

平成 27 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、8 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。

平成 27 年度問題訂正表

○一般入試（前期）

（栄養健康）学科（化学基礎・化学）科目名

頁	箇所	訂正前	訂正後
2	第 1 問 [2] , 1 行目	金属結晶は、	多くの金属結晶は、
7	第 4 問・問 4, 2 行目	(①)以外のものが結合しない	(①)が結合する
8	第 4 問・問 10, 1 行目	メルカプトエタノール	2-メルカプトエタノール

[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 C=12 N=14 O=16 Na=23 Cl=35.5

標準状態における理想気体のモル体積：22.4 L/mol

水のイオン積 K_w ： $1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$

第1問 原子の構造と性質および金属結晶の構造に関する [1], [2] の文章を読んで、以下の問い（問1～問6）に答えなさい。

[1] 原子の構造と性質

元素を原子番号の順に並べていくと、ある性質が周期的に変化する。原子番号 n から $n+11$ までの典型元素（ア～シ）について、[A] を原子番号順に並べると図1-1のようになる。

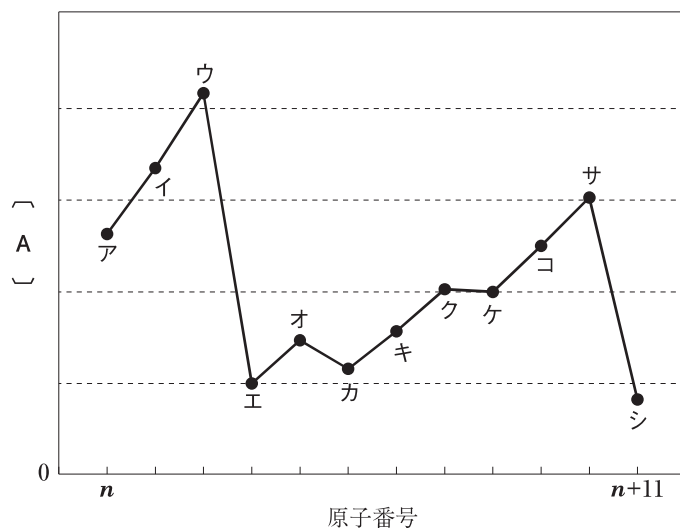


図1-1. 原子番号に対する [A] の変化

問1 上の文章中および図1-1の [A] に入る適当な語句は何か、次の語群から1つ選びなさい。

(語群)：価電子の数, 電子親和力, 原子半径, 第一イオン化エネルギー,
電気陰性度, 単体の沸点, 酸化数, 標準電極電位

問2 図1-1に関する(1)～(7)の設問に答えなさい。

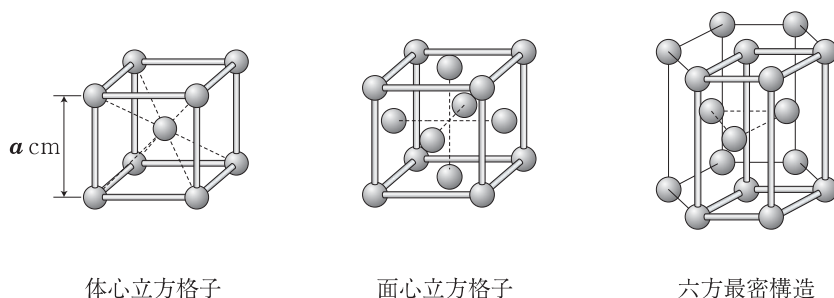
- (1) ア～シのうち、常温・常圧で単原子分子の気体として存在するのはどれか、ア～シの記号で全て答えなさい。
- (2) ア, エの単体では、原子どうしはどのような結合をしているか、結合の名称をそれぞれ答えなさい。
- (3) アとケから成る化合物、エとコから成る化合物では、原子どうしはどのような結合をしているか、結合の名称をそれぞれ答えなさい。

