

医学部医学科理科入試問題

下記の注意事項をよく読んで解答してください。

◎注意事項

1. 生物, 物理, 化学の3科目から2科目を選択し, 解答してください。
2. 解答用紙は, 生物1枚(マークシート), 物理1枚(マークシート), 化学1枚(マークシート)となります。
3. 選択しない科目の解答用マークシートには, 右上から左下にかけて斜線を引いてください。どの2科目を選択したか, 不明確な場合はすべて無効となります。また, 選択しない科目の解答用マークシートにも受験番号と氏名を書いてください。

受験番号 0001 氏名 東邦太郎
/

4. 「止め」の合図があったら, 上から生物, 物理, 化学の順に解答用マークシートを重ねて置き, その右側に問題冊子を置いてください。

(受験番号のマークの仕方)

◎解答用マークシートに関する注意事項

1. 配付された問題冊子, 全ての解答用マークシートに, それぞれ受験番号(4桁)ならびに氏名を記入し, 解答用マークシートの受験番号欄に自分の番号を正しくマークしてください。
2. マークには必ずHBの鉛筆を使用し, 濃く正しくマークしてください。
記入マーク例: 良い例 ●
悪い例 ○ ○ ○ ○
3. マークを訂正する場合は, 消しゴムで完全に消してください。
4. 所定の記入欄以外には何も記入しないでください。
5. 解答用マークシートを折り曲げたり, 汚したりしないでください。

受 験 番 号			
千	百	十	一
0	0	1	2

受 験 番 号			
千	百	十	一
●	●	○	○
○	○	●	○
○	○	○	●
○	○	○	○
○	○	○	○
○	○	○	○
○	○	○	○
○	○	○	○
○	○	○	○
○	○	○	○

受験番号

氏 名

- ・ 生物の問題は, 1 ページから 18 ページまでです。
- ・ 物理の問題は, 19 ページから 27 ページまでです。
- ・ 化学の問題は, 28 ページから 41 ページまでです。

化 学

1, 2, 3 の各問に答えよ。必要であれば、以下の数値を用いよ。

原子量：H = 1.0；C = 12.0；N = 14.0；O = 16.0；Ar = 40.0；K = 39.1；I = 126.9

気体定数(R)： $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$

クロム酸銀の溶解度積： $K_{\text{sp}} = 9 \times 10^{-12} (\text{mol/L})^3 (25^\circ\text{C})$

水の飽和蒸気圧：27℃ $3.6 \times 10^3 \text{ Pa}$, 77℃ $4.2 \times 10^4 \text{ Pa}$

$10^{-6.40} = 4.0 \times 10^{-7}$ ； $10^{-6.80} = 1.6 \times 10^{-7}$

$2.1 \times 10^{-2} = 10^{-1.68}$ ； $3.6 \times 10^{-3} = 10^{-2.44}$ ； $1.8 \times 10^{-4} = 10^{-3.74}$ ； $3.1 \times 10^{-7} = 10^{-6.51}$ ；

$1.4 \times 10^{-11} = 10^{-10.85}$

1 各問の解答を与えられた選択肢から一つ選べ。

問 1 カリウムの天然における同位体は主に ^{39}K , ^{40}K , ^{41}K である。天然に最も多く存在するカリウムの同位体における中性子数を選べ。

- a. 18 b. 19 c. 20 d. 21 e. 22

問 2 標準状態における気体の密度が 1.79 g/L である気体を選べ。

- a. Ar b. O_2 c. N_2 d. CO_2 e. C_2H_4

問 3 銀について正しい記述を選べ。

- a. 酸化銀は白色である。
b. ハロゲン化銀は感光性を示す。
c. 塩化銀はアンモニア水に溶けない。
d. 硝酸銀水溶液に硫化水素を通じると、黄色沈殿が生じる。
e. 25℃でクロム酸銀 0.1 mol を 1 L の水に入れると全てが溶解する。

