

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。
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) さい。

◎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	7	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 14 ページまでです。
- ・ 物理の問題は， 15 ページから 26 ページまでです。
- ・ 化学の問題は， 27 ページから 40 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 : $H = 1.0$; $C = 12.0$; $O = 16.0$; $Cl = 35.5$

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

ファラデー定数(F) : $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

酢酸の電離定数(K_a) : $K_a = 1.8 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$

AgCl の溶解度積(K_{sp}) : $K_{sp} = 1.8 \times 10^{-10} (\text{mol/L})^2$

Ag_2CrO_4 の溶解度積(K_{sp}) : $K_{sp} = 9.0 \times 10^{-12} (\text{mol/L})^3$

$\sqrt{2} = 1.414$; $\sqrt{3} = 1.732$

1 各問の解答を与えられた選択肢から一つ選べ。

問 1 同素体の関係にないのはどれか。

- a. オゾンと酸素
- b. ケイ素と石英
- c. 赤リンと黄リン
- d. 斜方硫黄とゴム状硫黄
- e. ダイヤモンドとフラーレン

問 2 目的物質が含まれる混合物に、その物質のみが溶けやすい溶媒を加えて分離する操作はどれか。

- a. ろ 過 b. 蒸 留 c. 昇 華 d. 抽 出 e. 再結晶

問 3 同じ物質質量(mol)を添加した場合、負に帯電したコロイド粒子からなる河川の泥水を浄化するのに最も有効なのはどれか。

- a. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ b. CaSO_4 c. K_3PO_4 d. NaCl e. MgCl_2

問 4 灯油に浮くのはどれか。

- a. Cs b. K c. Li d. Rb e. Na

問 5 光触媒として最もよく利用されているのはどれか。

- a. CaO b. CuO c. MnO_2 d. SiO_2 e. TiO_2

問 6 ベンゼン環を持つのはどれか。

- a. アクリル繊維 b. ナイロン 66 c. ビニロン
- d. ビスコスレーヨン e. ポリエチレンテレフタレート

問 7 ペタノールの異性体の中で、第 3 級アルコールはどれか。

- a. 2-メチル-1-ブタノール
- b. 2-メチル-2-ブタノール
- c. 3-メチル-1-ブタノール
- d. 3-メチル-2-ブタノール
- e. 2,2-ジメチル-1-プロパノール

問 8 一酸化炭素の性質として正しいのはどれか。

- a. 刺激臭がある。
- b. 酸化作用がある。
- c. 血液中のヘモグロビンと強く結合する。
- d. 塩化カルシウム水溶液に通じると白濁する。
- e. 無色の気体で、水で湿らせた青色リトマス紙を赤変する。

問 9 コロイドに関する記述で正しいのはどれか。

- a. 霧や雲は分散媒が液体で分散質が気体である。
- b. 水酸化鉄(III)のコロイド粒子は陰極に移動する。
- c. コロイド粒子は粒径が大きいため、ろ紙を通過できない。
- d. 卵白の水溶液に少量の電解質を加えると、凝析して沈殿する。
- e. コロイド溶液に横から強い光を当てると光の通路が光って見えるのは、ブラウン運動のためである。

問10 標準状態において 0°C 、 100 g の氷に、 $5.00 \times 10^4\text{ J}$ の熱量を与えた。水の温度として最も近いのはどれか。ただし氷の融解熱を 334 J/g 、水の比熱を $4.18\text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ とする。

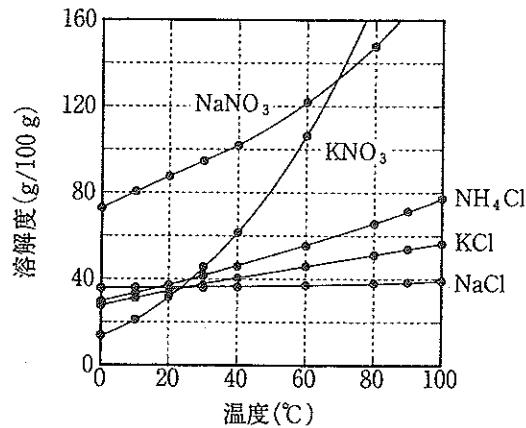
- a. 0°C b. 35°C c. 40°C d. 45°C e. 100°C

問11 単体金属を X 線で調べたところ、結晶構造は面心立方格子で単位格子の一辺の長さは $4.08 \times 10^{-8}\text{ cm}$ であった。金属の原子半径(cm)として最も近いのはどれか。

