

平成 23 年 度 (前 期)

## 個別学力検査等試験問題

# 化 学 I ・ II (90 分)

看護栄養学部栄養健康学科

### 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、白紙が入っていますので、下書きに利用してください。
6. 問題冊子は持ち帰ってください。

平成 23 年度問題訂正表

一般入試（前期）  
 栄養健康学科（化学 ・ ）

頁	箇所	訂正前	訂正後
2	第 1 問 問 5 問題文	答えは有効数字 3 桁で示し	<u>数値</u> は有効数字 3 桁で示し
2	第 1 問 問 6 問題文	答えは有効数字 3 桁で示し	<u>数値</u> は有効数字 3 桁で示し
4	第 2 問 問 10 問題文	イオン交換量を超えない陽イオン交換樹脂	イオン交換するの <u>に十分な量</u> の陽イオン交換樹脂

[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, C=12, N=14, O=16, Na=23, S=32, Cl=35.5, Cu=64

平方根： $\sqrt{2}=1.41$ ,  $\sqrt{3}=1.73$ ,  $\sqrt{5}=2.24$

## 第1問 次の問い(問1～問8)に答えなさい。

問1 硫酸銅(II)五水和物の結晶を用いて、モル濃度が0.5 mol/Lの硫酸銅(II)水溶液(水溶液A)を100 mL調製した。何gの結晶を必要としたか求めなさい。答えは小数点以下第一位まで示し、解答欄には計算過程も記しなさい。

問2 硫酸銅(II)五水和物の結晶を用いて、質量モル濃度が0.5 mol/kgの硫酸銅(II)水溶液(水溶液B)を100 g調製した。結晶とそれを溶解する水をそれぞれ何gずつ必要としたか求めなさい。答えは小数点以下第一位まで示し、解答欄には計算過程も記しなさい。

問3 室温において調製した水溶液Aおよび水溶液Bの温度が上昇したとき、水溶液Aのモル濃度および水溶液Bの質量モル濃度はそれぞれどうなるか。次の(ア)～(ウ)の中から選び、記号で答えなさい。また、その理由も答えなさい。ただし、水の蒸発はないものとする。

(ア) 低くなる (イ) 変わらない (ウ) 高くなる

問4 問1で調製した水溶液Aを100 mLビーカーにとり、徐々に加熱したところ、水溶液Aは時刻 $t_1$ で沸騰し始めた。さらにおだやかに加熱し続けると、時刻 $t_2$ で結晶が析出し始めた。その後、しばらく加熱を続け、乾固しないうちに加熱を止めた。時刻 $t_1$ 以降加熱を止めるまでにみられる水溶液Aの温度変化の様子として最も適当と考えられる記述を、次の(ア)～(ク)の中から選び、記号で答えなさい。また、その理由も答えなさい。

(ア) 終始一定である

(イ) 時刻 $t_2$ まで一定で、その後わずかに上昇していく

(ウ) 時刻 $t_2$ まで一定で、その後わずかに下降していく

(エ) 時刻 $t_2$ までわずかに上昇し、その後一定になる

(オ) 時刻 $t_2$ までわずかに上昇し、その後上昇勾配は変わるが上昇を続ける

(カ) 時刻 $t_2$ までわずかに上昇し、その後わずかに下降していく

(キ) 時刻 $t_2$ までわずかに下降し、その後一定になる

(ク) 時刻 $t_2$ までわずかに下降し、その後下降勾配は変わるが下降を続ける

(ケ) 時刻 $t_2$ までわずかに下降し、その後わずかに上昇していく

**問 5** モル濃度が等しい水酸化ナトリウム水溶液（水溶液 C）と炭酸ナトリウム水溶液（水溶液 D）がある。これらの水溶液を体積比で 1 : 2 の割合で混合した。この混合溶液に少量のフェノールフタレイン溶液（変色域 pH 8.0~9.8）を添加し、溶液の色が紅色から無色に変化するまで中和滴定を行った。滴定には濃硫酸（純度 98 %，密度 1.83 g/cm<sup>3</sup>）を水で 100 倍の体積に希釈した希硫酸を用いた。水溶液 C および水溶液 D の濃度を  $c$  mol/L，使用した水溶液 C の体積を  $v$  mL として，使用した希硫酸の体積（mL）を  $c$  および  $v$  を用いて答えなさい。答えは有効数字 3 桁で示し，解答欄には計算過程も記しなさい。