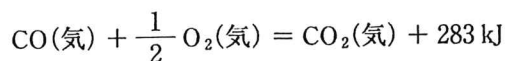
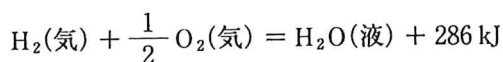
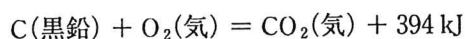
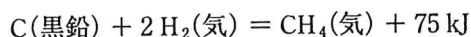
問 4 以下の記述で正しいのを選べ。

- a. 原子半径は、原子番号 3 番の原子に比べて原子番号 7 番の原子のほうが大きい。
- b. 電気陰性度は、原子番号 8 番の原子に比べて原子番号 20 番の原子のほうが大きい。
- c. 電子親和力は、原子番号 18 番の原子に比べて原子番号 17 番の原子のほうが大きい。
- d. イオン化エネルギーは、原子番号 10 番の原子に比べて原子番号 11 番の原子のほうが大きい。
- e. イオン半径は、原子番号 9 番の一価の陰イオンに比べて同じ電子配置をもつ原子番号 12 番のイオンのほうが大きい。

問 5 以下の分子で最も沸点が高いのを選べ。

- a. デカン b. ノナン c. ブタン d. オクタン e. ヘプタン

問 6 以下の熱化学方程式から考えられる記述として誤っているのを選べ。ただし、燃焼熱については燃焼後の水は液体とする。



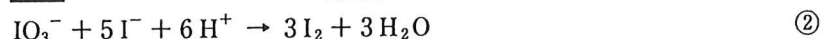
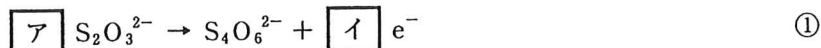
- a. メタン(気)の生成熱は 75 kJ/mol である。
- b. メタン(気)の燃焼熱は 891 kJ/mol である。
- c. 一酸化炭素(気)の生成熱は 111 kJ/mol である。
- d. 炭素(黒鉛)と二酸化炭素(気)から一酸化炭素(気)ができる反応は発熱反応である。
- e. 炭素(黒鉛) 1 g を完全燃焼したときの発熱量は一酸化炭素(気) 2 g を燃やしたときの発熱量より大きい。

問 7 ペンタンの端の炭素から 3 番目の炭素に結合した水素(3 位の水素)の 1 つをエチル基に置換した化合物の構造異性体の数を選べ。ただし、それ自身も数に含めよ。

- a. 6 b. 7 c. 8 d. 9 e. 10

2 (A), (B), (C) の各問の解答を与えられた選択肢から一つ選べ。

(A) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ は NaCl と同様に水の中で Na^+ と $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ に電離する。また、 NaIO_3 も水の中で Na^+ と IO_3^- に電離する。 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ は①式で示すように還元剤として作用する。ただし、アとイは数字である。②式で示すように、過剰な IO_3^- と I^- を酸と反応させることで、酸(H^+)の量を調べることができる。



実験1～3に関する各問に答えよ。ただし、 NaIO_3 と $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ は水に溶解しているものとする。

実験1 濃度未知の $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 水溶液 A をビュレットに入れた。0.0500 mol/L I_2 水溶液 B を 25.0 mL とり、コニカルビーカーに入れた。これを $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 水溶液 A で滴定すると、20.00 mL 加えると過不足なく反応が終結した。ただし、 I_2 水溶液 B は I_2 を溶解させるために KI を加えている。計算ではこの KI を無視せよ。また、滴定の終了間際にデンプン指示薬を加えている。

実験2 濃度未知の塩酸 C 20.0 mL をコニカルビーカーにとり、過剰量の KI 1 g と過剰量の 0.20 mol/L KIO_3 20 mL をそれぞれ加えた。これを実験1で用いた $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 水溶液 A で滴定すると、24.00 mL 加えると過不足なく反応が終結した。実験1同様、滴定の終了間際にデンプン指示薬を加えている。

実験3 濃度未知の NH_3 水溶液 D 25.0 mL を 100 mL のメスフラスコに入れ、標線までイオン交換水を加えてよく混ぜた。この希釈溶液を 10.0 mL コニカルビーカーにとり、指示薬(a)を加えて実験2で用いた塩酸 C で滴定すると中和点まで 12.00 mL を要した。