- (4) **ア**と**ケ**から成る化合物、**エ**と**コ**から成る化合物の化学式をそれぞれ答えなさい。
- (5) **エ**の単体、**エ**と**コ**から成る化合物はともに常温・常圧で固体であるが、強い力(ハンマーでたたくなど)を加えたときの変化が異なる。どのように異なるか、結合の違いを踏まえて説明しなさい。
- (6) **シ**の電子配置について、K 殻、L 殻、M 殻、N 殻に入っている電子の数を答えなさい。
- (7) **ア**、**イ**、**エ**、**オ**の電子配置が全て同じ状態にあるとき、大きさが最大と最小になるものはどれか、それぞれ記号で答えなさい。

[2] 金属結晶の構造

金属結晶は、原子が規則正しく立体的に並んだ配置をとり、**図 1-2**のような体心立方格子、面心立方格子、六方最密構造のいずれかの構造をとる。これらの構造において、単位格子中に含まれる原子の数は体心立方格子で(①)個、面心立方格子で(②)個、六方最密構造で(③)個である。

体心立方格子の結晶構造をとる金属 **X** (原子量 m) がある。この結晶の単位格子の一辺の長さを a cm, アボガドロ数を N とすると、金属 **X** の密度は(④) g/cm^3 と表わすことができる。また、結晶中の各原子を互いに接する球であると考え、金属 **X** の原子半径は(⑤) cm となる。



体心立方格子

面心立方格子

六方最密構造

図 1-2. 金属結晶の構造

注) それぞれ太い棒で囲まれた部分を単位格子とする。

問 3 (①) ~ (③) に入る適当な数値を答えなさい。

問 4 (④) および (⑤) に入る数式を答えなさい。

問 5 仮に、金属 **X** が原子半径はそのまま面心立方格子構造をとったとすると、密度はどのように表わされるか、体心立方格子の単位格子の一辺の長さ a および m , N を用いて答えなさい。解答欄には解答のみ記入しなさい。ただし、平方根は開かず、 $\sqrt{\quad}$ のまま表示しなさい。

問 6 仮に、金属 **X** が原子半径はそのまま六方最密構造をとったとすると、単位格子の体積は体心立方格子構造のときに比べ何倍になるか答えなさい。解答欄には計算の過程も記しなさい。ただし、平方根は開かず、 $\sqrt{\quad}$ のまま表示しなさい。

第2問 気体の燃焼および中和滴定に関する〔1〕,〔2〕の文章を読んで、以下の問い(問1～問8)に答えなさい。

〔1〕 気体の燃焼

(1) プロパンを完全燃焼させたところ標準状態で13.44 Lの二酸化炭素が発生した。プロパンを完全燃焼させた場合の化学反応式は(①)であるから、反応に必要なプロパンの質量は(②)gである。その際、プロパンの完全燃焼に必要な酸素の体積は標準状態で(③) Lである。

(2) メタンとプロパンの混合気体を十分な酸素を用いて完全燃焼させたところ、標準状態で二酸化炭素が60.48 L、水が82.80 g生成した。混合気体中のメタンは(④) molであり、プロパンは(⑤) molである。

問1 (①)～(⑤)に入る化学反応式または適当な数値を答えなさい。ただし、数値は小数点以下第1位まで記しなさい。

〔2〕 中和滴定

(1) 濃度不明の酢酸水溶液について中和滴定を行い、酢酸濃度を測定したい。まず、(⑥)を用いて濃度不明の酢酸水溶液を10.0 mL量り取り、(⑦)に入れ、指示薬として〔A〕溶液を2滴加えた。0.1 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を(⑧)に注ぎ入れ滴下したところ、15.0 mL加えたら中和点を過ぎてしまった。そこで、0.3 mol/Lの酢酸水溶液を2.0 mL加えたら中和点に到達した。

