

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	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24ページまでです。
- ・化学の問題は、25ページから37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; Na = 23.0; Cl = 35.5; Cu = 63.5

アボガドロ定数(N_A): $N_A = 6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$

1 各問の解答を与えられた選択肢から一つ選べ。

問 1 天然の塩素には ^{35}Cl と ^{37}Cl の同位体が存在する。 ^{35}Cl の同位体存在比(%)として最も近いのはどれか。

- a. 25 b. 55 c. 65 d. 75 e. 85

問 2 第 1 イオン化エネルギーが最も小さいものと電気陰性度が最も大きいものの組合せはどれか。

- a. Cs と Cl b. Cs と F c. Li と F d. Li と I e. Na と Cl

問 3 元素と周期表に関する記述で正しいのはどれか。

- a. 第 3 周期で 13 族の元素は遷移元素である。
 b. 第 3 周期で 17 族の元素の単体は鉄を酸化させる。
 c. 第 3 周期で 1 族の元素の単体は水の中で安定である。
 d. 第 4 周期で 18 族の元素は M 殻に 8 個の電子をもつ。
 e. 第 4 周期で 2 族の元素の単体は水と反応して酸素を発生する。

問 4 水に最も溶けにくいのはどれか。

- a. 塩素 b. 塩化水素 c. 塩化カリウム
 d. 臭素 e. ヨウ素

問 5 水によく溶けて中性を示し、その水溶液に塩化バリウム水溶液を加えると白色沈殿を生じるのはどれか。

- a. CaCO_3 b. CaSO_4 c. NaCl d. Na_2CO_3 e. Na_2SO_4

問 6 イオン結晶について正しいのはどれか。

- a. 融点が低い。
 b. 固体は電気を導く。
 c. 組成式を用いて表す。
 d. 結晶全体で電荷をもつ。
 e. 分子間力で結合している。

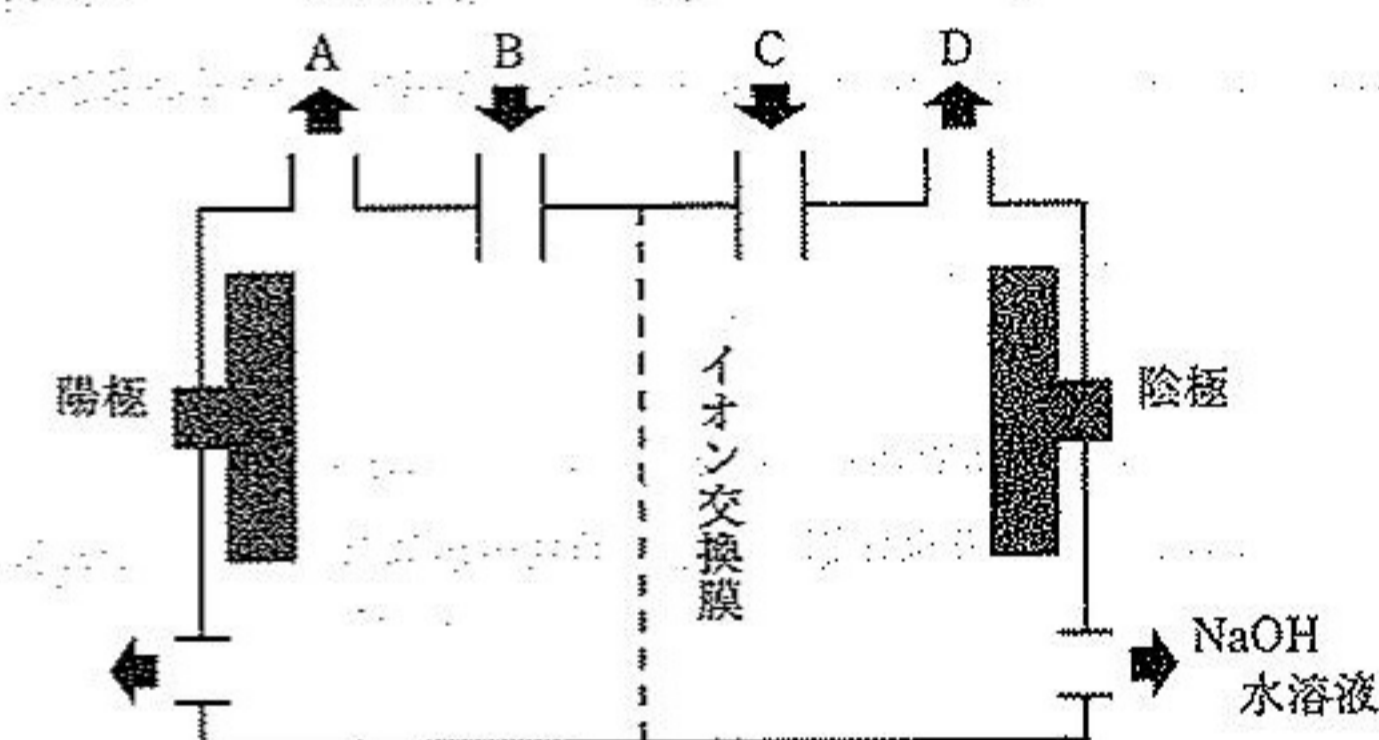
問 7 アミド結合をもつのはどれか。

- a. アセトアニリド b. アセチルサリチル酸 c. アニリン
 d. *p*-ニトロフェノール e. *p*-ヒドロキシアゾベンゼン

問 8 メタン、アンモニア、および水分子の結合角の大小関係について正しいのはどれか。