問1 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 水溶液 A のモル濃度は有効数字3桁で $\boxed{\text{ウ}} . \boxed{\text{エ}} \boxed{\text{オ}} \times 10^{\boxed{\text{カ}}} \text{mol/L}$ である。ウ、エ、オ、カに適する数字をそれぞれ選べ。

ウ a. 1 b. 2 c. 3 d. 4 e. 5
f. 6 g. 7 h. 8 i. 9

エ a. 1 b. 2 c. 3 d. 4 e. 5
f. 6 g. 7 h. 8 i. 9 j. 0

オ a. 1 b. 2 c. 3 d. 4 e. 5
f. 6 g. 7 h. 8 i. 9 j. 0

カ a. -6 b. -5 c. -4 d. -3 e. -2
f. -1 g. 0 h. 1 i. 2 j. 3

問 2 ②式の反応を利用することにより、塩酸の量を調べることができる。塩酸 C のモル濃度は有効数字 3 桁で $\boxed{\text{キ}} . \boxed{\text{ク}} \boxed{\text{ケ}} \times 10^{\boxed{\text{コ}}} \text{ mol/L}$ である。キ, ク, ケ, コに適する数字をそれぞれ選べ。

- | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| キ | a. 1 | b. 2 | c. 3 | d. 4 | e. 5 |
| | f. 6 | g. 7 | h. 8 | i. 9 | |
| ク | a. 1 | b. 2 | c. 3 | d. 4 | e. 5 |
| | f. 6 | g. 7 | h. 8 | i. 9 | j. 0 |
| ケ | a. 1 | b. 2 | c. 3 | d. 4 | e. 5 |
| | f. 6 | g. 7 | h. 8 | i. 9 | j. 0 |
| コ | a. -6 | b. -5 | c. -4 | d. -3 | e. -2 |
| | f. -1 | g. 0 | h. 1 | i. 2 | j. 3 |

問 3 指示薬の変色域とは色が変わる pH の領域のことである。指示薬 E ~ G の指示薬の変色域を以下に示す。指示薬 E ~ Gの中から、下線(a)の指示薬として NH_3 の量を精度よく求めるのに適切な指示薬を示した組合せを選べ。ただし、○は指示薬として適し、×は指示薬として適切でないとする。

指示薬 E 変色域 pH 3.1 ~ 4.4 指示薬 F 変色域 pH 8.3 ~ 10.0

指示薬 G 変色域 pH 10.1 ~ 12.0

- | | 指示薬 E | 指示薬 F | 指示薬 G |
|----|-------|-------|-------|
| a. | ○ | × | × |
| b. | × | ○ | × |
| c. | × | × | ○ |
| d. | ○ | ○ | × |
| e. | × | ○ | ○ |
| f. | ○ | ○ | ○ |

問 4 NH_3 水溶液 D における NH_3 の濃度(g/L)は有効数字3桁で $\boxed{\text{サ}} . \boxed{\text{シ}} \boxed{\text{ス}} \times 10^{\boxed{\text{セ}}}$ g/L
 である。サ, シ, ス, セに適する数字をそれぞれ選べ。ただし, 一部電離した NH_4^+ は NH_3
 として計算せよ。

- | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| サ | a. 1 | b. 2 | c. 3 | d. 4 | e. 5 |
| | f. 6 | g. 7 | h. 8 | i. 9 | |
| シ | a. 1 | b. 2 | c. 3 | d. 4 | e. 5 |
| | f. 6 | g. 7 | h. 8 | i. 9 | j. 0 |
| ス | a. 1 | b. 2 | c. 3 | d. 4 | e. 5 |
| | f. 6 | g. 7 | h. 8 | i. 9 | j. 0 |
| セ | a. -6 | b. -5 | c. -4 | d. -3 | e. -2 |
| | f. -1 | g. 0 | h. 1 | i. 2 | j. 3 |

