

R 3 物理 R 4 化学 R 5 生物

この冊子は、**物理**、**化学** および **生物** の問題を 1 冊にまとめてあります。

物理学科は物理指定

応用生物科学科と経営工学科は、物理・化学・生物のいずれかを選択

物理の問題は、1 ページより 24 ページまであります。
化学の問題は、25 ページより 36 ページまであります。
生物の問題は、37 ページより 65 ページまであります。

〔注 意〕

- (1) 試験開始の指示があるまで、この冊子を開いてはいけません。
- (2) 監督者から受験番号等記入の指示があったら、解答用マークシートに受験番号と氏名を記入し、さらに受験番号と志望学科をマークしてください。
- (3) 解答は、所定の解答用マークシートにマークしたものだけが採点されます。
- (4) 解答用マークシートについて
 - ① 解答用マークシートは、絶対に折り曲げてはいけません。
 - ② マークには黒鉛筆(HBまたはB)を使用してください。指定の黒鉛筆以外でマークした場合、採点できないことがあります。
 - ③ 誤ってマークした場合は、消しゴムで丁寧に消し、消しくずを完全に取除いたうえ、新たにマークしてください。
 - ④ 解答欄のマークは、横 1 行について 1 箇所に限ります。2 箇所以上マークすると採点されません。あいまいなマークは無効となるので、はっきりマークしてください。
 - ⑤ 解答用マークシート上部に記載されている解答上の注意事項を、必ず読んでから解答してください。
- (5) 試験開始の指示があったら、初めに問題冊子のページ数を確認してください。
ページの落丁・乱丁、印刷不鮮明等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- (6) 問題冊子は、試験終了後、持ち帰ってください。

化 学

各設問の計算に必要なならば下記の数値を用いなさい。

原子量：H 1.0, C 12.0, O 16.0, Na 23.0, S 32.0,

Cl 35.5, K 39.1, Cu 63.5, Zn 65.4, I 127

標準状態における理想気体のモル体積：22.4 L/mol

1 次の記述の(ア)～(ク)にあてはまる最も適当な0～9の整数を解答用マークシートにマークしなさい。(8点)

- (1) 質量数14の炭素原子に含まれる中性子の数は (ア) である。
- (2) アルゴン原子の価電子の数は (イ) である。
- (3) ナトリウムイオン(Na^+)のM殻に含まれる電子の数は (ウ) である。
- (4) 窒素分子に含まれる非共有電子対の数は (エ) である。
- (5) 黒鉛中の1つの炭素原子が共有結合している炭素原子の数は (オ) である。
- (6) 体心立方格子の単位格子に含まれる原子の数は (カ) である。
- (7) C_5H_{10} で表される鎖状構造の異性体の数はシス・トランス異性体を区別すると (キ) である。
- (8) スクロース($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) 1分子中にあるヒドロキシ基の数は (ク) である。

右のページは白紙です。

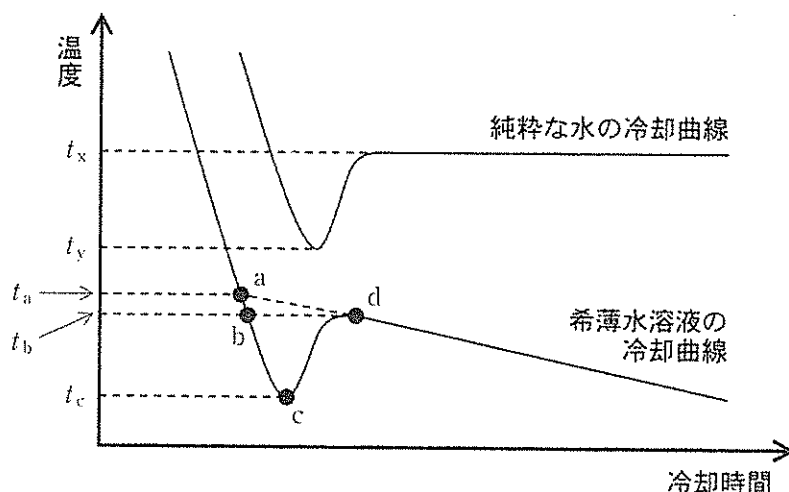
- 2 次の記述の(ア)～(エ)にあてはまる最も適当な語句をA欄より、(オ)～(ク)にあてはまる最も適当な語句をB欄より選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい(番号の中の0という数字も必ずマークすること)。(16点)