**問 6** 問 5 の操作で滴定された溶液に，メチルオレンジ溶液（変色域 pH 3.1~4.4）を添加し，溶液の色が変化するまで問 5 で用いた希硫酸を徐々に加えた。メチルオレンジ溶液添加後の中和点までの反応を化学反応式で答えなさい。また，ここで使用した希硫酸の体積（mL）を，問 5 と同様に  $c$  および  $v$  を用いて答えなさい。答えは有効数字 3 桁で示し，解答欄には計算過程も記しなさい。

**問 7** 次の(ア)~(エ)の組合せで，各化合物の 0.1 mol/L 水溶液を 100 mL ずつ混合した。混合水溶液の凝固点が低い組合せから順に記号をならべなさい。

- (ア) 硫酸カリウムと塩化バリウム
- (イ) 塩化マグネシウムと硝酸銀
- (ウ) 塩化ナトリウムと塩化カルシウム
- (エ) 炭酸水素ナトリウムと塩酸

**問 8** 硝酸ナトリウム水溶液と酪酸（C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>COOH）水溶液がある。これらの質量モル濃度が等しいとき，凝固点がより低いのはどちらの水溶液か答えなさい。また，その理由も答えなさい。

**第2問** 次の[1]～[3]は塩化ナトリウムに関する記述である。問い(問1～問11)に答えなさい。

[1] 塩化ナトリウムのようなイオンからなる結晶は陽イオンと陰イオンが交互に規則正しく立体的に配列している。その配列を結晶格子といい、結晶格子の最小単位構造を単位格子という。

**問1** 塩化ナトリウムの結晶中のナトリウムイオン  $\text{Na}^+$  と塩化物イオン  $\text{Cl}^-$  を結びつける力を何というか答えなさい。

**問2** 塩化ナトリウムの単位格子中の  $\text{Na}^+$  と  $\text{Cl}^-$  の配置をすべて解答用紙の単位格子図に書き込みなさい。ただし、 $\text{Na}^+$  は黒丸(●)で、 $\text{Cl}^-$  は白丸(○)で書き込みなさい。なお、解答用紙内の単位格子の中心には  $\text{Na}^+$  (●)が1つ書き込んであるが、●と○の大きさを考慮する必要はない。また、必要に応じて解答用紙内の単位格子図に補助線を入れる場合は、破線にすること。

**問3** 塩化ナトリウムの結晶中の1個の  $\text{Na}^+$  に隣接している  $\text{Cl}^-$  の数を答えなさい。また、単位格子当たり平均何個の  $\text{Na}^+$  と  $\text{Cl}^-$  が存在するか、それぞれ答えなさい。

**問4** 塩化ナトリウムの結晶中の隣接する  $\text{Na}^+$  の中心間の距離は何 cm か求めなさい。ただし、塩化ナトリウム結晶の単位格子1辺の長さを  $5.6 \times 10^{-8} \text{cm}$  とする。答えは有効数字2桁で示し、解答欄には計算過程も記しなさい。

**問5** 塩化ナトリウム結晶の密度 ( $\text{g/cm}^3$ ) を求めなさい。ただし、塩化ナトリウム結晶の単位格子1辺の長さを  $5.6 \times 10^{-8} \text{cm}$ 、アボガドロ数を  $6.0 \times 10^{23}$  とする。答えは小数点以下第一位まで示し、解答欄には計算過程も記しなさい。

