

平成 25 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 25 年度問題訂正表

○一般入試（前期）

栄養健康学科（化学Ⅰ・Ⅱ）

頁	箇所	訂正前	訂正後
2	第 1 問 問 5 問題文	その食品 1.0 g を濃硫酸と	その食品 10.0 g を濃硫酸と
7	第 4 問 (操作 2) 2 行目	$(-\text{CH}_2(\text{CH}_3)_3\text{N}^+\text{OH}^-)$	$(-\text{CH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_3\text{OH}^-)$

[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, S=32, Cl=35.5, Ag=108

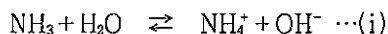
対数： $\log_{10}2=0.30$ ,  $\log_{10}3=0.48$

標準状態における理想気体のモル体積：22.4 L/mol

## 第1問 次の文章を読み、問い（問1～問5）に答えなさい。

アンモニアは、強い刺激臭のある無色の気体で、窒素肥料や硝酸などの原料として用いられる。

アンモニアは実験室レベルでは、アンモニウム塩と強塩基の混合物を加熱し発生させる。一方、<sup>(a)</sup>工業的にはアンモニアは鉄を主成分とした触媒を用い窒素と水素から直接合成され、この反応は可逆反応である。<sup>(b)</sup>アンモニア分子は、三角すいの分子構造をもち、水素原子の（ア）が窒素原子のそれよりも（イ）ため分子内の共有電子対は（ウ）原子側に片寄り（エ）分子となるので、水に非常に溶けやすく、その水溶液は(i)式のように電離平衡を形成し、弱い（オ）性を示す。



問1 下線部(a)について、次の(1)～(4)に答えなさい。

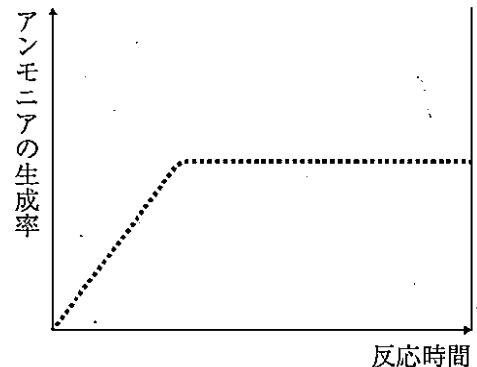
- (1) 硫酸アンモニウムと水酸化ナトリウムを用いてアンモニアを発生させる場合の化学反応式を答えなさい。
- (2) 問1(1)の反応において、26.4 gの硫酸アンモニウムと8 gの水酸化ナトリウムを反応させたときに発生するアンモニアの体積は、標準状態（0℃,  $1.013 \times 10^5$  Pa）で何Lになるか求めなさい。答えは小数点以下第2位まで求め、解答欄には計算過程も記しなさい。ただし、どちらかの物質は完全に反応するものとし、発生するアンモニアは理想気体とみなす。
- (3) 発生したアンモニアを捕集する適切な方法は何か、その名称を答えなさい。また、その理由について簡潔に答えなさい。
- (4) 発生したアンモニアの存在を化学的に確認する方法について簡潔に答えなさい。

問2 下線部(b)について、次の(1)～(4)に答えなさい。

- (1) このような方法を何法というか、答えなさい。
- (2) この反応の化学反応式を答えなさい。
- (3) 窒素および水素分子における各元素間の結合エネルギーは、それぞれ945 kJ/molおよび436 kJ/molである。アンモニアの生成熱が+46 kJ/molであるときのN-Hの結合エネルギーは何kJ/molであるか求めなさい。答えは小数点以下第1位を四捨五入し、解答欄には計算過程も記しなさい。

- (4) 問2(2)の反応において、触媒を用いず、圧力を一定に保ち、500℃で反応を行ったところ、アンモニア生成率と反応時間の関係が図の点線のように表された。この時の反応条件を次の①～③のように変えた場合、下図の点線はそれぞれどのようなようになるか。解答用紙内の図に実線で記入しなさい。