- a. 1.22×10^{-8} b. 1.27×10^{-8} c. 1.32×10^{-8}
- d. 1.39×10^{-8} e. 1.44×10^{-8}

問12 水 100 g に溶ける溶質の質量(g)を溶解度とし、図に示す。水 100 g に溶質を加えて 60℃の飽和水溶液を調製し、20℃に冷却したとき最も多くの質量の固体が析出するのはどれか。

- a. KCl b. KNO₃ c. NaNO₃ d. NaCl e. NH₄Cl



問13 化学反応 $A + B \rightarrow C + D$ の反応速度について正しいのはどれか。

- a. 温度が低いほど活性化エネルギーが小さくなり、反応速度は小さくなる。
 b. 反応速度 v は、 k を反応速度定数とすると常に $v = k[A][B]$ で表される。
 c. 温度が高いほど、大きいエネルギーをもつ A と B の分子の割合が増え、反応速度が大きくなる。
 d. 反応経路図において、原系(A + B)のエネルギーと活性化状態のエネルギーとの差が大きいほど反応速度は大きくなる。
 e. 反応経路図において、原系(A + B)のエネルギーに比べて生成系(C + D)のエネルギーが低いほど反応速度は大きくなる。

問14 グルコースと尿素の混合物 5.0 g を溶かした水溶液 100 mL の浸透圧は 27℃において 8.3×10^5 Pa であった。この水溶液 100 mL 中に含まれるグルコースの質量(g)として最も近いのはどれか。グルコースの分子量を 180, 尿素の分子量を 60 とする。

- a. 0.5 b. 1.5 c. 2.5 d. 3.5 e. 4.5

問15 0.10 mol/L CH₃COOH 水溶液 40 mL と 0.10 mol/L CH₃COONa 水溶液 60 mL を混合した溶液がある。水素イオン濃度(mol/L)として最も近いのはどれか。

- a. 1.2×10^{-5} b. 2.5×10^{-5} c. 4.0×10^{-5}
 d. 1.0×10^{-4} e. 8.5×10^{-4}

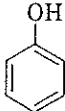
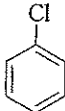
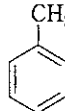
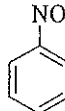
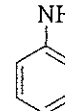
問16 問15の混合溶液に0.10 mol/L塩酸10 mLを加えると、酢酸イオンと水素イオンの物質量(mol)はそれぞれどのように変化するか。正しい組合せを選べ。

- | | 酢酸イオン | 水素イオン |
|----|-------|-------|
| a. | 減る | 増える |
| b. | 減る | 不変 |
| c. | 減る | 減る |
| d. | 不変 | 増える |
| e. | 増える | 不変 |

問17 不飽和脂肪酸($C_{17}H_{31}-COOH$)70.0 gに触媒の存在下で水素を付加して飽和脂肪酸にした。このとき標準状態で付加した水素の体積(L)として最も近いのはどれか。

- a. 5.6 b. 11.2 c. 16.8 d. 22.4 e. 33.6

問18 メター位がニトロ化されやすいのはどれか。

- a.  b.  c.  d.  e. 

問19 サリチル酸1 g、無水酢酸4 gに濃硫酸数滴を加えた。反応後の溶液を冷水中に流し込むことで析出した結晶を十分に精製した。この結晶について誤っているのはどれか。

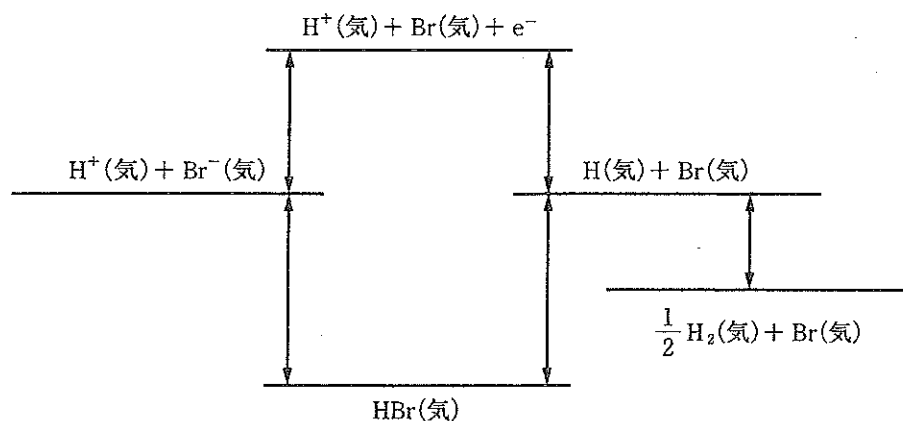
- a. 白色である。
b. 解熱鎮痛の作用がある。
c. 分子内にベンゼン環をもつ。
d. 炭酸に比べて酸性度が高い。
e. 塩化鉄(Ⅲ)水溶液に入れると赤紫色を呈する。

