

平成 29 年度（前期）

長崎県立大学看護栄養学部栄養健康学科

個別学力検査等試験

化学基礎・化学 (90 分)

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. この問題冊子の最終ページは、12 ページです。
試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
3. 解答用紙は、4 枚あります。
解答用紙には受験番号の記入欄があるので、監督者の指示に従って、解答用紙すべてに受験番号を正しく記入してください。
4. 解答は、問題ごとに、解答用紙の所定の欄に記入してください。
5. 問題冊子には、白紙のページがありますので、下書き用紙として利用してください。
6. 問題冊子は持ち帰ってください。

[注意] 計算に必要な場合は次の値を用いなさい。

原子量：H=1.0 N=14 O=16 Na=23

標準状態における理想気体のモル体積：22.4 L/mol

ファラデー定数 F ： 9.65×10^4 C/mol

第1問 結晶と溶液に関する [1]， [2] の文章を読んで、以下の問い (問1～問13) に答えなさい。

[1] 塩化ナトリウムとダイヤモンド

金属は体心立方格子などの結晶構造が存在するが、イオン結晶や共有結合の結晶にも結晶構造が存在する。図1-1は塩化ナトリウムの結晶の単位格子を示している。また、図1-2はダイヤモンドの結晶の単位格子を示している。最も近い粒子どうしは、互いに接しているものとする。

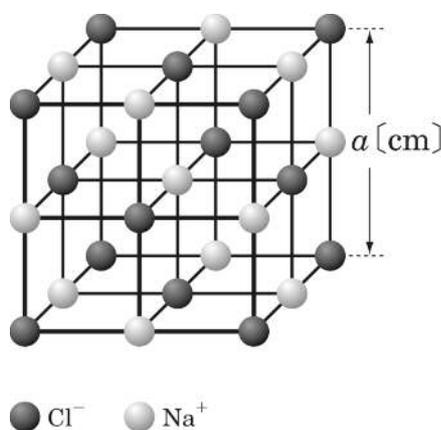


図1-1

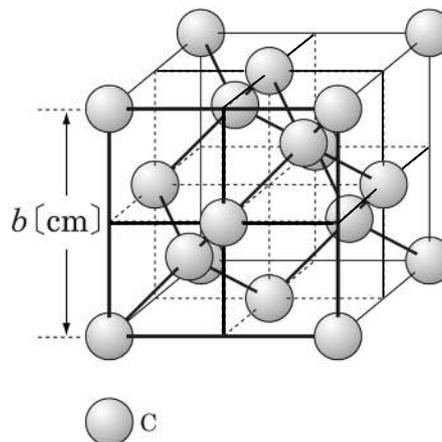


図1-2

問1 塩化ナトリウムの結晶の単位格子 (図1-1 参照) 中に含まれるナトリウムイオンは何個か答えなさい。

問2 塩化ナトリウムの結晶の1個の塩化物イオンに接しているナトリウムイオンは何個か答えなさい。

問3 塩化ナトリウムの結晶の単位格子 (図1-1 参照) の1辺の長さ a [cm] を 5.6×10^{-8} cm とし、塩化物イオンのイオン半径を 1.7×10^{-8} cm とするとき、ナトリウムイオンのイオン半径 [cm] を、有効数字2桁で答えなさい。ただし、解答欄には計算の過程も記しなさい。

問4 ダイヤモンドの単位格子 (図1-2 参照) 中に含まれる炭素原子は何個か答えなさい。

問5 ダイヤモンドの単位格子 (図1-2 参照) の1辺の長さ b [cm] を 3.6×10^{-8} cm とする。炭素原子の原子半径 [cm] を、四捨五入により有効数字2桁で答えなさい。ただし、 $\sqrt{3} = 1.7$ として、解答欄には計算の過程も記しなさい。

問6 ダイヤモンドの密度を d [g/cm³] としたとき、ダイヤモンドの結晶の単位格子 (図1-2 参照) の1辺の長さを b [cm]、アボガドロ定数を N_A [/mol] として、炭素原子の原子量を b 、 N_A 、 d を用いて表した式はどうか。最も適当な式を次の(ア)～(ク)の中から1つ選び、その記号で答えなさい。