- 反応条件① 反応温度を高くした  
反応条件② 反応温度を低くした  
反応条件③ 触媒を加えた



問3 (ア)～(オ)に入る適当な語句を答えなさい。

問4 水素イオンの授受によるブレンステッド・ローリーの定義では、(i)式の各物質は酸または塩基のどちらであるか答えなさい。

問5 次の文章を読み、(1)および(2)に答えなさい。

ある食品中に含まれるタンパク質の割合を求めるために、その食品1.0gを濃硫酸とともに加熱し、その食品のタンパク質中の窒素をすべて硫酸アンモニウムとした。これに水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱し、発生したアンモニアを $5.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$ の希硫酸20 mL中に完全に吸収させた。この水溶液の残りの硫酸を中和するのに $1.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$ の水酸化ナトリウム水溶液で中和したところ、20 mLが必要であった。

- (1) 下線部で発生したアンモニア量 (mol) はいくらになるか求めなさい。答えは有効数字2桁で求め、解答欄には計算過程も記しなさい。
- (2) 食品中に含まれていたタンパク質の質量パーセント濃度はいくらになるか求めなさい。答えは小数点以下第2位まで求め、解答欄には計算過程も記しなさい。ただし、この食品中のタンパク質の窒素含有率(質量パーセント)は16.0%であったとする。

第2問 次の[1]および[2]の文章を読み、問い(問1～問6)に答えなさい。

[1] 物質の構造に関する次の問い(問1～問2)に答えなさい。

問1 次の(1)～(5)について答えなさい。

- (1) 塩化ナトリウム結晶の単位格子に含まれる陽イオンの数はいくつか。
- (2) 炭素の同素体であるダイヤモンドと黒鉛は結晶構造が異なる。それぞれの原子はどのような結合をするか。
- (3) 硫化水素( $\text{H}_2\text{S}$ )と水( $\text{H}_2\text{O}$ )ではどちらの沸点が高いか。
- (4) 金属結晶が熱や電気をよく伝導するのはなぜか。
- (5) イオン結晶は一般に電気を通さないが、ある操作を行うと電気伝導性を示すようになる。それはどのような操作か。

問2 体心立方格子を単位格子にもつ金属結晶Aがある。金属結晶Aの密度 $d$ ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )を、単位格子の一辺の長さ $L$ ( $\text{cm}$ )、金属の原子量 $M$ 、アボガドロ定数 $N_A$ を用いて表しなさい。

[2] 次の文章を読み、問い(問3～問6)に答えなさい。

酢酸ナトリウムは水溶液中で完全に電離しているが、酢酸は水溶液中で一部が電離し(i)式のような電離平衡の状態を示す。 $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+ \cdots(i)$

酢酸の全濃度を $c$ ( $\text{mol}/\text{L}$ )、電離度を $\alpha$ とすると電離平衡状態での $\text{CH}_3\text{COOH}$ 、 $\text{CH}_3\text{COO}^-$ 、 $\text{H}^+$ の濃度( $\text{mol}/\text{L}$ )は、それぞれ(ア)、(イ)、(ウ)と表される。

酢酸ナトリウムと酢酸の混合水溶液は、少量の酸や塩基を加えた時にもpHを一定に保つ作用をもつ緩衝液である。酢酸ナトリウムと酢酸の混合水溶液の水素イオン濃度は、混合した酢酸と酢酸ナトリウムの濃度比から、酢酸の電離定数を用いて(エ)のように表すことができる。

問3 (ア)～(ウ)に入る適切な式を答えなさい。

問4 (エ)について、混合水溶液の水素イオン濃度 $[\text{H}^+]$ を、 $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ 、 $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ および酢酸の電離定数 $K_a$ を用いて表しなさい。

問5 酢酸ナトリウムと酢酸の混合水溶液のpHの値が、下線部のように一定に保たれる理由を説明しなさい。

問6 0.05 mol/L の酢酸水溶液100 mL と0.05 mol/L の酢酸ナトリウム水溶液100 mL を混合した。  
この水溶液の pH を求めよ。なお、酢酸の電離定数  $K_a$  は  $2.70 \times 10^{-5}$  mol/L とする。答えは小  
数点以下第 2 位まで求め、解答欄には計算過程も記しなさい。

**第3問** 次の文章を読み、問い（問1～問5）に答えなさい。

化合物 A の分子式は  $C_5H_{12}O$ 、化合物 B の分子式は  $C_8H_8O_2$ 、化合物 C の分子式は  $C_7H_7NO_2$  である。下図のように、分液ろうとに化合物 A、B、C と 20 mL のジエチルエーテル（以下、エーテル）を加えた。さらに、この溶液から化合物 A、B、C を分離するため、以下の操作 1～4 を行った。