(B) 一価の酸の一般形を HA とする。酸 HA は①式に示すように電離すると H^+ と A^- になる。



HA の酸の電離定数を K_a とする。 K_a を②式で示す。

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} \quad \text{②}$$

HA の存在割合 α_{HA} を③式で定義し、 A^- の存在割合 α_{A^-} を④式で定義する。

$$\alpha_{HA} = \frac{[HA]}{([HA] + [A^-])} \quad \text{③}$$

$$\alpha_{A^-} = \frac{[A^-]}{([HA] + [A^-])} \quad \text{④}$$

これらの存在割合は水素イオンの濃度や pH, 酸の強さを示す「酸の電離定数」に依存する。 $[H^+]$ や K_a を用いると、 α_{HA} と α_{A^-} はそれぞれ⑤式と⑥式で表すことができる。

$$\alpha_{HA} = \frac{\boxed{\text{ア}}}{\boxed{\text{イ}}} \quad \text{⑤}$$

$$\alpha_{A^-} = \frac{\boxed{\text{ウ}}}{\boxed{\text{イ}}} \quad \text{⑥}$$

⑤式と⑥式から pH 変化に伴う存在割合のグラフを作成すると、HA と A^- が共存する pH の領域がわかる。pH を横軸にし、存在割合を縦軸にする。このグラフで HA と A^- の存在割合が交差する pH は K_a で決まる。 K_a を変えた場合の存在割合のグラフは交差する位置を新たな K_a になるように存在割合を表す線を横に移動させればよい。緩衝液は酸や塩基を加えても pH の変動が少ない溶液である。そのためには、HA と A^- の存在割合が一定以上必要である。存在割合のグラフから緩衝液として適した pH の範囲がわかる。この存在割合のグラフをみることで緩衝液を作成するのに必要な酸 HA とその A^- の組合せを、 K_a の値から選ぶことができる。

問 5 下記の選択肢で⑤式に適するアとイをそれぞれ選べ。

- | | | | |
|---|---------------------------------|---------------------------------|------------------------|
| ア | a. 1 | b. $[H^+]$ | c. K_a |
| | d. $1 + [H^+]$ | e. $1 + K_a$ | f. $[H^+] + K_a$ |
| | g. $1 + [H^+] \times 10^{-K_a}$ | h. $1 + K_a \times 10^{-[H^+]}$ | i. $[H^+] + 10^{-K_a}$ |
| | j. $K_a + 10^{-[H^+]}$ | | |
| イ | a. 1 | b. $[H^+]$ | c. K_a |
| | d. $1 + [H^+]$ | e. $1 + K_a$ | f. $[H^+] + K_a$ |
| | g. $1 + [H^+] \times 10^{-K_a}$ | h. $1 + K_a \times 10^{-[H^+]}$ | i. $[H^+] + 10^{-K_a}$ |
| | j. $K_a + 10^{-[H^+]}$ | | |

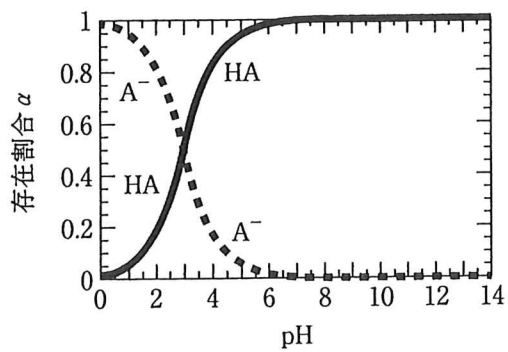
問 6 HA の酸の電離定数が $K_a = 1.00 \times 10^{-7}$ とすると、 $\text{pH} = 6.40$ のときの HA の存在割合 α_{HA}

は有効数字 2 桁で $\boxed{\text{エ}} . \boxed{\text{オ}} \times 10^{\boxed{\text{カ}}}$ である。エ、オ、カに適する数字をそれぞれ選べ。

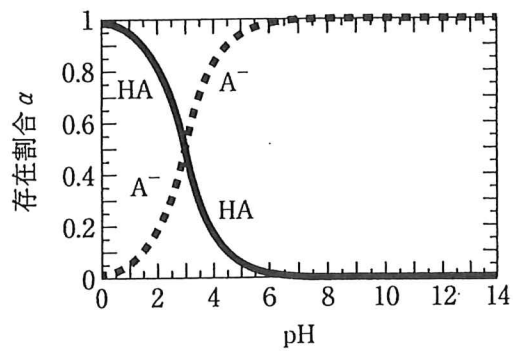
- | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| エ | a. 1 | b. 2 | c. 3 | d. 4 | e. 5 |
| | f. 6 | g. 7 | h. 8 | i. 9 | |
| オ | a. 1 | b. 2 | c. 3 | d. 4 | e. 5 |
| | f. 6 | g. 7 | h. 8 | i. 9 | j. 0 |
| カ | a. -6 | b. -5 | c. -4 | d. -3 | e. -2 |
| | f. -1 | g. 0 | h. 1 | i. 2 | j. 3 |