- (ア) $\frac{b^3 d N_A}{4}$ (イ) $\frac{4}{b^3 d N_A}$ (ウ) $\frac{b^3 d}{4 N_A}$ (エ) $\frac{4 N_A}{b^3 d}$
- (オ) $\frac{b^3 d N_A}{8}$ (カ) $\frac{8}{b^3 d N_A}$ (キ) $\frac{b^3 d}{8 N_A}$ (ク) $\frac{8 N_A}{b^3 d}$

問7 ダイヤモンドにはいくつかの同素体が存在する。

- (1) C_{60} の分子式で示されるダイヤモンドの同素体の名前を答えなさい。
- (2) ダイヤモンドは電気を通さないが、同素体の黒鉛 (グラファイト) は電極などに用いられ電気を通すことが知られている。黒鉛が電気を通す理由を答えなさい。

[2] 固体と気体の溶解度

一定量の溶媒に溶ける溶質の量には限度があり、この限度の量を溶質の溶媒に対する溶解度という。固体の溶解度は一般に溶媒 (水) 100 g に溶ける溶質の最大質量をグラム単位で表した数値が用いられている。図1-3は物質A (固体) の溶解度と温度の関係を表したものである。このようなグラフは (①) とよばれている。

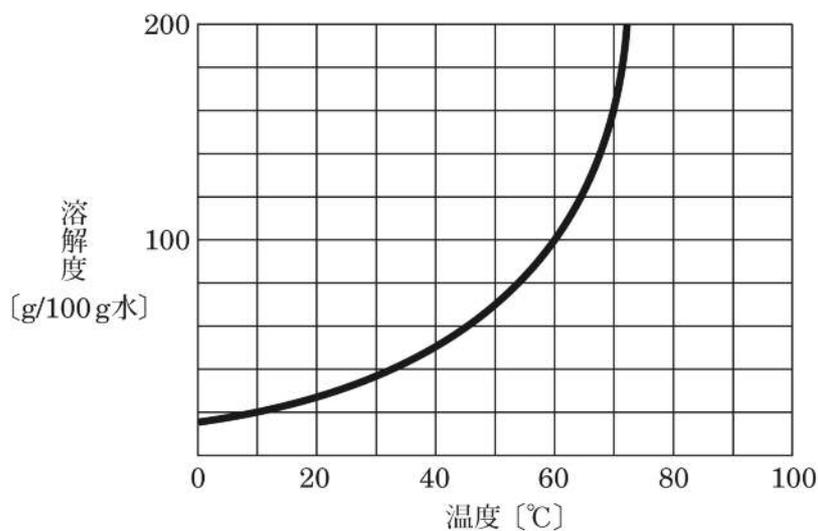


図1-3

問8 (①) に入る適切な語句を答えなさい。

問9 80°Cで質量パーセント濃度が50%の物質Aの水溶液がある。この水溶液を冷却すると何°Cから結晶が析出しはじめるか答えなさい。

問10 硝酸カリウムの溶解度 (g/100 g 水) は18°Cで30, 61°Cで110 である。61°Cの硝酸カリウムの飽和水溶液 100 g を18°Cにしたとき、析出する硝酸カリウムの質量[g]を、四捨五入により有効数字2桁で答えなさい。ただし、解答欄には計算の過程も記しなさい。

気体の溶解度は気体の分圧が $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ のときに溶媒 (水 1 L や水 1 mL) に溶ける物質質量などで表されている。気体の溶解度は一般に温度が高くなると小さくなる。また、窒素などの溶解度が小さい気体では、温度が一定ならば一定量の液体に溶ける気体の物質質量 (あるいは質量) は、液体に接している気体の圧力 (混合気体では分圧) に比例する。この関係は (②) の法則とよばれている。

問11 (②) に入る適切な語句を答えなさい。

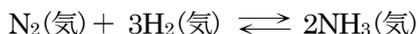
問12 下線部のように温度が高くなると気体の溶解度が小さくなる理由を答えなさい。

問13 0°Cの水 4.0 L に $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ のメタンが接している。メタンは0°C, $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ において1 L の水に対して $2.5 \times 10^{-3} \text{ mol}$ 溶けるものとして、水 4.0 L に溶けているメタンの $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ の圧力下での体積[L]を、四捨五入により有効数字2桁で答えなさい。ただし、解答欄には計算の過程も記しなさい。

