酢酸エチルの分子量は、通常のエタノールを用いた場合よりも 2 大きくなった。

この実験に関する次の文章中の **ア**・**イ** に当てはまる語と数値の組合せとして最も
 適当なものを、下の ①～④ のうちから一つ選べ。

得られた結果から、エステル化の反応では次の構造式の **ア** が新たに形成されることがわかった。また、生成した水の分子量は **イ** と推定される。



	ア	イ
①	結合 X	18
②	結合 X	20
③	結合 Y	18
④	結合 Y	20

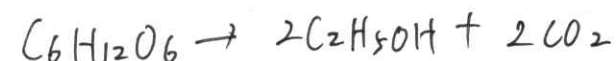


9

糖類に関する記述として誤りを含むものを，次の ①～⑤ のうちから一つ選べ。

{ 4 }

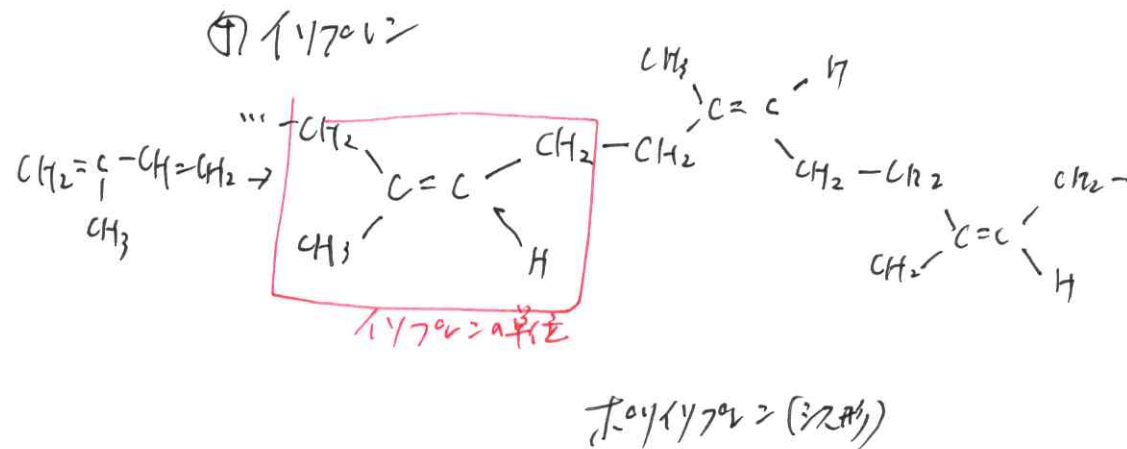
- ① セルロースは分子内で水素結合を形成し、直鎖状の構造をもつ。
- ② デンプンの水溶液はヨウ素デンプン反応を示すが、加熱すると呈色が消え、冷却すると再び呈色する。
- ③ スクロースを加水分解し、生じたグルコースとフルクトースの混合物を転化糖という。
- ④ スクロースは水溶液中でホルミル基をもつ鎖状構造をもつため、還元性を示す。
- ⑤ グルコースのアルコール発酵では、グルコース1分子から2分子のエタノールを生じる。



10

合成高分子やゴムに関する記述として下線部に誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。
[4]

- ① ビニロンは酢酸ビニルを付加重合させ、さらに加水分解したものをアセタール化して得られる。
- ② ポリエチレンテレフタラートのくり返し単位構造には二つのエステル結合がある。
- ③ フェノール樹脂は、フェノールとホルムアルデヒドを原料に、ノボラックやレゾールなどの重合度の低い物質を経て生成される。
- ④ 生ゴムの主成分であるポリイソプレンの分子の中には、イソプレン単位ごとに1個のトランス形の二重結合があり、弾性が生じる。 シス形
- ⑤ アクリル樹脂の原料はメタクリル酸メチルである。