- a. メタン > アンモニア > 水 b. メタン > 水 > アンモニア
 c. 水 > メタン > アンモニア d. 水 > アンモニア > メタン
 e. アンモニア > メタン > 水

問 9 水酸化ナトリウムの工業的製法であるイオン交換膜法を模式的に示す。この装置について正しいのはどれか。



- a. A から酸素が生じる。
 b. B から水を加える。
 c. C から塩化ナトリウムを加える。
 d. D から水素が生じる。
 e. このイオン交換膜は陰イオンだけを選択的に通す。

問10 塩化カルシウムとナフタレンの混合物からナフタレンを分離したい。①塩化カルシウムが水溶液の場合、②塩化カルシウムが乾燥した固体であり、水を加えないで分離したい場合とで、それぞれ最も適した分離法はどれか。

- | | ① | ② |
|----|-----|----|
| a. | 再結晶 | 昇華 |
| b. | 昇華 | 蒸留 |
| c. | 蒸留 | ろ過 |
| d. | ろ過 | 昇華 |
| e. | ろ過 | ろ過 |

問11 20℃の純水 96 g に 4 g の水酸化ナトリウムを溶かし、温度変化を測定した。水溶液の比熱を 4.2 J/(g·K)、水酸化ナトリウムの溶解熱を 45 kJ/mol とすると、水温は理論的に何度(℃)になるか、最も近いのを選び。

- a. 28 b. 31 c. 35 d. 38 e. 41

問12 陽イオン X^+ と陰イオン Y^- が作るイオン結晶は配位数 6 の塩化ナトリウム型構造である。単位格子の一片の長さが 0.564 nm、 Y^- イオンの半径が 0.167 nm の結晶があるとき、 X^+ イオンの半径(nm)として最も近いのはどれか。

- a. 0.095 b. 0.115 c. 0.135 d. 0.160 e. 0.230

問13 0.1 mol/L のアンモニア水にフェノールフタレインを加えると溶液の色は であった。続いて固体の酢酸アンモニウムを少しずつ添加していったとき、溶液は 。ただし、溶液の体積変化は無視できるものとする。、 の組合せとして正しいのはどれか。

- | | <input type="text" value="ア"/> | <input type="text" value="イ"/> |
|----|--------------------------------|--------------------------------|
| a. | 無色 | 赤色になった |
| b. | 無色 | 無色のままだった |
| c. | 赤色 | 赤色が濃くなった |
| d. | 赤色 | 色が変わらなかった |
| e. | 赤色 | 赤色が薄くなった |