第2問 化学平衡と電気分解に関する [1] , [2] の文章を読んで、以下の問い (問1~問11) に答えなさい。

[1] アンモニアの化学平衡

アンモニアの工業的製法は、次のような可逆反応を利用して水素と窒素からアンモニアを合成している。



この工業的製法は (①) 法とよばれており、触媒として (②) を用い400~600℃, $1 \times 10^7 \sim 3 \times 10^7 \text{ Pa}$ の条件で行っている。図2-1は窒素と水素を物質質量比1:3の割合で混合し、a~eの一定の圧力で温度を変化させたときのアンモニアの生成率(体積百分率)のグラフである。図2-1より、どの圧力条件でも温度が低いほどアンモニアの生成率が高いことがわかるが、温度を低くすると反応速度が小さくなるため、工業的には400~600℃の条件で行っている。

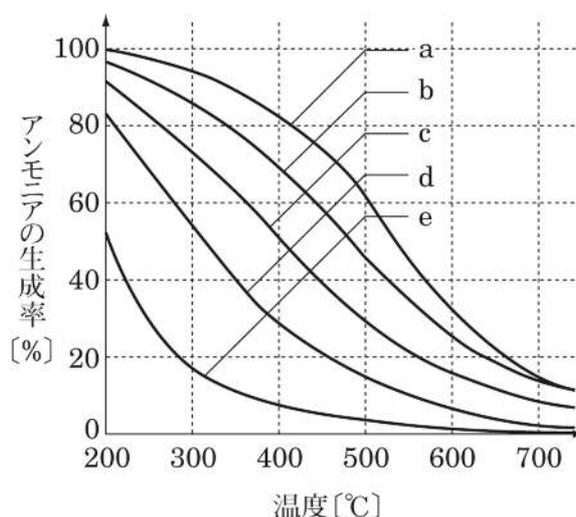


図2-1

問1 (①) に入る適切な語句を答えなさい。

問2 (②) に入る物質の化学式として最も適当なものを次の(ア)~(オ)の中から1つ選び、その記号で答えなさい。

(ア) Pt (イ) Ni (ウ) Fe₃O₄ (エ) V₂O₅ (オ) H₃PO₄

問3 下線部より、アンモニアが生成する反応は吸熱と発熱のうち、どちらと判断できるか、その根拠となる原理を示して答えなさい。

問4 図2-1に示す反応で、a~eのうち最も圧力が高いのはどれか答えなさい。

問5 密閉容器に窒素 3.0×10^2 mol と水素 9.0×10^2 mol を入れ、 6.0×10^7 Pa、 627°C で平衡に保った。
この圧力・温度でのアンモニアの生成率（体積百分率）は 20% である。生成したアンモニアの物質
量[mol]を有効数字2桁で答えなさい。ただし、解答欄には計算の過程も記しなさい。

[2] イオン交換膜法

水酸化ナトリウムは工業的にはイオン交換膜法とよばれる、塩化ナトリウム水溶液の電気分解で製造さ
れている。この方法は次の図2-2のように中央部を陽イオン交換膜で仕切って、塩化ナトリウム水溶液を
（③）から注入して電気分解している。電気分解が進むと気体が発生し、Cからは（④）が、D
からは（⑤）が排出する。