11

デンプンを加水分解して生じたα-グルコース (図1参照) 2分子が脱水縮合した構造の二糖類Xがある。この二糖類について次の実験を行った。

実験1 試験管で硝酸銀水溶液にアンモニア水を過剰に加え、二糖類Xの水溶液を加えて温めると、試験管の内壁に銀鏡が生じた。 銀鏡反応を示す

実験2 二糖類Xのヒドロキシ基をすべてメチル化した後、希硫酸で完全に加水分解したところ、図2のような構造の化合物が2種類得られた。

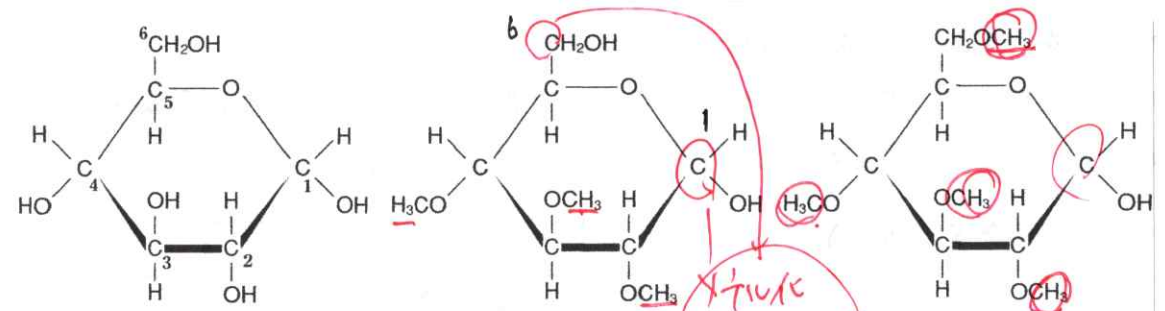
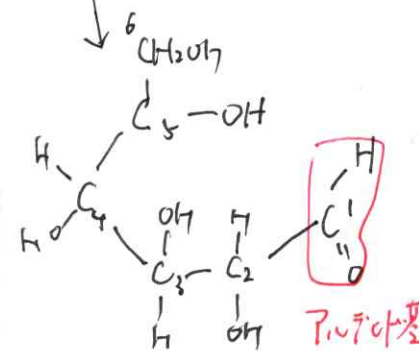


図1 グルコース

図2 実験2の生成物

実験の結果より二糖類Xは二つのグルコースのそれぞれ [a] 位と [b] 位の炭素原子との間で結合していることがわかる。a と b に当てはまる数値の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。
[3]

- ① a=1, b=1 ② a=1, b=4 ③ a=1, b=6
④ a=4, b=4 ⑤ a=4, b=6 ⑥ a=6, b=6



実験2

メチル化

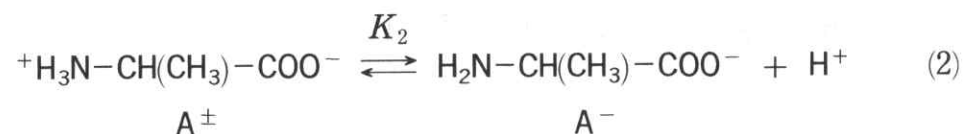
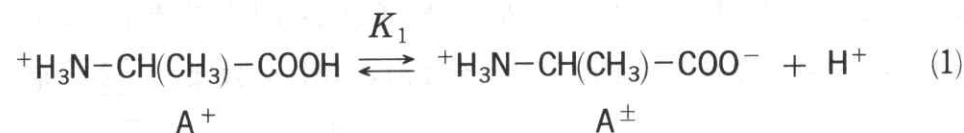
1,2,6位のOHがメチル化

実験1 - 二糖類Xについて

α-グルコースとβ-グルコースの混合物

12

水溶液中でアミノ酸はいくつかのイオンの形をとり、平衡状態となっている。それらのイオンは水溶液の pH によって存在する割合が変化する。例えば、アラニンの水溶液中では、イオン A^+ , $A^\pm$, A^- が存在し、次のような平衡が成りたっている。



(1) 式の電離に対して、(2) 式の電離は十分に小さいため、アラニン水溶液の pH は $pH = \log_{10} \boxed{\text{ア}} - \log_{10} K_1$ で求めることができる。(1) 式の電離定数は $K_1 = 10^{-2.3}$, (2) 式の電離定数は $K_2 = 10^{-9.7}$ である。ここで、水溶液のイオンの電荷の総和が 0 となる等電点を求めると、 $pH = \boxed{\text{イ}}$ となる。 $pH = 9.7$ の水溶液でおもに存在するイオンは A^+ , $A^\pm$, A^- のうちの $\boxed{\text{ウ}}$ となる。

a $\boxed{\text{ア}}$ に当てはまる式として最も適当なものを、次の ①～⑥ のうちから一つ選べ。

① $\frac{[A^\pm]}{[A^-]}$ ② $\frac{[A^-]}{[A^\pm]}$ ③ $\frac{[A^+]}{[A^\pm]}$ ④ $\frac{[A^\pm]}{[A^+]}$ ⑤ $\frac{[A^-]}{[A^+]}$ ⑥ $\frac{[A^+]}{[A^-]}$