(1) ヘンリーの法則が成り立つ溶解度の小さな気体について考える。溶媒に対する気体の溶解度は一般に、(ア) ときほど大きくなる。また、温度一定の条件下で一定量の溶媒に溶ける気体の体積は、溶かしたときの圧力のもとでの体積で表すと、(イ)。いま、温度 T [K]、体積 V [L] の溶媒 S に対して圧力 P [Pa] の理想気体 A (分子量 M_A) と B (分子量 M_B) はそれぞれ V_A [mL] および V_B [mL] 溶けるものとする。これら理想気体 A と B が体積比 $1 : 2$ で混合され、温度 T [K]、体積 V [L] の溶媒 S に対して全圧 $3P$ [Pa] で接したとする。このとき、溶媒 S に溶けた理想気体 A と B の体積比は圧力 P [Pa] のときに換算すると、 A の体積 : B の体積 = (ウ) であり、その質量比は A の質量 : B の質量 = (エ) である。

A 欄

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 01 温度が高く、溶媒に接する気体の圧力が高い | |
| 02 温度が高く、溶媒に接する気体の圧力が低い | |
| 03 温度が低く、溶媒に接する気体の圧力が高い | |
| 04 温度が低く、溶媒に接する気体の圧力が低い | |
| 05 圧力が増すほど大きくなる | |
| 06 圧力が増すほど小さくなる | |
| 07 圧力に関わらず一定である | |
| 08 $V_A : V_B$ | 09 $V_A : 2V_B$ |
| 10 $2V_A : V_B$ | 11 $V_A M_A : V_B M_B$ |
| 12 $V_A M_A : 2V_B M_B$ | 13 $2V_A M_A : V_B M_B$ |
| 14 $V_A / M_A : V_B / M_B$ | 15 $V_A / M_A : 2V_B / M_B$ |
| 16 $2V_A / M_A : V_B / M_B$ | |

(2) 不揮発性の非電解質を溶かした希薄水溶液について、その冷却曲線を作成した。凝固点付近に着目した結果を、模式的に図に示す。なお、この図には純粋な水の冷却曲線もあわせて示してある。希薄水溶液中で凝固が始まるのは点 (オ) のときであり、凝固点降下度は温度差 (カ) に相当する。例えば、水 100 g に不揮発性の非電解質 C(分子量 M_c) を W_c [g] 溶解させたときの凝固点降下度は ΔT_c [K] であり、同じく水 100 g に分子量のわからない化合物 D(不揮発性の非電解質とする) を W_d [g] 溶解させたときの凝固点降下度は ΔT_d [K] であったとする。凝固点降下度は溶液の (キ) に比例し、非電解質の種類に依存しないことを利用すると、化合物 D の分子量は (ク) と求まる。



図

B 欄

- | | | | |
|--|--|----------------|----------------|
| 01 a | 02 b | 03 c | 04 d |
| 05 $t_x - t_a$ | 06 $t_x - t_b$ | 07 $t_x - t_c$ | 08 $t_y - t_a$ |
| 09 $t_y - t_b$ | 10 $t_y - t_c$ | 11 質量パーセント濃度 | |
| 12 モル濃度 | | 13 質量モル濃度 | |
| 14 $(W_c \cdot \Delta T_c \cdot M_c) / (W_d \cdot \Delta T_d)$ | 15 $(W_c \cdot \Delta T_d \cdot M_c) / (W_d \cdot \Delta T_c)$ | | |
| 16 $(W_d \cdot \Delta T_c \cdot M_c) / (W_c \cdot \Delta T_d)$ | 17 $(W_d \cdot \Delta T_d \cdot M_c) / (W_c \cdot \Delta T_c)$ | | |

- 3 次の記述の①～⑤にあてはまる数字を解答用マークシートにマークしなさい。
各数値は指定した桁の1桁下を四捨五入して求めなさい。(15点)

図のようにガラス製の容器A(容積1L)とB(容積2L)が連結されている。連結部のコックを開くと容器AとBの内部の気体は自由に移動できるようになり、コックを閉じると移動できなくなるものとする。容器AとBの内部の温度は、恒温槽C、D内の液体によりそれぞれ一定かつ均一に保つことができるものとする。温度変化による容器の容積変化、気体導入部および連結部の容積は無視できるものとする。また、本問では気体は理想気体として扱うものとする。