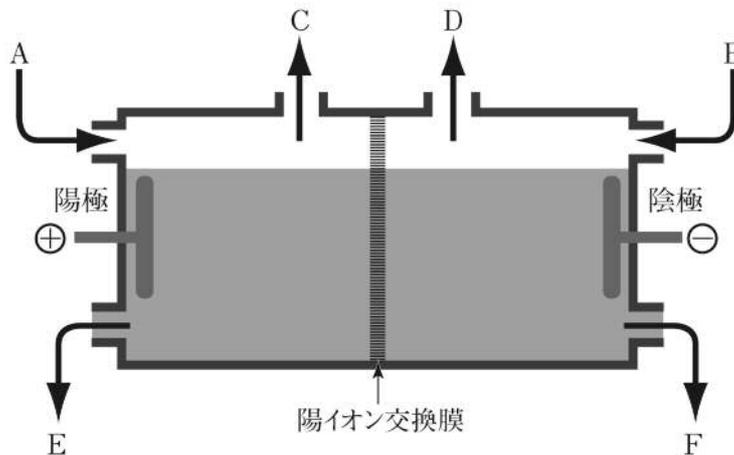


図2-2

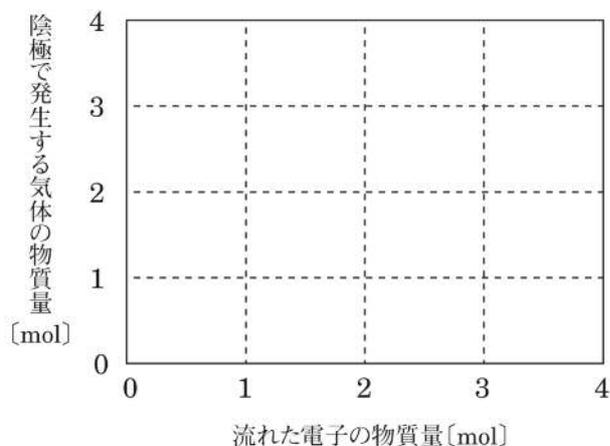
問6 （③）に入る記号は図2-2中のA、Bのどちらか。また、（④）、（⑤）に入る物質
は何か。それらの組合せとして最も適当なものを次の(ア)～(カ)の中から1つ選び、その記号で答え
なさい。

	③	④	⑤
(ア)	A	水素	酸素
(イ)	A	酸素	塩素
(ウ)	A	塩素	水素
(エ)	B	水素	酸素
(オ)	B	酸素	塩素
(カ)	B	塩素	水素

問7 陽極側から陰極側に移動するイオンは何か、名称を答えなさい。

問8 陽極で起こる反応を e^- を用いたイオン反応式で答えなさい。

問9 流れた電子の物質量と、陰極で発生する気体の物質量の関係を示すグラフを、次の図と同じ解答欄の図に描きなさい。



問10 この電気分解で2.00 Aの電流を5時間21分40秒間流した。

- (1) 流れた電気量は何Cか、有効数字3桁で答えなさい。ただし、解答欄には計算の過程も記しなさい。
- (2) この間に生成した水酸化ナトリウムは何gか、有効数字2桁で答えなさい。ただし、解答欄には計算の過程も記しなさい。
- (3) 生成した水酸化ナトリウムは、図2-2中のE、Fのどちらから回収するか答えなさい。

問11 製造された水酸化ナトリウムは白色の固体である。

- (1) 水酸化ナトリウムの固体を空気中に放置すると水分を吸収して溶けてしまう。この現象を何とよんでいるか、答えなさい。
- (2) 水酸化ナトリウムは空気中の二酸化炭素を吸収する。このときの反応を化学反応式で答えなさい。

第3問 ハロゲンとアゾ化合物に関する [1] , [2] の文章を読んで、以下の問い (問1~問14) に答えなさい。

[1] ハロゲンとその水素化合物

ハロゲンは周期表で 17 族に属する 5 種類の元素のことである。ハロゲンは (①) 個の価電子をもち、1 価の陰イオンになりやすい。ハロゲンの単体は二原子分子の有色で有毒な物質で、酸化力が強い。特にフッ素は酸化力が強く水と反応して酸素を発生する。

塩素は実験室では次の図 3-1 のような装置を用いて、(a) 酸化マンガン(IV) と濃塩酸から発生させる。

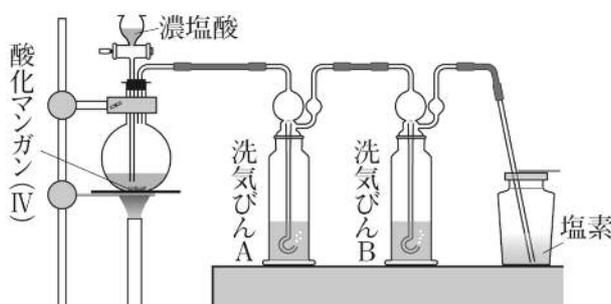


図 3-1

塩素の化合物に塩化水素がある。塩化水素は (②) に濃硫酸を加えて加熱すると発生する。塩化水素の水溶液は塩酸とよばれている。

フッ素の化合物にフッ化水素がある。(b) フッ化水素はホタル石に濃硫酸を加えて加熱すると発生する。 フッ化水素の水溶液はフッ化水素酸とよばれており、(c) ポリエチレンの容器に保存する。

問1 (①) , (②) に入る数値および語句を答えなさい。

問2 洗気びん A, 洗気びん B に入れる物質の名前を答えなさい。

問3 下線部(a)の反応の時のマンガンの酸化数の変化を次の例にならって答えなさい。

(例) $-1 \rightarrow +5$

問4 下線部(b)の反応を化学反応式で答えなさい。

問5 下線部(c)でガラス容器ではなく、ポリエチレンの容器に保存する理由を、化学反応式を用いて説明しなさい。

問6 トイレ用の洗浄剤には、塩酸を含む酸性タイプと次亜塩素酸ナトリウムを含むタイプがあるが、これらの異なるタイプどうしを「まぜるな危険」と注意書きされている。その理由を説明しなさい。