[2] 一般に、一定温度下で、一定量の溶媒に溶ける溶質の量には限度があり、溶質がこの限度まで溶解した溶液を飽和溶液という。また、溶解する溶質の限度の量を溶解度という。

問 6 30℃における塩化ナトリウム飽和水溶液のモル濃度 (mol/L) を求めなさい。ただし、30℃における塩化ナトリウムの溶解度は 36 (g/100 g 水) とし、飽和水溶液の密度は 1.18 g/cm<sup>3</sup> とする。答えは小数点以下第一位まで示し、解答欄には計算過程も記しなさい。

問 7 塩化ナトリウム飽和水溶液に以下の溶液または気体①～⑤のいずれかを添加または通じると、ある共通の物質の結晶が析出する。その析出する物質名を答え、析出させる液体または気体を①～⑤からすべて選び番号で答えなさい。また、このような現象が起こる理由も答えなさい。  
① 塩酸 ② 硫酸 ③ 水酸化ナトリウム水溶液 ④ 酢酸 ⑤ アンモニア

問 8 塩化ナトリウム飽和水溶液にエタノールを添加し続けると、やがてその混合溶液内に、ある物質が析出し始めた。その析出した物質名と析出が起こる理由を答えなさい。

[3] 円筒形のガラス管にイオン交換樹脂を詰めたものをイオン交換樹脂カラムとよぶ。イオン交換樹脂には、スルホ基 (-SO<sub>3</sub>H) を導入した陽イオン交換樹脂と、トリアルキルアンモニウム基の水酸化物 (-N<sup>+</sup>(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>OH<sup>-</sup>) を導入した陰イオン交換樹脂の 2 種類がある。

問 9 陰イオン交換樹脂カラムに、そのイオン交換量を超えない量の塩化ナトリウム水溶液を通すと、カラム内でどのような反応が起こるか。そのイオン反応式を書きなさい。ただし、陰イオン交換樹脂は R-N<sup>+</sup>(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>OH<sup>-</sup> と表記すること。

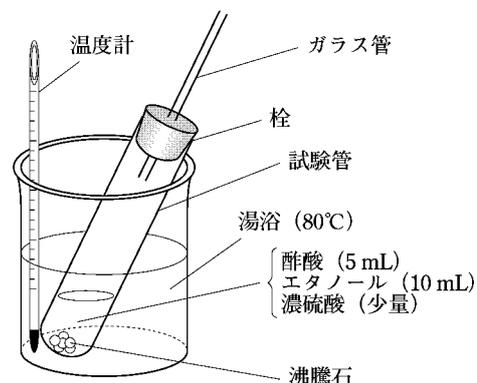
問 10 濃度が不明の塩化ナトリウム水溶液 20 mL を、イオン交換量を超えない陽イオン交換樹脂を詰めたカラムに通したのち、十分量の蒸留水で完全に洗い流して得られた流出液を 5.0 × 10<sup>-2</sup> mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定を行った。その流出液を中和するのに水酸化ナトリウム水溶液が 10 mL 必要であった。この塩化ナトリウム水溶液のモル濃度 (mol/L) を求めなさい。答えは有効数字 2 桁で示し、解答欄には計算過程も記しなさい。

問 11 塩化ナトリウム水溶液をイオン交換樹脂カラムに通して純水を得るにはどのような操作を行えばよいか答えなさい。

**第3問** 次の[1]～[3]は酢酸のエステルに関する記述である。問い(問1～問8)に答えなさい。

[1] 酢酸エチルを合成するため、以下の操作1～3を行った。

操作1：試験管に酢酸5 mL およびエタノール10 mL を入れ、さらに触媒として少量の濃硫酸を加えてよく振った。沸騰石を数個入れ、右図のように80℃の湯浴で20分間加温した。加温終了後、試験管を冷却し、沸騰石を取り除いた。