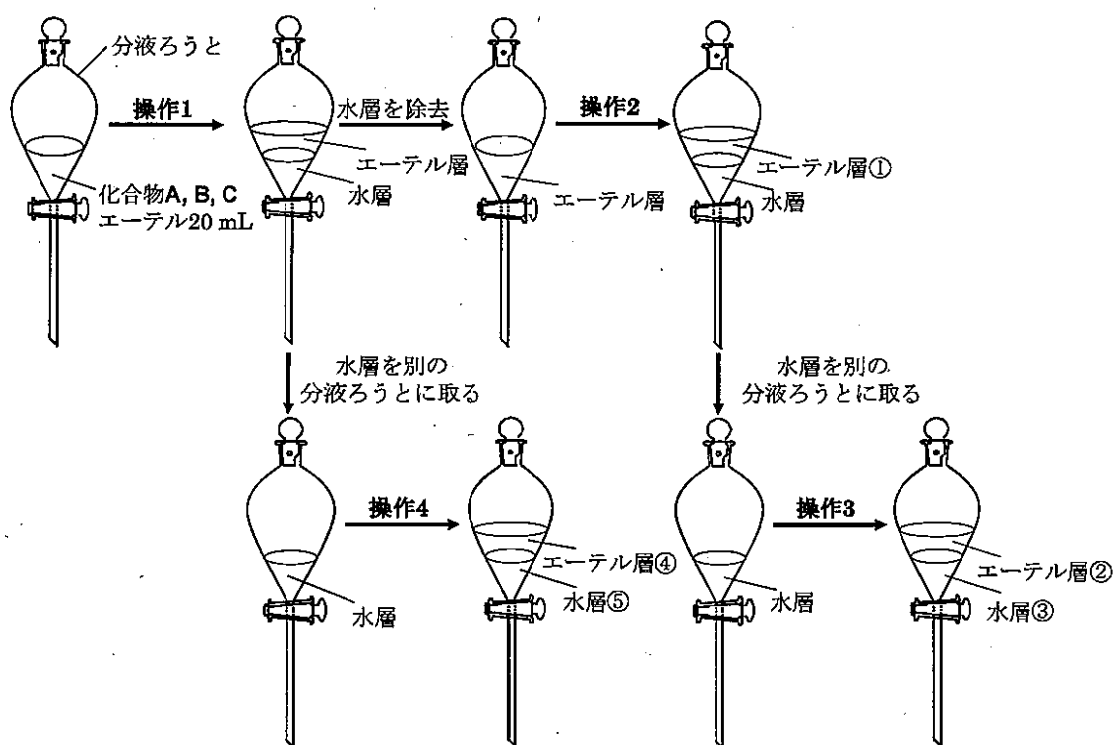
(操作 1) 希硫酸を 10 mL 加え、よく振り混ぜた後静置すると、エーテル層と水層に分かれた。

(操作 2) 水層を除去後、残留したエーテル層に 5% 炭酸水素ナトリウム水溶液を 10 mL 加え、よく振り混ぜて静置すると、エーテル層①と水層に分かれた。

(操作 3) 操作 2 で分かれた水層を別の分液ろうとに取り、希硫酸を 10 mL 加えて酸性とし、さらにエーテルを 20 mL 加えてよく振り混ぜて静置すると、エーテル層②と水層③に分かれた。

(操作 4) 操作 1 で分かれた水層を別の分液ろうとに取り、5% 水酸化ナトリウム水溶液を 10 mL 加えてアルカリ性とし、さらにエーテルを 20 mL 加えてよく振り混ぜて静置すると、エーテル層④と水層⑤に分かれた。

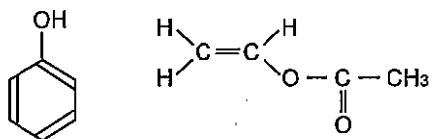
これらの操作の結果、化合物 A はエーテル層①に、化合物 B はエーテル層②に、化合物 C は水層⑤にそれぞれ分離された。



問1 化合物Aを酸化していくと化合物Dになる。また、化合物AおよびDを少量の濃硫酸とともに加熱すると、炭素数10の化合物Eになる。化合物A、D、Eとして正しいものを、下記の語群から一つずつ選びなさい。