[2] アゾ染料

アゾ染料を合成するため、次の実験を行った。

<操作1>試験管にニトロベンゼン 2 mL と (③) 6 g をとった。これに 10 mL の濃塩酸を数回に分け振り混ぜながら加えた。

<操作2>この試験管を図3-2のように60°Cの湯浴に入れて反応させた。

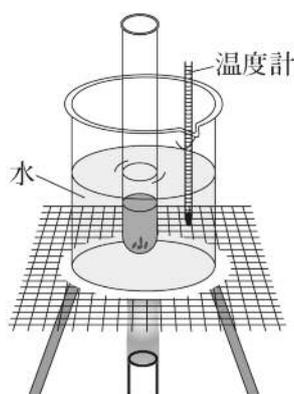


図3-2

<操作3>反応後の試験管の液体部分だけをビーカーに移した。このビーカーに水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加えた。一度沈殿が生じたが、さらに加えると沈殿が溶解し、乳濁液となった。

<操作4>ビーカー中の溶液にジエチルエーテル 10 mL を加えてよくかき混ぜた後、試験管に移したところ、液が2層に分かれた。

<操作5>分かれた液の上の層を蒸発皿に取り、ジエチルエーテルを蒸発させて (d) 物質A を得た。

<操作6>物質Aを試験管に2~3滴とり、(④) 水溶液を加えたところ赤紫色になった。

<操作7>残りの物質Aと塩酸 10 mL をビーカーに入れ、(e) 5°C以下に保ちながら亜硝酸ナトリウム水溶液を加えたところ物質Bが生成した。

<操作8>湯浴で液体にしたフェノールを試験管に 2 mL 取り、水酸化ナトリウム水溶液 10 mL を加えてよく振り混ぜた。

<操作9><操作8>のビーカーに木綿の布を浸して液を染み込ませたのち、ピンセットで布を取り出し軽くしぼって広げた。

<操作10>広げた布を<操作7>のビーカー中に浸したところ、布が染まって (⑤) 色になった。

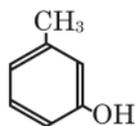
問7 (③) に入る物質として最も適当なものを次の(ア)~(オ)の中から1つ選び、その記号で答え

なさい。

(ア) ニッケル (イ) 銅 (ウ) スズ (エ) 酸化亜鉛 (オ) 酸化マンガン(IV)

問8 下線部(d)の物質Aの構造式を次の例にならって答えなさい。

(例)



問9 (④) に入る物質の名称を答えなさい。

問10 下線部(e)の物質Bの名称を答えなさい。

問11 下線部(e)を5°C以下で行う理由を答えなさい。

問12 <操作10>の反応の反応名を答えなさい。

問13 (⑤) に入る色として最も適当なものを次の(ア)～(オ)の中から1つ選び、その記号で答えなさい。

(ア) 黄 (イ) 青 (ウ) 黄褐 (エ) 橙赤 (オ) 赤紫

問14 <操作10>の反応を、構造式は問8の例にならって化学反応式で答えなさい。

第4問 タンパク質とアミノ酸に関する文章を読んで、以下の問い(問1～問11)に答えなさい。

(a) タンパク質の水溶液に熱や酸・塩基などを作用させると、凝固したり沈殿したりする。この現象をタンパク質の変性という。タンパク質の水溶液は(①)反応により赤紫色を呈する。これはタンパク質の複数のペプチド結合と配位結合が起こり、錯体ができるためである。また、(b) 側鎖にベンゼン環のあるアミノ酸を含むタンパク質の水溶液に濃硝酸を加えて加熱すると黄色になり、冷却後にアンモニア水を加えると橙黄色になる。この呈色反応を(②)反応という。この反応はタンパク質中のベンゼン環が(③)化されるために起こるものである。

タンパク質を酸や酵素で加水分解すると α -アミノ酸が得られる。このときの α -アミノ酸は約(④)種類存在する。このうちヒトの体内で合成されなかったり、合成されにくかったりする α -アミノ酸は(⑤)とよばれている。また、(c) α -アミノ酸のうち不斉炭素原子をもたないものは1種類だけであり、天然のタンパク質を構成している α -アミノ酸の光学異性体はほとんどすべてが(⑥)である。