問 7 HAの酸の電離定数が $K_a = 1.00 \times 10^{-7}$ のとき、横軸に pH をとり、縦軸に酸 HA 及び A^- の存在割合を表した図はどれか。ただし、HA は実線で、 A^- は点線で表す。

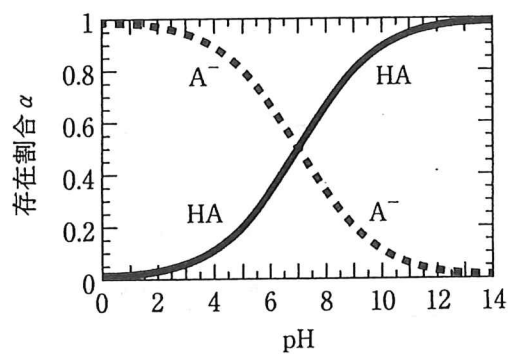
a.



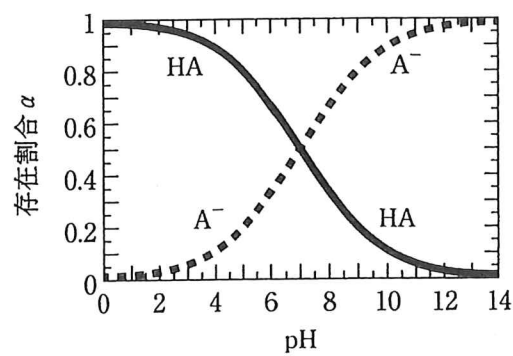
b.



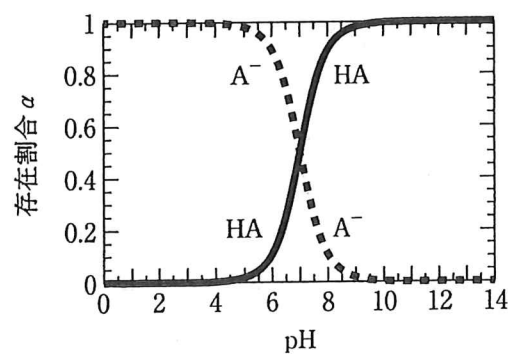
c.



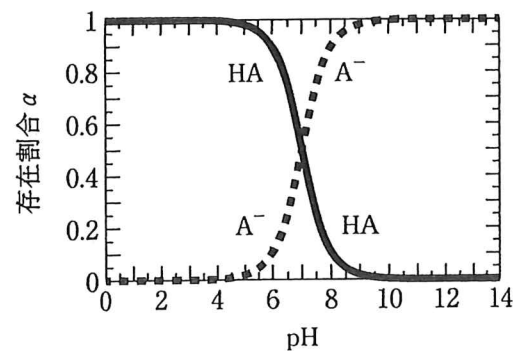
d.



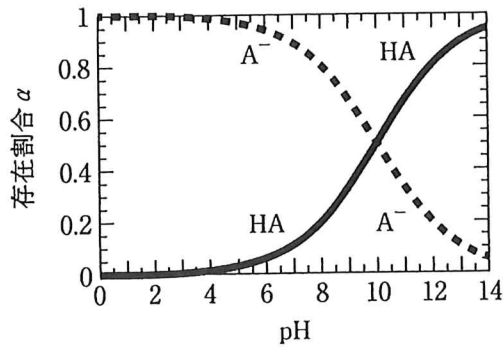
e.