問20 次のアミノ酸 $R-CH(NH_2)-COOH$ のうち、不斉炭素原子をもち、置換基Rが水素あるいはアルキル基であるのはどれか。

- a. アラニン b. グリシン c. システイン
d. セリン e. リシン

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) 25℃, 1 atmにおいて成分元素単体からのHBr気体の生成熱は36 kJ/molである。HBr(気)の反応サイクルを模式的に示す。各状態のエネルギーの大小関係は図のとおりとはかぎらない。必要ならば次の数値を用いよ。



Hの電子親和力：73 kJ/mol

Hのイオン化エネルギー：1312 kJ/mol

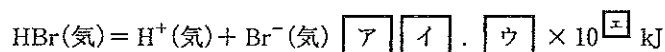
Brの電子親和力：325 kJ/mol

Brのイオン化エネルギー：1140 kJ/mol

H₂の結合エネルギー：436 kJ/mol

HBrの結合エネルギー：366 kJ/mol

問1 反応熱を有効数字2桁で表し熱化学方程式を完成させよ。



ア, イ, ウ, エに適する符号, 数値をそれぞれ選び記号で答えよ。

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

問 2 成分元素単体を基準として Br(気)に対する生成熱を求めることができる。Br(気)の生成熱を有効数字 2 桁で表すと $\boxed{\text{ア}}\boxed{\text{イ}}.\boxed{\text{ウ}} \times 10^{\boxed{\text{エ}}} \text{ kJ/mol}$ である。ア、イ、ウ、エに適する符号、数値をそれぞれ選び記号で答えよ。

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

問 3 HBr(気)の解離とその生成物について誤っているのはどれか。

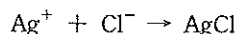
- a. Br は価電子を 7 個もち原子価は 1 価である。
- b. HBr の解離は共有結合の切断によって起こる。
- c. Br の電子配置は Kr^+ と等しく、不対電子を 1 個もつため反応性が高い。
- d. Br(気)の生成熱の絶対値は $\text{Br}_2(\text{気})$ の結合エネルギーの半分に等しい。
- e. Br の最外殻電子は N 殻にあり、M 殻には電子がすべて収容されている。
- f. HBr(気)から H(気)と Br(気)が生成するとき、H—Br 原子間の結合に使われている電子は H と Br に等しく分配される。

問 4 問 1 の結果から、解離の起こりやすさを不等号で比較したとき正しい記述の組合せはどれか。aq は水溶液を意味する。

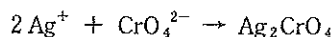


- (ア) H と Br の電気陰性度の違いのため(2) > (1)
- (イ) 解離生成物間にクーロン引力が働かないので(1) > (2)
- (ウ) 水溶液ではイオンが水和で大きく安定化するので(3) > (2)
- (エ) 水溶液では溶媒の水分子が反応物の HBr 分子を取り囲んで解離を妨げるので(2) > (3)
- (オ) Br は電子を獲得して安定化し H は電子を失って不安定になるが、後者の効果が大きいので(1) > (2)
- a. (ア)と(ウ) b. (ア)と(エ) c. (イ)と(ウ)
- d. (イ)と(エ) e. (ウ)と(オ) f. (エ)と(オ)

(B) 難溶性の塩の溶解平衡 $A_mB_n \rightleftharpoons mA^{n+} + nB^{m-}$ を利用して試料水中の塩化物イオン Cl^- を定量できる。指示薬に K_2CrO_4 を用いて硝酸銀水溶液で滴定すると、まず塩化銀の沈殿が生じる。



滴定終点で Cl^- がほとんどすべて沈殿した後にクロム酸銀の沈殿が生じ始める。



例えば $0.010 \text{ mol/L } Cl^-$ 水溶液から塩化銀の沈殿を生ずるのに必要な銀イオンのモル濃度は $1.8 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$ である。一方、 $0.010 \text{ mol/L } K_2CrO_4$ 水溶液からクロム酸銀の沈殿を生ずるのに必要な銀イオンのモル濃度は ^(a) ア (mol/L) である。試料水 50.0 mL に $10\% K_2CrO_4$ 水溶液を 2 滴加えて $0.0100 \text{ mol/L } AgNO_3$ 水溶液で滴定したところ、終点まで 2.50 mL を要した。^(b)