アミノ酸の水溶液にニンヒドリン水溶液を加えて温めると(⑦)色を呈する。この反応はニンヒドリン反応とよばれており、アミノ酸の検出に用いられている。また、この反応はタンパク質の水溶液でも起こる。

問1 (①)～(③)、(⑤)に入る適切な語句を答えなさい。

問2 下線部(a)の現象が起こる理由を答えなさい。

問3 (①)の反応に必要な試薬をあげ、その実験操作を示しなさい。

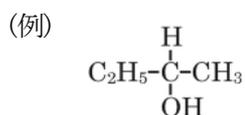
問4 下線部(b)のアミノ酸の組合せとして最も適当なものを次の(ア)～(カ)の中から1つ選び、その記号で答えなさい。

- | | |
|---------------------|---------------------|
| (ア) システイン, フェニルアラニン | (イ) システイン, メチオニン |
| (ウ) システイン, チロシン | (エ) フェニルアラニン, メチオニン |
| (オ) フェニルアラニン, チロシン | (カ) メチオニン, チロシン |

問5 (④), (⑥) に入る数値および語句の組合せとして最も適当なものを次の(ア)～(カ)の中から1つ選び、その記号で答えなさい。

	④	⑥
(ア)	10	D型
(イ)	10	L型
(ウ)	20	D型
(エ)	20	L型
(オ)	30	D型
(カ)	30	L型

問6 下線部(c)の α -アミノ酸の構造式を下の例にならって答えなさい。



問7 (⑦) に入る色として最も適当なものを次の(ア)～(オ)の中から1つ選び、その記号で答えなさい。

(ア) 緑 (イ) 黒 (ウ) 黄褐 (エ) 赤褐 (オ) 赤紫

問8 1分子中にアミノ基を1個もつアミノ酸Xがある。このアミノ酸X 1.5 g を完全に酸化したところ、二酸化窒素が 0.92 g 得られた。このアミノ酸Xの分子量を、有効数字2桁で答えなさい。ただし、解答欄には計算の過程も記しなさい。

問9 アミノ酸は一般に水に溶けやすく、有機溶媒に溶けにくい。アミノ酸が水に溶けやすい理由を説明しなさい。

問10 下のように別々に溶かしたA, B, C 3種類のアミノ酸の水溶液がある。

A : アラニン (等電点 6.0) の水溶液

B : グルタミン酸 (等電点 3.2) の水溶液

C : リシン (等電点 9.7) の水溶液

これらの水溶液を次の図4-1のようにpH6.0の緩衝液で湿らせた別々のろ紙の中央(図4-1の○印)に吸着させた。

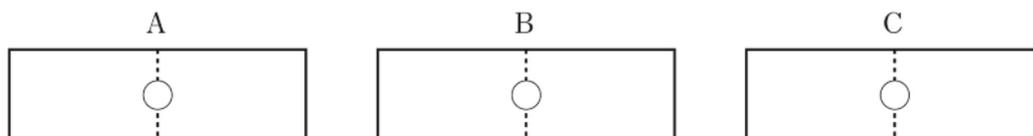


図4-1

続けて, A~Cを吸着させたろ紙それぞれに次の図4-2のように直流の電圧をかけて電気泳動を行った後, ニンヒドリン反応により, それぞれのアミノ酸の位置を確認した。

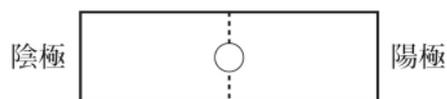


図4-2

電気泳動の結果, A~Cにはどのような変化が見られたか。その組合せとして最も適当なものを次の(ア)~(カ)の中から1つ選び, その記号で答えなさい。

	A	B	C
(ア)	陰極に移動する	陽極に移動する	移動しない
(イ)	陰極に移動する	移動しない	陽極に移動する
(ウ)	移動しない	陰極に移動する	陽極に移動する
(エ)	移動しない	陽極に移動する	陰極に移動する
(オ)	陽極に移動する	陰極に移動する	移動しない
(カ)	陽極に移動する	移動しない	陰極に移動する

問11 アラニン2分子とフェニルアラニン1分子からできるトリペプチドには何種類の構造異性体が存在するか答えなさい。ただし, 各アミノ酸の光学異性体は1つの型のみとする。