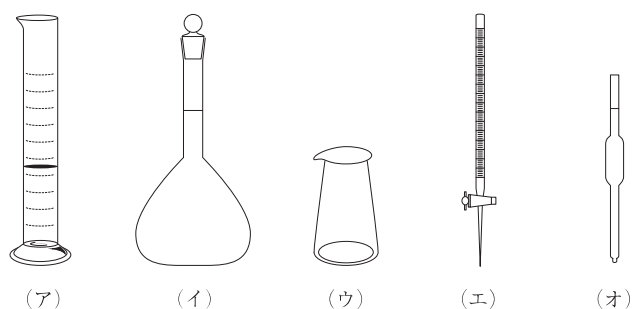


図2-1. 中和滴定に使用するガラス器具

問2 〔A〕に入る適当な試薬名を答えなさい。

問3 (⑥)～(⑧)に入るガラス器具を図2-1から選び記号で答え、その名称も答えなさい。

問4 (⑥)～(⑧)に入るガラス器具のうち、中和滴定に用いる際に (i) 加熱乾燥させてはいけないもの、(ii) 蒸留水で洗浄した後、濡れたまま使用して良いもの、(iii) 使用する際に共洗いが必要なものを (ア) ～ (オ) の記号で全て答えなさい。

問5 濃度不明の酢酸水溶液に含まれる酢酸のモル濃度を答えなさい。

(2) 図2-2は、0.2 mol/L の酢酸水溶液10 mL に、同濃度の水酸化ナトリウム水溶液を滴下したときの滴定曲線である。なお、反応容器は一定温度に保ち、その温度における酢酸の電離定数 K_a を 2.7×10^{-5} mol/L とし、必要であれば $\log_{10} \sqrt{5.4} = 0.366$, $\log_{10} 2 = 0.301$, $\log_{10} 5 = 0.699$ を用いなさい。

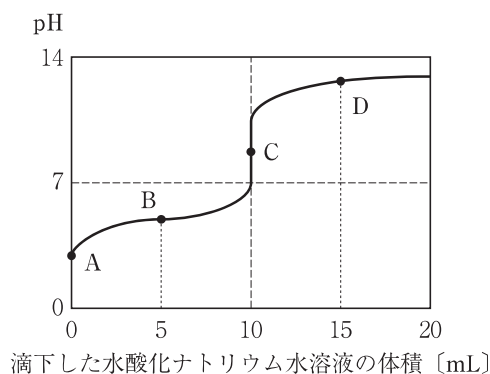


図2-2. 中和滴定曲線

問6 図中の A 点および D 点の pH を答えなさい。pH は小数点以下第 2 位を四捨五入し、小数点以下第 1 位まで記しなさい。

問7 図中の B 点の近辺では水酸化ナトリウム水溶液を加えても水溶液の pH はほとんど変化しない。このような働きを何というか答えなさい。また、その理由を簡潔に答えなさい。

問8 図中の C 点の pH が 7 より大きくなる理由を答えなさい。

第3問 イオン交換樹脂に関する次の文章を読んで、以下の問い（問1～問5）に答えなさい。

一般に、イオン交換樹脂は、（①）に少量の（②）を加えて（③）させてできる2本の（④）鎖が（②）によって（⑤）されて生成される（⑥）構造の高分子を骨格とする。この高分子のベンゼン環にさらに酸性の（⑦）基や塩基性の（⑧）基の置換基を導入し、陽イオン交換樹脂ならびに陰イオン交換樹脂が得られる。

問1 （①）～（⑧）に入る適当な語句を次の（ア）～（コ）の中から1つ選び、その記号で答えなさい。

- （ア） 開環重合 （イ） スチレン （ウ） 立体網目 （エ） *p*-ジビニルベンゼン
（オ） スルホ （カ） ポリスチレン （キ） ニトロ （ク） 架橋 （ケ） 共重合
（コ） トリメチルアンモニウム（アルキルアンモニウム）