問14 液体窒素 100 mL が標準状態で完全に気化したときの体積(L)として最も近いのはどれか。ただし、液体窒素の密度を 0.81 g/cm³ とする。

- a. 55 b. 60 c. 65 d. 70 e. 75

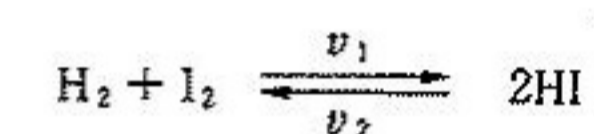
問15 20℃、 1.01×10^5 Pa の空気と接する水 4 L 中に溶けている窒素の質量(g)として最も近いのはどれか。ただし、20℃、 1.01×10^5 Pa における気体の水への溶解度を 6.8×10^{-4} mol/L(窒素)および 1.4×10^{-3} mol/L(酸素)、空気の組成を窒素 80 % と酸素 20 % とする。

- a. 0.012 b. 0.048 c. 0.061 d. 0.076 e. 0.087

問16 密閉容器に 500 mL の純水、一酸化窒素 0.25 mol と酸素 0.15 mol を入れたのち、よく混合して完全に反応させた。反応後の液体中に溶けている生成物の質量(g)として最も近いのはどれか。ただし、一酸化窒素と酸素の水への溶解は無視できるものとする。

- a. 5.67 b. 7.56 c. 9.45 d. 12.6 e. 15.8

問17 同じ物質量の H_2 と I_2 の気体が温度・容積一定の容器に封入された後、次のように平衡に達している。 v_1 、 v_2 はそれぞれ正方向、逆方向の反応速度である。



この平衡状態の気体混合物に、時刻 $t = 0$ に H_2 を加え、十分に長い時間 ($t = t_1$ まで) 保った。 H_2 添加前 ($t < 0$) と比べて v_1 、 v_2 はどのように変化するか、正しいのを選び。

- a. $t = 0$ で v_1 、 v_2 は共に増加する。
 b. $t = 0$ で v_1 は増加、 v_2 は減少する。
 c. $t = t_1$ で v_1 、 v_2 は共に増加する。
 d. $t = t_1$ で v_1 は減少、 v_2 は増加する。
 e. $t = t_1$ で v_1 、 v_2 は H_2 添加前と同じになる。

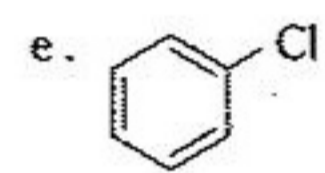
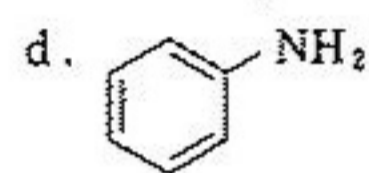
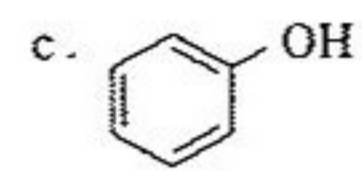
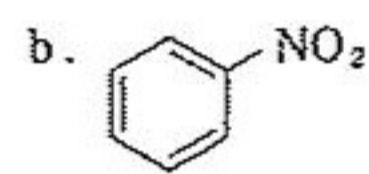
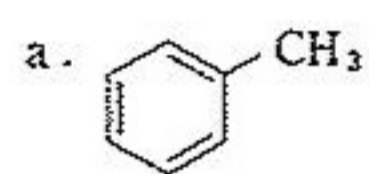
問18 シクロアルカンについて正しいのはどれか。

- a. シクロヘキサンは平面状である。
 b. シクロヘキサンには光学異性体がある。
 c. シクロプロパンは臭素と付加反応する。
 d. シクロプロパンの C-C-C 結合角は 109.5° である。
 e. シクロブタンの構造異性体はそれ自身を含めて 7 つある。

問19 高分子化合物について正しいのはどれか。

- a. フェノール樹脂は熱可塑性樹脂である。
- b. レーヨンの主成分は繊維状タンパク質である。
- c. ポリエチレンテレフタレートは吸湿性に優れている。
- d. ナイロン66は多数のエステル結合でつながった合成繊維である。
- e. 天然ゴムの弾力性はC=C結合の部分がシス形であることによりもたらされる。