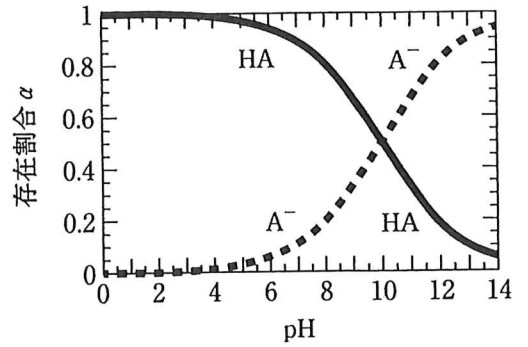
f.



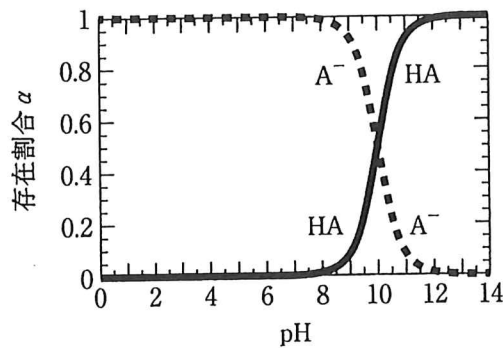
g.



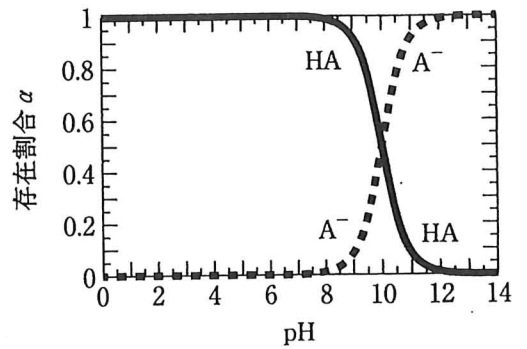
h.



i.



j.



問 8 酸 HA と A^- を混ぜて緩衝液を調製する。次の中で pH 6.80 の緩衝液を調製するのに最もふさわしい酸 HA と A^- の組合せはどれか。ただし、選択肢の HA と A^- の濃度 ($[HA]$ と $[A^-]$) を足した濃度は同じとする。また、HA と A^- は水に溶解するものとする。

- 酸 HA ($K_a = 2.1 \times 10^{-2}$) とその A^-
- 酸 HA ($K_a = 3.6 \times 10^{-3}$) とその A^-
- 酸 HA ($K_a = 1.8 \times 10^{-4}$) とその A^-
- 酸 HA ($K_a = 3.1 \times 10^{-7}$) とその A^-
- 酸 HA ($K_a = 1.0 \times 10^{-10}$) とその A^-
- 酸 HA ($K_a = 1.4 \times 10^{-11}$) とその A^-

(C) 水 1.80 g と N_2 のみを入れた 8.3 L の密閉された容器がある。27℃ で平衡に達したときの状態を状態 A とする。温度を 77℃ 一定にすると平衡状態では、圧力が 2.10×10^5 Pa となった。ただし、容器の体積は変わらないものとする。また、液体の水の体積は無視し、本実験で N_2 の水への溶解は無視するものとする。

問 9 状態 A において液体の水は有効数字 3 桁で $\boxed{\text{ア}} . \boxed{\text{イ}} \boxed{\text{ウ}} \times 10^{\boxed{\text{エ}}} \text{ g}$ である。ア、イ、ウ、エに適する数字をそれぞれ選べ。

ア a. 1 b. 2 c. 3 d. 4 e. 5

f. 6 g. 7 h. 8 i. 9

イ a. 1 b. 2 c. 3 d. 4 e. 5

f. 6 g. 7 h. 8 i. 9 j. 0

ウ a. 1 b. 2 c. 3 d. 4 e. 5

f. 6 g. 7 h. 8 i. 9 j. 0

エ a. -9 b. -8 c. -7 d. -6 e. -5

f. -4 g. -3 h. -2 i. -1 j. 0

問10 容器内の N_2 は有効数字 3 桁で $\boxed{\text{オ}} . \boxed{\text{カ}} \boxed{\text{キ}} \times 10^{\boxed{\text{ク}}} \text{ g}$ である。オ、カ、キ、クに適する数字をそれぞれ選べ。