- (1) 連結部のコックを閉じた状態で、窒素を容器AおよびBに入れて封入した。恒温槽CおよびD内の液体を水とし、容器AおよびB内の温度をともに308 Kに保った。この状態で容器AおよびB内の圧力は、それぞれ $3.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、 $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ であった。次に、コックを開いて容器AとBの中の気体を自由に移動できるようにしたとき、容器AおよびB内の圧力は、ともに $\boxed{\text{①}} \cdot \boxed{\text{②}} \times 10^5 \text{ Pa}$ となった。

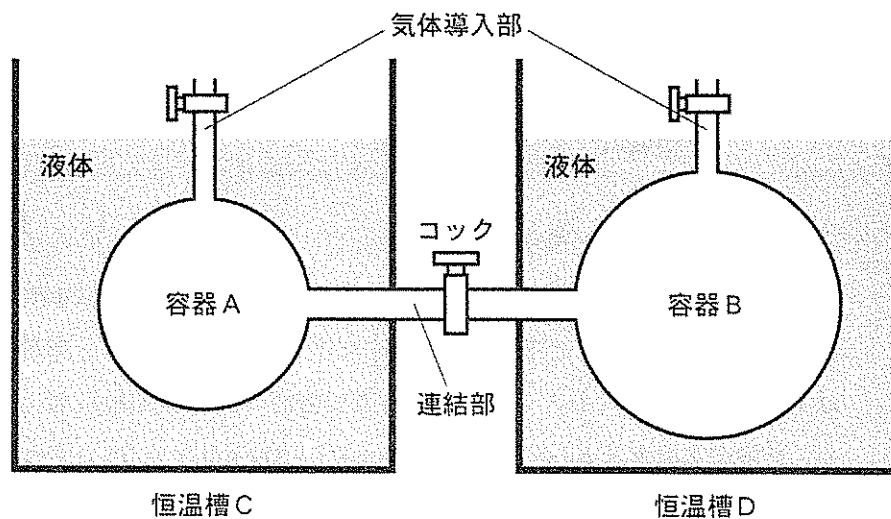
↑
小数点

- (2) 次に、(1)の状態から恒温槽C内の液体をシリコンオイルに入れ替えて加熱し、容器A内の温度を385 Kに保った。コックは開いたままであり、容器B内の温度は308 Kに保たれている。このとき、容器B内の窒素の物質量は、容器A内の窒素の物質量の $\boxed{\text{③}} \cdot \boxed{\text{④}}$ 倍である。

↑
小数点

- (3) 次に、(2)の状態から恒温槽C内の液体を液体窒素に入れ替えて、容器A内の温度を77 Kに保った。大気圧($1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$)における窒素の沸点は77 Kである。コックは開いたままであり、容器B内の温度は308 Kに保たれている。すると、容器A内で窒素の一部が凝縮し、液化した。このとき、平衡状態において容器AおよびB内に気体として存在している窒素の物質量の合計

は、容器 A 内で液体として存在している窒素の物質量の ⑤ 倍である。ただし、液化による容器 A 内の気体部分の体積変化は無視できるものとする。



図

- 4 次の(1)～(3)の記述の(i)～(iv)にあてはまる数値を有効数字が2桁になるように3桁目を四捨五入して求め、次の形式で解答用マークシートにマークしなさい。指数 c が0の場合の符号 p には+をマークしなさい。(16点)

$$\boxed{a} \cdot \boxed{b} \times 10^{\boxed{p} \boxed{c}}$$

↑
小数点
↑
正負の符号

- (1) 2.0×10^{-1} mol/L の酢酸水溶液 10 mL に、 2.0×10^{-1} mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を 5.0 mL 加えた。このとき、酢酸水溶液の pH は水酸化ナトリウム水溶液を加えることで、(i) だけ上昇する。ただし、酢酸の電離度は 1 に比べて十分に小さく、反応の前後で溶液の温度は変わらないものとする。酢酸の電離定数 K_a を 2.0×10^{-5} mol/L、 $\log 2.0 = 0.30$ とする。
- (2) 60℃ の質量パーセント濃度 25 % の硫酸銅(Ⅱ)水溶液が 100 g ある。この水溶液の温度を下げていくと、硫酸銅(Ⅱ)五水和物の結晶が徐々に析出し始める。水溶液の温度を 20℃ まで下げたときの析出量は (ii) g である。ただし、20℃ の水 100 g に硫酸銅(Ⅱ)(無水塩)は 20 g まで溶解できるものとする。
- (3) 亜鉛を塩酸に浸すと、気体を発生しながら亜鉛は溶解する。1.0 g の亜鉛を塩酸に溶解させた場合に発生する気体の質量は (iii) g であり、体積(標準状態)は (iv) L である。