問20 中性の化合物で、硫酸酸性下で過マンガン酸カリウム水溶液によって酸化されると酸性の化合物になるのはどれか。



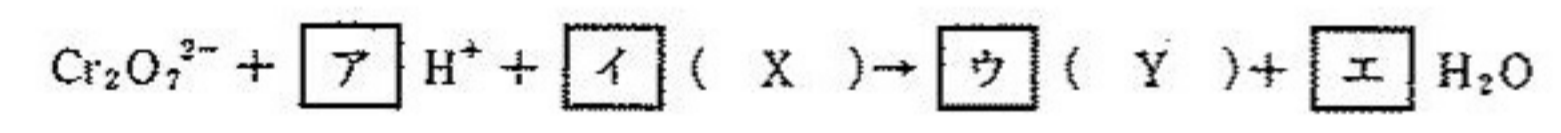
2 (A), (B), (C) の各問の解答を与えられた選択肢から一つ選べ。

(A) 鉄イオン Fe²⁺ と Fe³⁺ を含む硫酸鉄水溶液 25.0 mL 中の Fe²⁺ と Fe³⁺ の総量は 7.00 × 10⁻⁴ mol であった。この水溶液 25.0 mL と 1 mol/L H₂SO₄ 25.0 mL をコニカルビーカーに入れた。当量点を判別できる指示薬を加えて 0.0100 mol/L K₂Cr₂O₇ 水溶液で滴定すると終点まで 10.0 mL を要した。

問 1 下線(a)について、K₂Cr₂O₇ は酸性条件で [ア] を [イ] に変化させると同時に自らは [ウ] される。[ア]、[イ]、[ウ] の組合せとして正しいのはどれか。

	ア	イ	ウ
a.	Fe ²⁺	Fe ³⁺	酸化
b.	Fe ²⁺	Fe ³⁺	還元
c.	Fe ²⁺	Fe ⁰	酸化
d.	Fe ²⁺	Fe ⁰ と Fe ³⁺	酸化還元
e.	Fe ³⁺	Fe ²⁺	酸化
f.	Fe ³⁺	Fe ²⁺	還元

問 2 滴定における K₂Cr₂O₇ の半反応のイオン式は次のように表される。ただし (X)、(Y) は適当な化学種である。



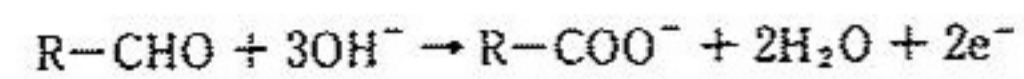
- ア、イ、ウ、エに適する数値をそれぞれ選び記号で答えよ。
- ア a. 2 b. 4 c. 6 d. 8 e. 10
 f. 12 g. 14 h. 16 i. 18
- イ a. 1 b. 2 c. 3 d. 4 e. 5
 f. 6 g. 7 h. 8 i. 9
- ウ a. 1 b. 2 c. 3 d. 4 e. 5
 f. 6 g. 7 h. 8 i. 9
- エ a. 1 b. 2 c. 3 d. 4 e. 5
 f. 6 g. 7 h. 8 i. 9

問 3 滴定前の硫酸鉄水溶液中の鉄イオン総量に対して Fe³⁺ の占める割合を有効数字 2 桁で表す

と [ア][イ] % である。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

(B) フェーリング液中の銅(II)イオン(水酸化ナトリウム塩基性)から酸化銅(I)の赤色沈殿を生じる反応はアルデヒド R-CHO などの検出に用いられる。アルデヒドの関わる半反応式は次のとおりである。



問 4 塩基性での銅(II)イオンの働きを示す半反応式は次のように作成することができる。

- 1) 銅(II)イオンを左辺に、生成する酸化銅(I)を右辺に書き、係数をつけて両辺の銅の数を合わせる。
- 2) 銅の酸化数の変化に合わせ、必要な数の電子を書き加える。
- 3) 両辺の電荷を合わせるために、必要な数の を書き加える。
- 4) 両辺の各原子の数を合わせるために、必要な数の を書き加える。