操作2：試験管の中には、酢酸エチル以外にも物質A、B、C、Dが存在するため、引き続きA、B、C、Dの除去を行った。

反応に用いた試験管に5%炭酸ナトリウム水溶液を2 mL 加えてよく振り、静置後二層に分かれたので (ア) <sup>(a)</sup> を除いた。この操作を繰り返す、リトマス紙を用いて (ア) が (イ) 性を示さなくなったことが確認されたので、AおよびBが除去されたものとしてこの操作を終了した。

操作3：次いで、この試験管に30%塩化カルシウム水溶液を2 mL 加えてよく振り、静置後二層に分かれたので (ウ) を除いた。この操作を繰り返す、Cおよび大部分のDを除去した。残りの層に、粒状の無水硫酸ナトリウムを適量加えてよく混合することで残りのDを完全に除去した。この液体をろ過して酢酸エチルを得た。

問1 (ア)～(ウ)に入る適切な語句を答えなさい。ただし、(ア)および(ウ)は上層もしくは下層のどちらであるかを答えなさい。

問2 下線部(a)について、5%炭酸ナトリウム水溶液の代わりに5%水酸化ナトリウム水溶液を用いると、酢酸エチルの収量が減少する。その理由を答えなさい。

問3 操作2について、試験管に栓をするなど完全に密閉した状態で行わない方がよい。その理由として、揮発性の高い物質が含まれていること以外に、試験管内でどのような反応が起こるためと考えられるか、説明しなさい。

問4 CおよびDの物質名を答えなさい。

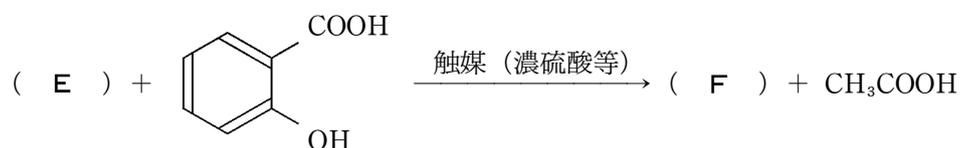
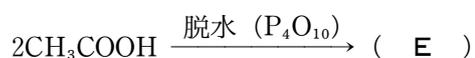
[2] 再度[1]と同じ方法で酢酸エチルを合成しようとしたところ、酢酸が足りなくなりました。エタノールの量は十分であったため、エタノールを用いて酢酸を合成することにした。エタノールを硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を用いて(エ)して(オ)を得た後、(オ)をさらに(エ)して酢酸を得た。(オ)は(カ)性があるためアンモニア性硝酸銀と(キ)反応を起こしたり、(ク)液と反応して(ケ)色の酸化銅(I)を沈殿させたりする。

問 5 (エ)～(ケ)に入る適切な語句を答えなさい。ただし、(エ)および(キ)は化学反応名を答えなさい。

問 6 下線部(b)について、エタノールの代わりに2-プロパノールを用いた場合も最終的に酢酸が得られるか。得られる場合は○、得られない場合は×を解答欄に記し、その理由も答えなさい。

[3] 他にも酢酸のエステルを以下の方法で合成した。

酢酸を脱水してEを得た後、サリチル酸を反応させるとFが得られた。この反応は、サリチル酸の持つ(コ)基の一部とEに由来する(サ)基とが(シ)することから、特に(サ)化とよばれる。