問 5 下線(a)について、銀イオンのモル濃度 ア (mol/L) として最も近いのはどれか。

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| a. 1.8×10^{-12} | b. 9.0×10^{-10} | c. 7.2×10^{-7} |
| d. 9.5×10^{-6} | e. 3.0×10^{-5} | f. 2.1×10^{-4} |

問 6 下線(b)について、指示薬を入れた滴定開始前の水溶液の色は ア であり、終点は イ の沈殿が生じたときである。ア、イ の組合せとして正しいのを選べ。

- | ア | イ |
|-------|-----|
| a. 無色 | 白色 |
| b. 無色 | 赤褐色 |
| c. 赤色 | 白色 |
| d. 赤色 | 赤褐色 |
| e. 黄色 | 白色 |
| f. 黄色 | 赤褐色 |

問 7 下線(b)について、試料水の塩基性が強いときに起こりうる妨害反応はどれか。

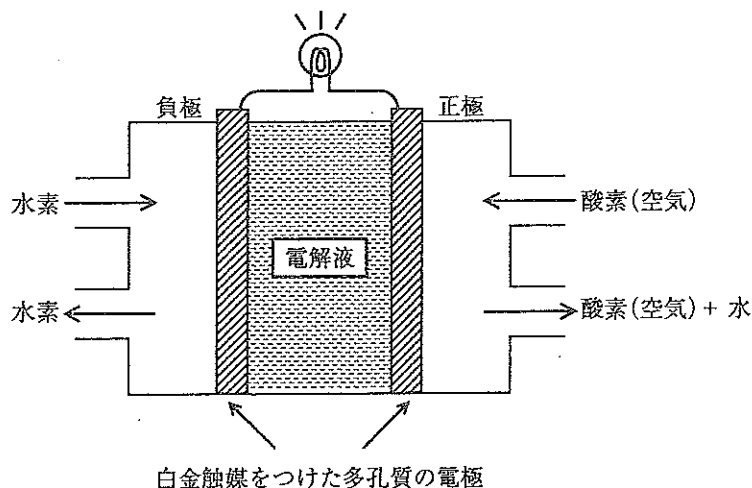
- Cl^- が Cl_2 に変わる
- Cl^- が ClO_4^- に変わる
- Ag^+ が Ag に変わる
- Ag^+ が Ag_2O に変わる
- CrO_4^{2-} が Cr^{3+} に変わる
- CrO_4^{2-} が $Cr_2O_7^{2-}$ に変わる

問 8 試料水に含まれる Cl^- の濃度 (mg/L) を有効数字 2 桁で表すと ア イ mg/L である。

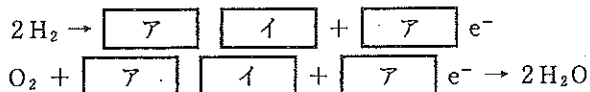
ア、イに適する数値をそれぞれ選び記号で答えよ。ただし滴定終点では溶液中に Cl^- は含まれていないものとする。

- | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|
| 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 |

(C) 燃料電池とは、水の電気分解の逆反応 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ を起こすことによって電気エネルギーを取り出す装置である。図のように負極活物質として水素が、正極活物質として酸素または空気が供給される。電解液としてリン酸水溶液を用いる燃料電池を考える。



問 9 負極および正極での半反応式はそれぞれ次のとおりである。 , の組合せとして正しいのを選び。



- | | <input type="text" value="ア"/> | <input type="text" value="イ"/> |
|------|--------------------------------|--------------------------------|
| a. 1 | | H^+ |
| b. 1 | | OH^- |
| c. 2 | | H^+ |
| d. 2 | | OH^- |
| e. 4 | | H^+ |
| f. 4 | | OH^- |

問10 負極に標準状態で 22.4 L の水素を、正極に標準状態で 44.8 L の空気を供給して反応を完結させた。空気中の酸素比率は 20 % とする。このとき生成する水の物質質量 (mol) として最も近いのはどれか。

- | | | |
|---------|---------|---------|
| a. 0.40 | b. 0.60 | c. 0.80 |
| d. 1.0 | e. 1.5 | f. 2.0 |