、 の組合せとして正しいのはどれか。

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

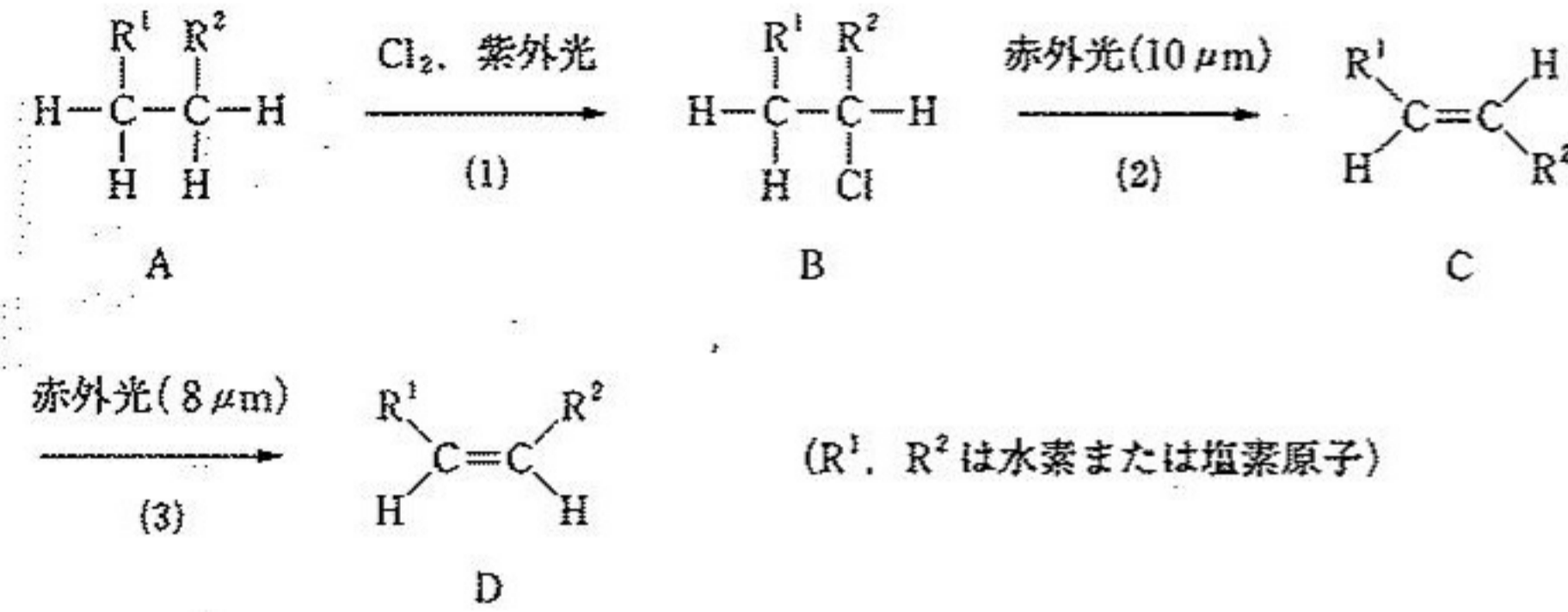
問 5 反応するアルデヒドと生成する酸化銅(I)の物質量(mol)比はいくらか。

- | | | |
|----------|----------|----------|
| a. 1 : 1 | b. 1 : 2 | c. 2 : 1 |
| d. 2 : 3 | e. 3 : 1 | f. 3 : 2 |

問 6 重合度 $n = 1000$ のデンプン $(C_6H_{10}O_5)_n$ 2.0×10^{-5} mol をアミラーゼで完全に加水分解したのち、十分量のフェーリング液を加えて加熱した。生成する酸化銅(I)の質量を有効数字2桁で表すと 、 $\times 10^2$ g である。ア、イ、ウ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 |
| ウ | a. -5 | b. -4 | c. -3 | d. -2 | e. -1 |
| | f. 0 | g. 1 | h. 2 | i. 3 | j. 4 |

(C) 光を粒子の集まりとして見るとき個々の粒子を光子と呼ぶ。光子1個のエネルギーは h をプランク定数、 c を光速、 λ を光の波長とすると $E = hc/\lambda$ で与えられる。ここで $h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ 、 $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ である。分子が光子を吸収するとこのエネルギーを獲得して高いエネルギー状態になり、それによって引き起こされる化学反応が光化学反応である。たとえば気体に紫外光や強力な赤外光を照射すると室温において以下の反応が起こる。



問7 エタンA(R¹, R²=H)と塩素の混合気体に(1)式のように紫外光を照射すると、塩素分子が光子1個を吸収して解離し2個の化学種Xを生じる。このXとエタン分子の衝突から始まる連鎖反応でクロロエタンBが生成する。化学種Xについて誤っているのはどれか。