右のページは白紙です。

- (1) 次の記述の(ア)~(オ)にあてはまる最も適当なものをA欄から選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい(番号の中の0という数字も必ずマークすること)。

NH_3 は工業的に H_2 と N_2 の反応によって合成される。このとき (ア) を低下させるため、 Fe_3O_4 を主成分とする (イ) を使用しており、この製法は (ウ) と呼ばれている。また、 NH_3 の生成熱は 46 kJ/mol であることから、この反応は (エ) であるため、温度が (オ) ほど NH_3 の生成率を大きくすることができる。

A 欄

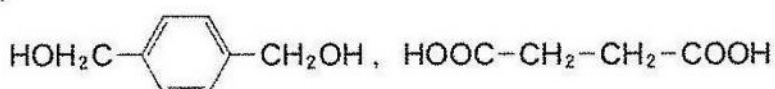
- | | | |
|------------|---------|---------------|
| 01 反応熱 | 02 反応速度 | 03 活性化エネルギー |
| 04 触媒 | 05 酸化剤 | 06 還元剤 |
| 07 オストワルト法 | 08 接触法 | 09 ハーバー・ボッシュ法 |
| 10 ソルベー法 | 11 発熱反応 | 12 吸熱反応 |
| 13 高い | 14 低い | |

- (2) 次の記述の(i)にあてはまる数値を有効数字が3桁になるように4桁目を四捨五入して求め、次の形式で解答用マークシートにマークしなさい。指数 d が0の場合の符号 p には+をマークしなさい。

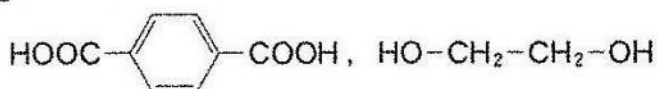
$$\begin{array}{ccccccc} \boxed{a} & . & \boxed{b} & \boxed{c} & \times 10 & \boxed{p} & \boxed{d} \\ & \uparrow & & & & \uparrow & \\ & \text{小数点} & & & & \text{正負の符号} & \end{array}$$

$\text{N} \equiv \text{N}$ の結合エネルギーは 928 kJ/mol 、 $\text{H}-\text{H}$ の結合エネルギーは 432 kJ/mol である。(1)に示した NH_3 の生成熱を用いると、 $\text{N}-\text{H}$ の結合エネルギーは (i) kJ/mol と求められる。

11



12



B 欄

- 1 付加重合 2 付加縮合 3 開環重合 4 縮合重合

C 欄

- 1 熱可塑性で水道管やシートなどに用いられる
- 2 熱硬化性で水道管やシートなどに用いられる
- 3 熱可塑性で衣料や歯ブラシなどに用いられる
- 4 熱硬化性で衣料や歯ブラシなどに用いられる
- 5 熱可塑性で電気ソケットや配電盤などに用いられる
- 6 熱硬化性で電気ソケットや配電盤などに用いられる
- 7 熱可塑性で飲料水の容器や衣料などに用いられる
- 8 熱硬化性で飲料水の容器や衣料などに用いられる

(2) 次の記述の(i)にあてはまる数値を有効数字が3桁になるように4桁目を四捨五入して求め、次の形式で解答用マークシートにマークしなさい。指数 d が0の場合の符号 p には+をマークしなさい。

$$\boxed{a} \cdot \boxed{b} \boxed{c} \times 10^{\boxed{p} \boxed{d}}$$

↑
小数点
↑
正負の符号

ポリビニルアルコールをホルムアルデヒド水溶液でアセタール化すると水に不溶な繊維ビニロンとなる。たとえば、ポリビニルアルコール 880 g のヒドロキシ基の 30.0 % をアセタール化するのに必要な 40.0 % ホルムアルデヒド水溶液は (i) g である。ただし、重合度が十分大きく、ポリマー両末端の構造は無