問11 問 10 の条件で流れる電気量(C)として最も近いのはどれか。

a. 4.6×10^4

b. 7.8×10^4

c. 1.2×10^5

d. 1.5×10^5

e. 1.9×10^5

f. 3.1×10^5

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) スクロース、マルトース、ラクトースなどさまざまな二糖類がある。17.1 gのスクロースを500 gの蒸留水に溶かした溶液に少量の酵素 ア を加えて温め、スクロースを加水分解した。ある程度の時間が経ってから溶液の凝固点を測定したところ、もとの溶液に対して $9.3 \times 10^{-2} \text{ K}$ 降下していたことから、加水分解が不完全であると考えられた。そこでさらに反応を継続してスクロースを完全に加水分解した。この溶液全量に充分量のフェーリング溶液を加えて加熱し、赤色の沈澱が生成するかどうか調べた。

問 1 ア として適切なのはどれか。

- | | | |
|----------|------------|----------|
| a. アミラーゼ | b. インベルターゼ | c. トリプシン |
| d. ペプシン | e. マルターゼ | f. リパーゼ |

問 2 酵素を含まない中性の蒸留水中で容易に開裂する C-O 結合の数は、スクロースとマルトースでそれぞれ何個か。正しい組合せを選べ。

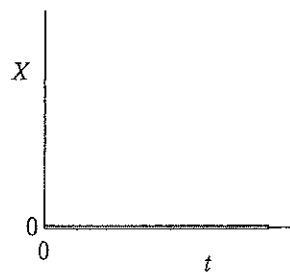
	スクロース	マルトース
a.	0	0
b.	0	1
c.	1	0
d.	1	1
e.	1	2
f.	2	1

問 3 下線(a)で、加水分解したスクロースの割合を有効数字2桁で表すと ア . イ $\times 10\%$ である。スクロースの分子量を342, 溶媒が水の場合のモル凝固点降下を $1.85 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$ とし、加水分解によって生じる水の質量は無視するものとする。ア, イに適する数値をそれぞれ選び記号で答えよ。

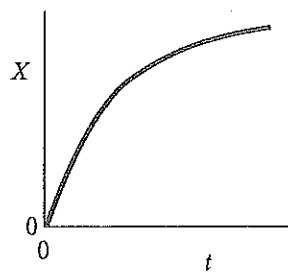
- | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|
| ア | a. 1 | b. 2 | c. 3 | d. 4 | e. 5 |
| | f. 6 | g. 7 | h. 8 | i. 9 | |
| イ | a. 1 | b. 2 | c. 3 | d. 4 | e. 5 |
| | f. 6 | g. 7 | h. 8 | i. 9 | j. 0 |

問 4 加水分解時間 t と赤色沈澱を生成する糖の物質量 X (mol) の関係を最もよく表すのはどれか。

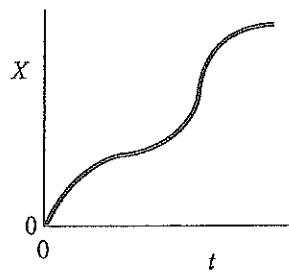
a.



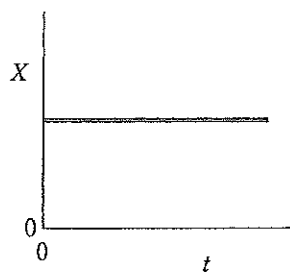
b.



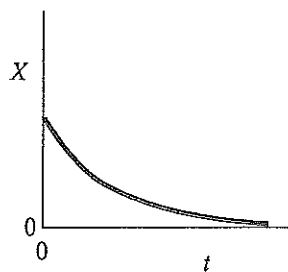
c.



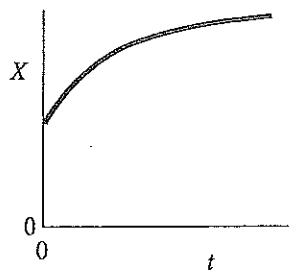
d.



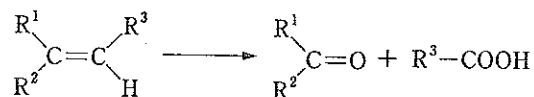
e.



f.