- a. 17個の電子をもつ。
- b. ラジカル(遊離基)である。
- c. Ar⁺やS⁻と同一の電子配置をもつ。
- d. 最外殻に3組の非共有電子対をもつ。
- e. 水溶液中で最も安定な荷電状態はX⁻である。
- f. エタンから水素イオンH⁺を引き抜いてH-X分子を生成する。

問8 クロロエタンの気体に(2)式のように波長 $\lambda = 10 \mu\text{m} (10 \times 10^{-6} \text{ m})$ の赤外光を照射するとエチレンCと塩化水素を生じた。この光子1molあたりのエネルギー(kJ/mol)の値として最も近いのはどれか。

- a. 0.2 b. 2 c. 12 d. 30 e. 120 f. 300

問9 水素¹Hをその同位体²Hで置き換えてもクロロエタンの化学的性質はほとんど変わらない。同位体置換クロロエタン(²H)₃C-C(¹H)₂Clの10μm赤外光照射で生成した塩化水素は²H-Clであった。問8とこの実験結果の二つから推測される反応機構として、正しい記述の組合せはどれか。なお(2)式の反応熱は-69 kJ/molである。

- (ア) 反応は分子1個に光子1個が吸収されて起こる。
 - (イ) 反応は分子1個あたり光子2個以上が吸収されて起こる。
 - (ウ) 同一炭素原子上のHとClが塩化水素分子の形で脱離する。
 - (エ) 隣り合う炭素原子からそれぞれ生じたHとClが塩化水素分子の形で脱離する。
 - (オ) C-Cl結合の切断で生じた化学種が別のクロロエタン分子と反応して塩化水素を生成する。
- a. (ア)と(ウ) b. (ア)と(エ) c. (ア)と(オ)
 d. (イ)と(ウ) e. (イ)と(エ) f. (イ)と(オ)

問10 反応物Cとして気体のトランス-ジクロロエチレン(R¹, R²=Cl)を用い、波長のやや短い $\lambda = 8 \mu\text{m}$ の赤外光を(3)式のように照射すると、異性化が起こってシス-ジクロロエチレンを生成した。トランス形とシス形の生成熱はそれぞれ-2 kJ/molおよび-4 kJ/mol、この異性化の活性化エネルギーは230 kJ/molである。この反応のために分子1個あたり必要な最小の光子数はどれか。

- a. 1 b. 4 c. 8 d. 12 e. 16 f. 20

問11 反応物および生成物のジクロロエチレンを比較したとき、沸点の違いとその理由を正しく述べたのはどれか。

- a. 極性が強いシス形のほうが沸点が高い。
- b. 水素結合が強いシス形のほうが沸点が高い。
- c. エネルギーが高いシス形のほうが沸点が低い。
- d. 生成熱の値が小さいシス形のほうが沸点が高い。
- e. 光エネルギーを吸収して生成したシス形のほうが沸点が低い。
- f. 類似の構造で分子量も同じであるため沸点はほとんど同じである。

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) ヒドロキシ基を1個もつアルコールAがアルデヒドBと1:1で反応して化合物Xがいったん生成する。この化合物XがさらにアルコールAと1:1で反応して安定な生成物Cが生じる。以下の実験を行った。

実験1 アルコールAと無水塩化カルシウムをフラスコに入れた。容器を冷却しながらアルデヒドBをゆっくりフラスコに加えて溶液を攪拌した。反応後、反応溶液を分液漏斗に入れ、水を加えて分液し、水層と有機層を分離した。有機層を乾燥剤で脱水した後、蒸留すると化合物Cが得られた。

実験2 アルデヒドBはヨードホルム反応を示した。アルデヒドBを還元するとアルコールAが生成した。

AとBから化合物Xが生成する反応は、鎖状グルコースが水溶液中で環状グルコースになるのと同じ反応様式である。XとAから生成物Cが生成する反応は、単糖類が結合して二糖類になるのと同じ反応様式である。Cがもつ炭素と酸素の特有の結合は高分子化合物ビニロンにも見られる。

問1 下線(a)で、反応溶液を水で分液した理由として最も適当なのはどれか。

- a. 化合物Xを加水分解するため。
- b. 化合物Cを水に溶解させるため。
- c. アルデヒドBと水を反応させるため。
- d. アルデヒドBを空気酸化させるため。
- e. 化合物C以外の水に溶ける不純物を除くため。
- f. 反応物を水と反応させ、化合物Cの収量を増やすため。