問2 陽イオン交換樹脂の置換基が導入されているかを確認するため、陽イオン交換樹脂をビーカーにとり、塩化ナトリウム水溶液を入れて攪拌した。

- （1） 塩化ナトリウム水溶液を入れたビーカー内で起こる化学変化を化学反応式で答えなさい。
ただし、陽イオン交換樹脂の置換基以外の部分を「R-」とする。
- （2） この化学反応を観察するために用いる最も適当なpH指示薬を答えなさい。また、その理由を答えなさい。

問3 置換基を導入した陰イオン交換樹脂10.0 gを円筒のガラス管に詰め、全ての置換基に結合した陰イオンが交換される十分量として0.05 mol/L塩化ナトリウム水溶液100 mLを陰イオン交換樹脂に流し、流出液を集めた。さらにこの陰イオン交換樹脂を100 mLの蒸留水で洗浄し、さきほどの流出液と共に回収した。得られた水溶液Aは0.01 mol/L塩酸を用いて滴定すると58.0 mLで中和点に達した。

- （1） 得られた水溶液A中に含まれる化合物を全て答えなさい。
- （2） イオン交換によって得られた新しい化合物の水溶液A中のモル濃度を答えなさい。ただし、答えは有効数字2桁で記しなさい。
- （3） 得られた水溶液AのpHはいくらになるか答えなさい。その際、logの記号はそのまま表記してよい。

問4 0.10 mol/L 塩化ナトリウム水溶液から脱イオン水を調製するため、図3-1のように各イオン交換樹脂をガラス管に詰めた。陽イオン交換樹脂は1 g あたり0.24 mol の陽イオンを交換できる能力を持っている。陰イオン交換樹脂は1 g あたり陰イオンを0.19 mol 交換できる能力がある。陽イオン交換樹脂ならびに陰イオン交換樹脂をそれぞれ25.0 g ずつガラス管に詰めて塩化ナトリウム水溶液から脱イオン水を生成した。このとき最大何Lの脱イオン水を生成することができるか有効数字3桁で答えなさい。解答欄には数値のみ記入しなさい。

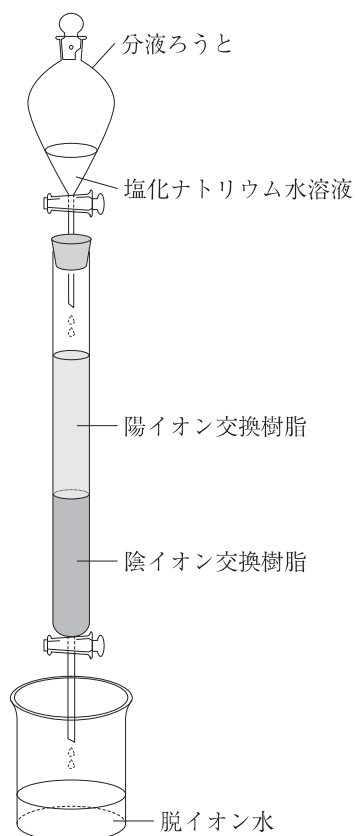


図3-1. イオン交換樹脂による脱イオン水の生成

問5 使用したイオン交換樹脂をガラス管から取り出した後、それぞれ陽イオン交換樹脂ならびに陰イオン交換樹脂を再生する方法を簡潔に答えなさい。

第4問 酵素に関する[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] 酵素反応

生体内の化学反応を 触媒する ^(a)高分子化合物を 酵素 ^(b)という。酵素が触媒する化学反応の反応前の物質を（ ① ）といい，（ ① ）は必ず酵素と結合する。酵素が触媒する化学反応は，無機化合物が触媒する化学反応に比べると，（ ② ）依存性において際立った違いがある。すなわち，無機化合物が触媒する化学反応は（ ② ）が上昇すると反応速度も増加するが，酵素が触媒する化学反応は（ ② ）の上昇に伴っていったん反応速度は増加し，一定の（ ② ）をこえると急激に減少する。 ^(c) ^(d)