問 7 (コ)および(サ)に入る適切な語句、および(シ)に入る適切な化学反応名を答えなさい。

問 8 Eの物質名およびFの構造式を答えなさい。

**第4問** 次の[1]～[3]の文章を読み、問い(問1～問9)に答えなさい。

[1] 生物の遺伝で重要な役割を果たす核酸を構成している単糖類にはデオキシリボースやリボースがあり、これらの単糖類は (ア) である。核酸は、リン酸と (ア) と窒素を含む塩基が結合した (イ) とよばれる単量体が縮合重合した高分子化合物である。この核酸にはデオキシリボ核酸(DNA)とリボ核酸(RNA)の2種類がある。DNAを構成する塩基として、アデニン、グアニン、(ウ)、(エ)の4種類がある。DNAは2本鎖のポリ(イ)が決まった塩基どうして水素結合して塩基対をつくり、(オ)構造を形成している。このときアデニンは(ウ)と塩基対をつくり、グアニンは(エ)と塩基対をつくる。一方、RNAは通常1本鎖のポリ(イ)の構造を持ち、DNAが(オ)構造をしているのと違っている。RNAには3種類あり、細胞の中でタンパク質を合成するのに、それぞれのRNAが非常に重要な働きをしている。<sup>(a)</sup>

問1 (ア)～(オ)に入る適切な語句を答えなさい。

問2 下線部(a)の働きの1つに、DNAに書き込まれた遺伝情報をRNAに写し取る転写がある。この転写により合成されるRNAは何とよばれているか答えなさい。

問3 あるDNAの塩基組成を解析したところ、アデニンのモル百分率が32%であった。そのほかの塩基であるグアニン、(ウ)、(エ)のモル百分率はそれぞれ何%か求めなさい。解答欄には数値のみを記しなさい。

[2] 米飯の主要成分である(カ)は、唾液や膵液に含まれている(キ)という酵素によって加水分解されて二糖類であるマルトースになる。さらにこのマルトースは酵素によって加水分解されてグルコースになる。このグルコースは小腸から吸収され、重要なエネルギー源になる。余剰のグルコースは、おもに筋肉や肝臓で(ク)に合成され、一時的に貯蔵される。グルコースのもつ化学エネルギーの一部は、好気呼吸によって放出される。<sup>(b)</sup>その放出されたエネルギーの一部はアデノシン三リン酸(ATP)の形で蓄えられる。このATP 1 molが加水分解されて1 molのアデノシン二リン酸(ADP)が生成されるときに放出するエネルギーは31 kJ/molである。一方、嫌気呼吸においてもグルコースからATPを生成できるが、好気呼吸に比べてその生成量は少ない。微生物が嫌気呼吸を行うと、グルコースからエタノール、二酸化炭素、有機酸などが生成される。微生物の嫌気呼吸により有用な物質が生成されることを特に(ケ)とよぶ。

問 4 (カ) ~ (ケ) に入る適切な語句を答えなさい。

問 5 下線部(b)の反応で、グルコースが体内で完全燃焼するときの熱化学方程式を答えなさい。ただし、グルコースの燃焼熱は 2870 kJ/mol とする。

問 6 グルコースの燃焼熱と同じ量のエネルギーが発生し、その 41%が ADP から ATP の合成に利用されるとき、グルコース 1 mol から何 mol の ATP が生成できるか求めなさい。答えは有効数字 3 桁で示し、解答欄には計算過程も記しなさい。

[3] タンパク質は、筋肉、血液、毛髪などの組織を構成するだけでなく、体内の各種代謝の酵素<sup>(c)</sup>としても重要な機能を果たしている。タンパク質は多数のアミノ酸が縮合重合した高分子化合物であり特に ( コ ) とよばれている。タンパク質を構成するアミノ酸の中には、ヒトの体内で必要な量が合成されず、食事などから摂取しなければならないアミノ酸がいくつかあり<sup>(d)</sup>、これらのアミノ酸を ( サ ) とよぶ。

問 7 (コ), (サ) に入る適切な語句を答えなさい。

問 8 下線部(c)について、

- (1) 化学反応の条件がすべて同じであるとき、酵素などの触媒が存在すると、一般に化学反応が速くなる。その理由を答えなさい。
- (2) ネズミの小腸から調製した酵素でマルトースを加水分解させ、グルコースの生成量を測定した。温度以外の反応条件がすべて同じである場合、温度が 37 °C のときに比べて 90 °C ではグルコースの生成量はどうか答えなさい。また、その理由も答えなさい。

問 9 下線部(d)のアミノ酸を 1 つ答えなさい。