オ a. 1 b. 2 c. 3 d. 4 e. 5

f. 6 g. 7 h. 8 i. 9

カ a. 1 b. 2 c. 3 d. 4 e. 5

f. 6 g. 7 h. 8 i. 9 j. 0

キ a. 1 b. 2 c. 3 d. 4 e. 5

f. 6 g. 7 h. 8 i. 9 j. 0

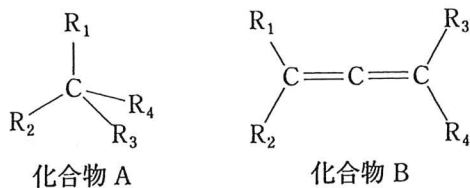
ク a. -6 b. -5 c. -4 d. -3 e. -2

f. -1 g. 0 h. 1 i. 2 j. 3

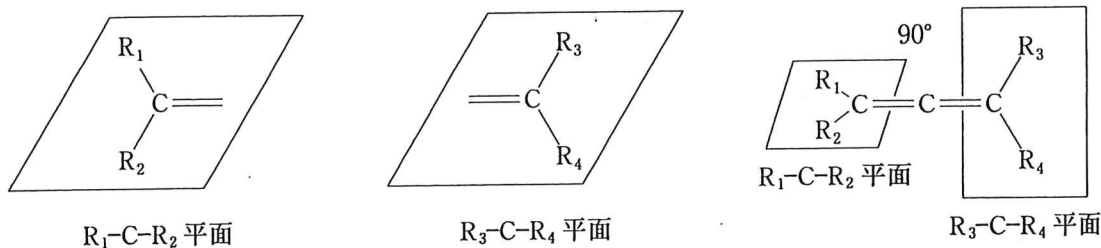
3 (A), (B) の各問の解答を与えられた選択肢から一つ選べ。

(A) ある分子について鏡に映した構造を鏡像とし、もとの分子の構造を実像とする。実像と鏡像が重なることができず鏡の関係になる場合、それらは鏡像異性体の関係である。実像と鏡像が重ね合わせることができる場合、実像と鏡像が一致するので鏡像異性体は存在しない。

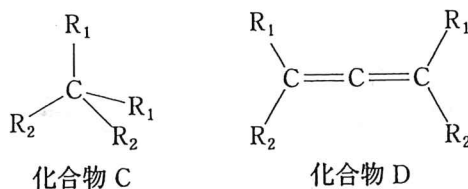
下記に化合物 A と化合物 B を示す。R₁, R₂, R₃, R₄ はそれぞれ異なる基で、H, CH₃, CH₂CH₃, Cl のいずれかである。



化合物 B の R₁-C-R₂ は平面構造をしている。これを R₁-C-R₂ 平面とする。また、R₃-C-R₄ も平面構造をしている。これを R₃-C-R₄ 平面とする。R₁-C-R₂ 平面と R₃-C-R₄ 平面は 90° の傾きがある。



また、下記に化合物 C と化合物 D を示す。R₁, R₂ はそれぞれ異なる基で、H, CH₃ のいずれかである。化合物 D の構造は化合物 B と同様、R₁-C-R₂ 平面同士が 90° に傾いている。



C = C 結合間は自由に回転できないものとし、以下の各問に答えよ。

問 1 化合物 A と化合物 B について、不斉炭素原子の有無と鏡像異性体の有無に関する正しい組合せを選べ。

	化合物 A 不斉炭素原子	化合物 A 鏡像異性体	化合物 B 不斉炭素原子	化合物 B 鏡像異性体
a.	有	有	有	有
b.	有	有	有	無
c.	有	有	無	有
d.	有	有	無	無
e.	無	有	有	有
f.	無	無	無	無

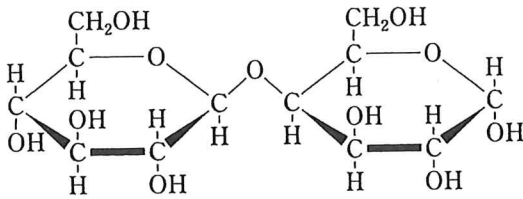
問 2 化合物 C と化合物 D について、不斉炭素原子の有無と鏡像異性体の有無に関する正しい組合せを選べ。