問1 （ ① ），（ ② ）に入る適当な語句を答えなさい。

問2 下線部(a)の「触媒する」とはどういう意味か，「活性化エネルギー」という言葉を用いて説明しなさい。

問3 下線部(b)の「酵素」は，一般にどのような高分子化合物からできているか，次の語群から1つ選びなさい。

（語群）：多糖類，デオキシリボ核酸（DNA），タンパク質，金属結晶

問4 （ ① ）が結合する酵素分子上の場所は何というか答えなさい。また，その場所に（ ① ）以外のものが結合しない理由を答えなさい。

問5 下線部(c)において，反応速度が増加する理由を答えなさい。

問6 下線部(d)において，反応速度が減少する理由を答えなさい。

[2] リゾチーム

リゾチームは，ヒトの涙や唾液，母乳などに含まれる抗菌性の酵素である。細菌の細胞壁の成分である糖鎖（ラクトースを構成するグルコースの2位の炭素にアセチルアミン基 $\text{CH}_3\text{CONH}\cdot$ が結合した N-アセチルラクタサミン ^(e)などを基本単位とする多糖類）を加水分解することで細胞壁を破壊し，その抗菌性を発揮する。図4-1は，リゾチームの 三次構造 ^(f)を示したものである。筒状の部分と板状の部分 ^(g)はそれぞれ二次構造を表している。

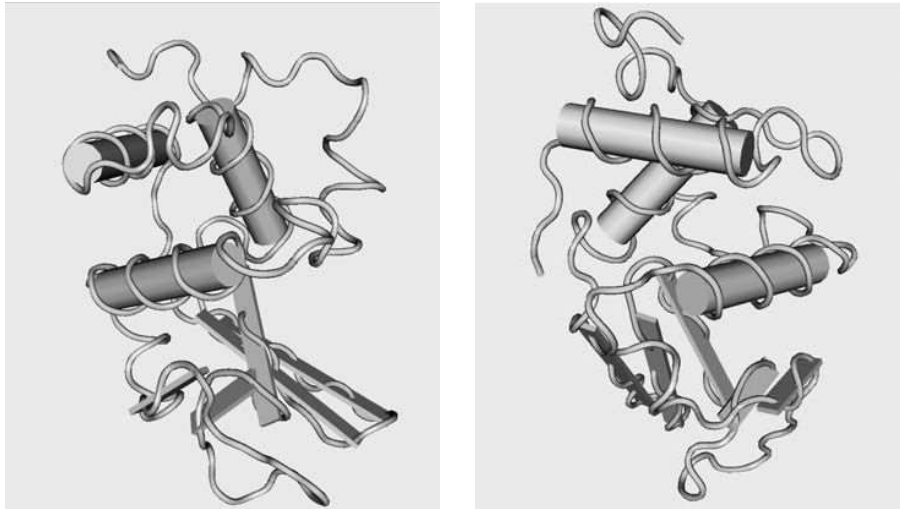
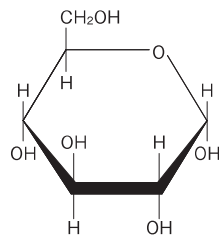


図4-1. リゾチームの三次構造

(左右の図は立体構造を異なった角度から見たものを示している。)

問7 下線部(e)の化合物 N-アセチラクトサミンの構造式を書きなさい。ただし、グルコースなどの単糖類は、下図のように示しなさい。また、2つの単糖類が脱水縮合した結合を何というか、その名称を答えなさい。



問8 下線部(f)の三次構造を維持している結合は複数あるが、そのうちの2つを答えなさい。

問9 下線部(g)の筒状と板状の部分はそれぞれ何という構造を表しているのか、その構造名を答えなさい。また、その構造を維持している結合は何か、答えなさい。

問10 リゾチームはメルカプトエタノールのような還元剤の処理により、酵素活性を失う（失活する）ことが知られている。その理由を答えなさい。

問11 タンパク質の一次構造とは何か、答えなさい。また、その構造を形成している結合は何か、答えなさい。