b $\boxed{\text{イ}}$ に当てはまる数値として最も適当なものを、次の ①～⑦ のうちから一つ選べ。

① 2.0 ② 4.0 ③ 6.0 ④ 7.0 ⑤ 8.0 ⑥ 10.0 ⑦ 12.0

c $\boxed{\text{ウ}}$ に当てはまるイオンとして最も適当なものを、次の ①～⑥ のうちから一つ選べ。

① A^+ ② $A^\pm$ ③ A^- ④ $A^+, A^\pm$ ⑤ A^+, A^- ⑥ $A^\pm, A^-$

2 $K_1 = \frac{[A^\pm][H^+]}{[A^+]}$, $K_2 = \frac{[A^-][H^+]}{[A^\pm]}$ → $[A^\pm]$ は消去

$\downarrow$ (i) (ii)

$[H^+] = \frac{K_1[A^+]}{[A^\pm]}$ $\log_{10} [H^+] = \log_{10} \frac{K_1[A^+]}{[A^\pm]}$ (i)

$-\log_{10} [H^+] = \log_{10} \frac{[A^\pm]}{K_1[A^+]}$ $= \log_{10} \frac{[A^\pm]}{[A^+]} - \log_{10} K_1$

13

高分子化合物に関する記述として誤りを含むものを、次の ①～⑤ のうちから一つ選べ。

- ① ポリエチレンテレフタラートの原料は、~~フタル酸~~ ^{ラフタル酸} とエチレングリコールである。
- ② ヘキサメチレンジアミンとアジピン酸を反応させると、ナイロン 66 (6,6-ナイロン) が得られる。
- ③ カプロラクタムを開環重合させると、ナイロン 6 (6-ナイロン) が得られる。
- ④ ポリエチレンテレフタレートは、飲料容器やワイシャツの繊維などとして用いられる。
- ⑤ ナイロン 66 は引っ張り強度が大きい高分子化合物で、ストッキングなどに用いられる。

b. $K_1 \times K_2 = \frac{[A^-][H^+]^2}{[A^+]}$

$= 10^{-2.3} \times 10^{-9.7} = 10^{-12}$

等電点では $[A^+] = [A^-]$ かつ $[H^+]^2 = 10^{-12}$

$[H^+] = 10^{-6}$ $pH = 6$

c. (i) $\frac{[A^\pm][H^+]}{[A^+]} = 10^{-2.3}$

$pH = 9.7$ かつ $[H^+] = 10^{-9.7}$

$\frac{[A^\pm]}{[A^+]} = \frac{10^{-2.3}}{10^{-9.7}} = \frac{10^{-2.3}}{10^{-9.7}} = 10^{7.4}$

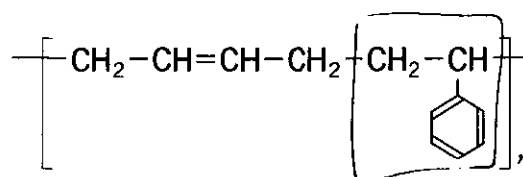
$[A^\pm] \gg [A^+]$ かつ (ii) $\frac{[A^-][H^+]}{[A^\pm]} = 10^{-9.7}$

$[H^+] = 10^{-9.7}$ $[A^-] \approx [A^\pm]$

$\frac{[A^-]}{[A^\pm]} = 1$

14

右に示す部分構造をもつ合成高分子化合物の原料として、スチレンと何が必要か。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。



スチレン

スチレン + ブタジエン
(SBR)

(5)

- ① ホルムアルデヒド ② エチレン
③ プロピレン ④ 2-ブテン
⑤ 1,3-ブタジエン ⑥ イソプレン

15

次の文章(a・b)中の空欄に当てはまる数を、下の①～⑥のうちから一つずつ選べ。

a イソプレン(C_5H_8)が付加重合してできるポリイソプレンでは、イソプレン単位1個あたりに存在する二重結合の数は、個である。

b ヘキサメチレンジアミン($\text{C}_6\text{H}_{16}\text{N}_2$)とアジピン酸($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_4$)から生じるナイロン66(6,6-ナイロン)において、そのくり返し単位1個に含まれる CH_2 の数は、個である。

① (1) ② (5)

- ① 1 ② 2 ③ 6 ④ 8 ⑤ 10 ⑥ 12