	化合物 C 不斉炭素原子	化合物 C 鏡像異性体	化合物 D 不斉炭素原子	化合物 D 鏡像異性体
a.	有	有	無	無
b.	無	有	有	無
c.	無	有	無	有
d.	無	無	有	無
e.	無	無	無	有
f.	無	無	無	無

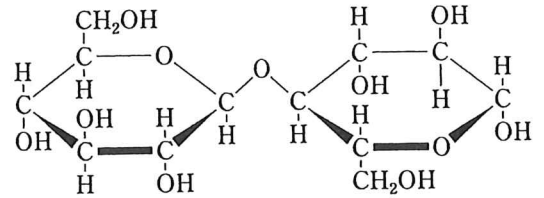
(B) セルロースに関する以下の各問に答えよ。

問 3 セルロースをセルラーゼで加水分解して生成した二糖を選べ。

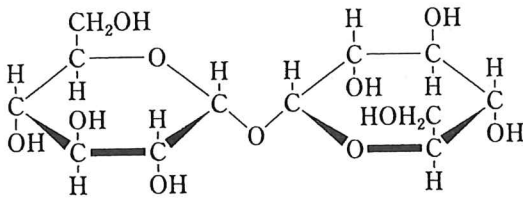
a.



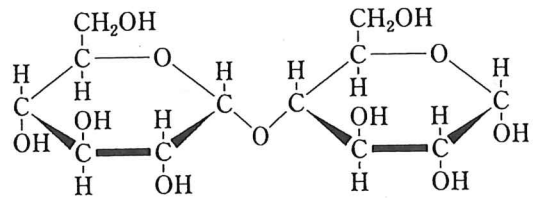
b.



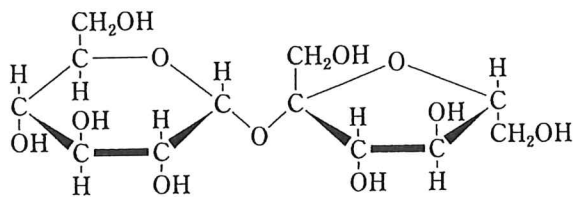
c.



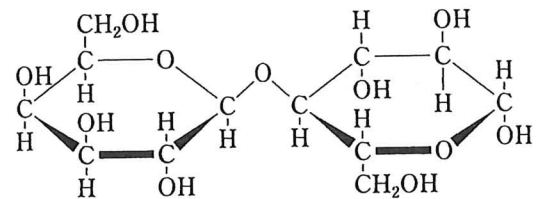
d.



e.



f.



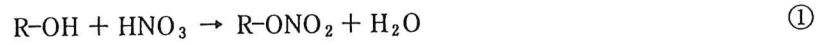
問 4 セルロースの性質について正しい組み合わせを選べ。

	還元性	ヨウ素デンプン反応
a.	あり	濃青色
b.	あり	赤紫色
c.	あり	反応しない
d.	なし	濃青色
e.	なし	赤紫色
f.	なし	反応しない

問 5 再生繊維を選べ。

- | | |
|--------------|------------------|
| a. ビニロン | b. ナイロン 66 |
| c. アクリル繊維 | d. アセテート繊維 |
| e. ビスコースレーヨン | f. ポリエチレンテレフタレート |

問 6 濃硝酸と濃硫酸の混合物とセルロースを反応させると硝酸エステルであるニトロセルロースが生成する。硝酸エステルとは、 $R-ONO_2$ のことである。①式で示すように、アルコール $R-OH$ と硝酸が反応すると硝酸エステル $R-ONO_2$ が生成する。



ニトロセルロースの窒素の質量パーセントが10.0%のとき、単位構造あたり平均で 、 個のヒドロキシ基が硝酸エステル化されている。アとイに適する数字をそれぞれ選べ。ただし、末端部分は単位構造で計算せよ。

- | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|
| ア | a. 1 | b. 2 | c. 3 | d. 4 | e. 5 |
| | f. 6 | g. 7 | h. 8 | i. 9 | j. 0 |
| イ | a. 1 | b. 2 | c. 3 | d. 4 | e. 5 |
| | f. 6 | g. 7 | h. 8 | i. 9 | j. 0 |