視できるものとする。

- (3) 次の記述の(ii)にあてはまる数値を有効数字が2桁になるように3桁目を四捨五入して求め、次の形式で解答用マークシートにマークしなさい。指数 c が0の場合の符号 p には+をマークしなさい。また、(カ)にあてはまる最も適当なものをB欄より選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい。

$$\boxed{a} \cdot \boxed{b} \times 10^{\boxed{p} \boxed{c}}$$

$\uparrow$ $\uparrow$
 小数点 正負の符号

ある一定の温度で、容積 3.0 L の容器に N_2 と H_2 を入れて反応させたところ、30 秒後に NH_3 が $4.2 \times 10^{-2} \text{ mol}$ 生成していた。この 30 秒間の H_2 の平均の反応速度は (ii) $\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$ である。また、 H_2 と NH_3 の平均の反応速度の比 $(\overline{v}_{\text{H}_2}/\overline{v}_{\text{NH}_3})$ は、(カ)。

B 欄

- 1 温度を高くしたときに大きくなる
- 2 温度を高くしたときに小さくなる
- 3 温度を高くしても変わらない

- 6 次の記述の(ア)～(シ)にあてはまる最も適当なものをA欄より、下線部の反応名について(i)～(vi)にあてはまる最も適当なものをB欄より選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい(番号の中の0という数字も必ずマークすること)。(18点)

(1) (ア) に過マンガン酸カリウム水溶液を作用し、その後、希硫酸で処理すると (イ) が得られる。 (イ) は昇華性がある無色結晶で防腐剤の原料になり、その水溶液は弱酸性を示す。

(1)の下線部の反応名： (i)

(2) (ウ) に、冷却しながら塩酸と亜硝酸ナトリウムを作用させると (エ) が得られる。 (エ) の水溶液にナトリウムフェノキシド水溶液を加えると赤橙色の固体を生ずる。

(2)の下線部の反応名： (ii)

(3) (オ) にメタノールと少量の濃硫酸を加えて加熱すると (カ) が得られる。 (カ) は無色液体で塗布薬に用いられる。

(3)の下線部の反応名： (iii)

(4) (キ) (沸点 132 °C) に鉄粉を触媒として塩素を作用させると (ク) が得られる。 (ク) は昇華性がある無色結晶で防虫剤に用いられる。

(4)の下線部の反応名： (iv)

(5) (ケ) に濃硫酸と濃硝酸の混酸を高温で作用させると (コ) が得られる。 (コ) は黄色結晶で火薬の原料になり、その水溶液は強酸性を示す。

(5)の下線部の反応名： (v)

(6) (サ) (沸点 80 °C) に濃硫酸を加えて加熱すると (シ) が得られる。(シ) は無色固体でその水溶液は強酸性を示し、アルカリ融解すること、樹脂や染料の原料になる。

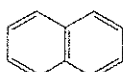
(6) の下線部の反応名：(vi)

A 欄

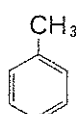
01



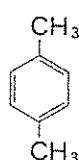
02



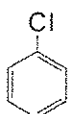
03



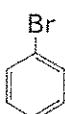
04



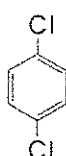
05



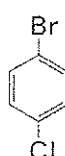
06



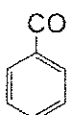
07



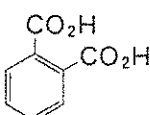
08



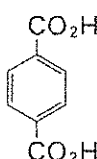
09



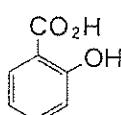
10



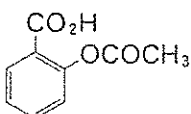
11



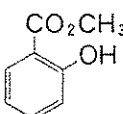
12



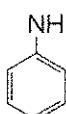
13



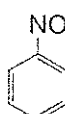
14



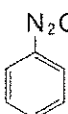
15



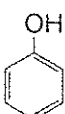
16



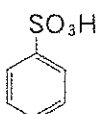
17



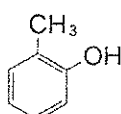
18



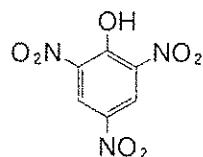
19



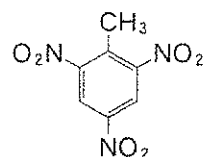
20



21



22



B 欄

- | | | | |
|---------|---------|---------|--------|
| 1 アセチル化 | 2 エステル化 | 3 塩素化 | 4 還元反応 |
| 5 ジアゾ化 | 6 臭素化 | 7 スルホン化 | 8 酸化反応 |
| 9 付加反応 | 10 ニトロ化 | | |