- (B) アルケン $R^1R^2C=CR^3R^4$ ($R^1\sim R^4$ は飽和炭化水素基または水素) を硫酸酸性下 $KMnO_4$ で酸化すると、二重結合が開裂し最終的にケトンもしくはカルボン酸が生じる。 R^3 、 R^4 がともに水素のときは末端の $=CH_2$ は二酸化炭素にまで酸化される。



アルケンをオゾン分解すると、 $R^1\sim R^4$ が変化することなく二重結合が開裂して2種類のカルボニル化合物 $R^1R^2C=O$ と $R^3R^4C=O$ が生成する。アルケンへの HBr 付加では、水素原子がより数多く結合している二重結合炭素の方に H が優先的に付加する。

実験1 アルケン A を硫酸酸性下 $KMnO_4$ と反応させると酢酸と化合物 B が生成した。

実験2 化合物 B 9.00 mg を完全燃焼させたところ、二酸化炭素が 22.0 mg、水が 9.00 mg 得られた。

実験3 化合物 B にアンモニア性硝酸銀水溶液を加えても銀が析出しなかった。

実験4 アルケン A をオゾン分解し、得られたカルボニル化合物を分離してアンモニア性硝酸銀水溶液を作用させたところ、一方だけから銀が析出した。

問 5 アルケンについて誤っているのはどれか。

- アルケンの幾何異性体は融点や沸点が異なる。
- エチレンの4つの水素原子は同一平面上にある。
- アルケンの二重結合は2種類の異なる結合からなる。
- アルケンを臭素水と反応させると臭素水の赤褐色が消える。
- エタンの $C-C$ 結合距離に比べてエチレンの $C=C$ 結合距離は短い。
- アルケンの炭素-炭素二重結合はその結合を軸にして自由に回転できる。

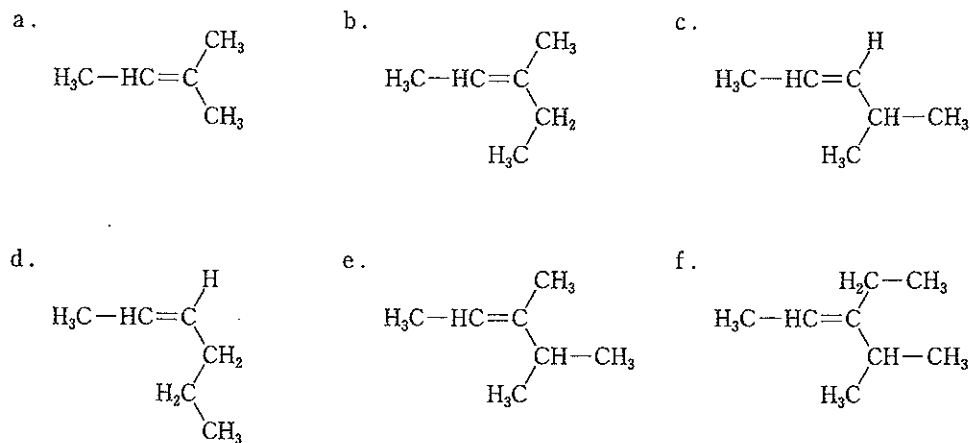
問 6 化合物 B はどれか。

- | | | |
|----------|---------|----------|
| a. アルデヒド | b. エーテル | c. エステル |
| d. カルボン酸 | e. ケトン | f. 二酸化炭素 |

問 7 化合物 B の組成式は $C_{\boxed{7}}H_{\boxed{14}}O_{\boxed{7}}$ で表される。ア、イ、ウに適する数字をそれぞれ選び記号で答えよ。

- | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| ア | a. 1 | b. 2 | c. 3 | d. 4 | e. 5 |
| | f. 6 | g. 7 | h. 8 | i. 9 | |
| イ | a. 2 | b. 4 | c. 6 | d. 8 | e. 10 |
| | f. 12 | g. 14 | h. 16 | i. 18 | |
| ウ | a. 1 | b. 2 | c. 3 | d. 4 | e. 5 |
| | f. 6 | g. 7 | h. 8 | i. 9 | |

問 8 アルケン A はどれか。



問 9 アルケン A について正しいのはどれか。

- すべての炭素原子は同一平面上にある。
- 立体異性体はあるが鏡像異性体はない。
- HBr の付加で不斉炭素原子を 2 個持つ主生成物を与える。
- Br₂ の付加で不斉炭素原子を 1 個のみ持つ化合物を与える。
- 触媒を用いた H₂ の付加で鏡像異性体のある化合物を与える。
- アルケン A の構造異性体のうちシクロブタンの骨格を持つものは 3 種類ある。