問2 化合物Xがもつ置換基はどれか。

- a. アルデヒド基 b. カルボキシ基 c. カルボニル基
- d. ヒドロキシ基 e. プチル基 f. プロピル基

問3 化合物Cの分子式はC \square H \square O \square 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 | j. 10 |
| イ | a. 2 | b. 4 | c. 6 | d. 8 | e. 10 |
| | f. 12 | g. 14 | h. 16 | i. 18 | j. 20 |
| ウ | a. 1 | b. 2 | c. 3 | d. 4 | e. 5 |
| | f. 6 | g. 7 | h. 8 | i. 9 | j. 10 |

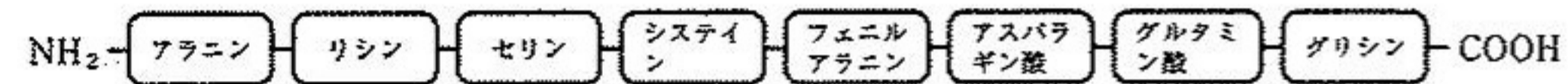
問4 化合物Cについて正しいのはどれか。

- a. 環状構造である。
- b. C=O結合をもつ。
- c. アルコールの一種である。
- d. 炭酸水素ナトリウムと激しく反応し、気体が発生する。
- e. 酸性条件で水と反応するとアルコールAとアルデヒドBが生成する。
- f. アルデヒドBを酸化して得られるカルボン酸とアルコールAとの反応でも生成する。

問5 化合物Xと化合物Cの分子はそれぞれ何個の不斉炭素をもつか、正しい組合せを選べ。

	化合物X	化合物C
a.	0	0
b.	0	1
c.	0	2
d.	1	0
e.	1	1
f.	1	2

(B) アミノ酸(NH₂)-CH(R)-COOHには、-R基が炭化水素基のもの(たとえばアラニン、フェニルアラニン)やヒドロキシ基を含むもの(たとえばセリン)などに加え、酸性アミノ酸や塩基性アミノ酸を含む多くの種類があり、これらがペプチドを構成する。直鎖ペプチドの末端同士や-R基同士、あるいは末端と-R基の間に共有結合が形成されると、分子内に環状構造をもつ環状ペプチドが生成する。環状ペプチドはタンパク質分解酵素によって分解されにくく、抗生物質や生理活性物質として働くものもあるため、医薬品の開発において注目されている。アミノ酸8個からなる直鎖ペプチドAを次に示す。



問6 下線(a)について、アミノ酸3個以上からなるペプチドの水溶液が示す性質はどれか。

- ニッケルを触媒として水素を付加すると固化する。
- ヨウ素ヨウ化カリウム溶液を加えると青～青紫色になる。
- アンモニア性硝酸銀溶液を加えて温めると銀が析出する。
- 白金線の先につけて高温の炎の中に入れると、炎が青緑色になる。
- 硫酸酸性のニクロム酸カリウム水溶液で酸化すると、水に不溶の黒色物質を生じる。
- 薄い水酸化ナトリウム水溶液と薄い硫酸銅(Ⅱ)水溶液を少量加えると赤紫色になる。

問7 下線(b)について、タンパク質分解酵素はどれか。正しい組合せを選べ。

- | | | |
|-------------|-----------|-----------|
| (ア) インベルターゼ | (イ) セルラーゼ | (ウ) トリプシン |
| (エ) ペプシン | (オ) マルターゼ | |
- (ア)と(イ)
 - (ア)と(ウ)
 - (イ)と(オ)
 - (ウ)と(エ)
 - (ウ)と(オ)
 - (エ)と(オ)

問8 直鎖ペプチドA内のアミノ基とカルボキシ基の間にアミド結合を一つだけ作った。このときできる環状ペプチドの構造異性体には全部で何種類あるか。

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

問9 ジスルフィド結合のみを生成する実験条件で直鎖ペプチドAを処理した。生成物はどれか。

- 反応物と同じ
- A分子2個の縮合体
- A分子3個の縮合体
- A分子4個の縮合体
- 5個以上のA分子からなる重合体
- ジスルフィド結合を環内に含む環状ペプチド