7

次の(1)～(2)の間に答えなさい。

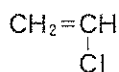
(13 点)

- (1) 下記の高分子の原料(ア)～(エ)をA欄より，高分子の重合法(オ)～(ク)をB欄より，高分子の性質と用途(ケ)～(シ)をC欄より選び，その番号を解答用マークシートにマークしなさい(番号の中の0という数字も必ずマークすること)。

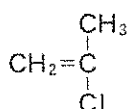
高分子	原料	重合法	性質と用途
ナイロン6	(ア)	(オ)	(ケ)
ポリ塩化ビニル	(イ)	(カ)	(コ)
ポリエチレンテレフタレート	(ウ)	(キ)	(サ)
フェノール樹脂	(エ)	(ク)	(シ)

A 欄

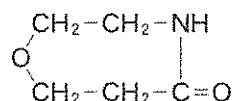
01



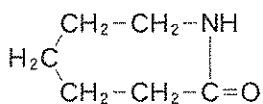
02



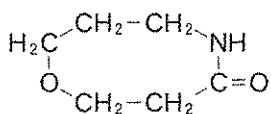
03



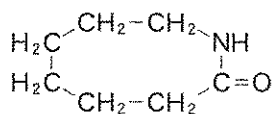
04



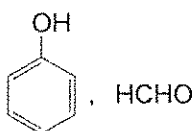
05



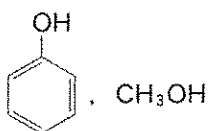
06



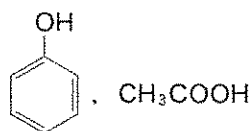
07



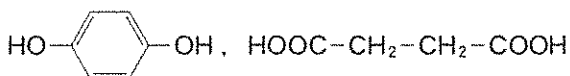
08



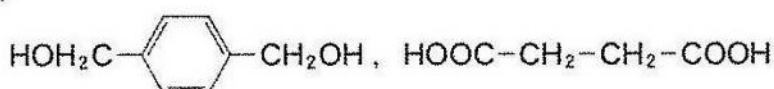
09



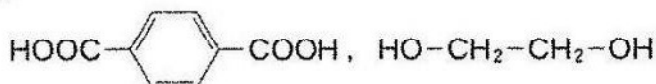
10



11



12



B 欄

- 1 付加重合 2 付加縮合 3 開環重合 4 縮合重合

C 欄

- 1 熱可塑性で水道管やシートなどに用いられる
- 2 熱硬化性で水道管やシートなどに用いられる
- 3 熱可塑性で衣料や歯ブラシなどに用いられる
- 4 熱硬化性で衣料や歯ブラシなどに用いられる
- 5 熱可塑性で電気ソケットや配電盤などに用いられる
- 6 熱硬化性で電気ソケットや配電盤などに用いられる
- 7 熱可塑性で飲料水の容器や衣料などに用いられる
- 8 熱硬化性で飲料水の容器や衣料などに用いられる

(2) 次の記述の(i)にあてはまる数値を有効数字が3桁になるように4桁目を四捨五入して求め、次の形式で解答用マークシートにマークしなさい。指数 d が0の場合の符号 p には+をマークしなさい。

$$\boxed{a} \cdot \boxed{b} \boxed{c} \times 10^{\boxed{p} \boxed{d}}$$

↑
小数点
↑
正負の符号

ポリビニルアルコールをホルムアルデヒド水溶液でアセタール化すると水に不溶な繊維ビニロンとなる。たとえば、ポリビニルアルコール 880 g のヒドロキシ基の 30.0 % をアセタール化するのに必要な 40.0 % ホルムアルデヒド水溶液は (i) g である。ただし、重合度が十分大きく、ポリマー両末端の構造は無視できるものとする。