語群：アルカン、アルケン、アルキン、第一級アルコール、第二級アルコール、  
第三級アルコール、アルデヒド、ケトン、カルボン酸、エステル、エーテル

問2 化合物Bに当てはまる構造式を一つ書きなさい。なお、構造式は例に従って答えなさい。  
(例)



問3 化合物Cの可能性として、不斉炭素原子を持つ構造と持たない構造の2種類が考えられる。それぞれの構造式を書きなさい。なお、構造式は問2で示した例に従って答えなさい。また、不斉炭素原子には\*を記しなさい。

問4 化合物Cは、塩酸の存在下でメタノールと反応させると ( a ) 化が起こり、化合物Gとなる。化合物Gは、無水酢酸と反応させると ( b ) 化が起こり、化合物Hとなる。

(1) ( a ) および ( b ) に当てはまる語句を答えなさい。

(2) 化合物Cが不斉炭素原子を持つ場合、化合物Hの構造式を書きなさい。なお、構造式は問2で示した例に従って答えなさい。また、不斉炭素原子には\*を記しなさい。

問5 分離前の分液ろうとに化合物D、Gも存在していたとしたら、同様の分離操作によりそれぞれの層に分離されるか、次の(ア)~(オ)のうち一つ選びなさい。また、その理由も答えなさい。

- (ア) エーテル層①
- (イ) エーテル層②
- (ウ) 水層③
- (エ) エーテル層④
- (オ) 水層⑤



**第4問** 次の文章を読み、問い（問1～問7）に答えなさい。

スクロース ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ：分子量342)、塩化ナトリウム ( $NaCl$ ：分子量58.5) および酸性アミノ酸であるグルタミン酸の一ナトリウム塩 ( $C_5H_8NNaO_4$ ：分子量169) からなる混合物 A がある。成分分析の結果、混合物 A の窒素含有率（質量パーセント）は2.8%であることがわかっている。

(操作1) 10.00 g の混合物 A を蒸留水に溶解し、ある濃度の塩酸と十分に反応させた後、蒸発乾固したところ、白色粉末 B が10.91 g 得られた。

(操作2) 操作1で得られた白色粉末 B を全て蒸留水に溶解し、陰イオン交換樹脂 ( $-CH_2(CH_3)_3N^+OH^-$ ) に通じて流出した水溶液を全て回収し、溶出液 C とした。

- 問1 白色粉末 B に含まれる物質で、混合物 A には含まれないものの名称を3つ答えなさい。
- 問2 10.00 g の混合物 A に含まれるグルタミン酸一ナトリウムは何 g か求めなさい。答えは小数点以下第2位まで求め、解答欄には計算過程も記しなさい。
- 問3 10.00 g の混合物 A に含まれるスクロースおよび塩化ナトリウムはそれぞれ何 g か求めなさい。答えは小数点以下第2位まで求め、解答欄には計算過程も記しなさい。
- 問4 溶出液 C の溶質で、混合物 A にも白色粉末 B にも含まれない物質の名称を1つ答えなさい。
- 問5 溶出液 C の液性は何か答えなさい。また、この溶出液 C を完全に中和するのに1 mol/L 塩酸または1 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液が何 mL 必要か求めなさい。答えは小数点以下第2位を四捨五入し、解答欄には計算過程も記しなさい。
- 問6 問5で中和した試料溶液にアンモニア性硝酸銀水溶液を加えていくと何 g の銀が析出するか求めなさい。答えは小数点以下第2位まで求め、解答欄には計算過程も記しなさい。

問7 操作1で得られる白色粉末Bおよび操作2で得られる溶出液Cを用いて次のような実験を行った。下図のように、白色粉末Bの水溶液に浸した木綿糸および溶出液Cに浸した木綿糸を、それぞれ緩衝溶液(pH 7.0)に浸したろ紙Bおよびろ紙Cの中央にのせ、ろ紙の両端に電極をつけてしばらく通电後、ろ紙にニンヒドリン溶液を噴霧し、ドライヤーで加熱した。ろ紙Bおよびろ紙Cはそれぞれどのようなになると考えられるか。最も適当なものをそれぞれ次の(ア)~(オ)のうち一つ選びなさい。また、その理由についてもそれぞれ簡単に答えなさい。

- (ア) 特に発色は見られない。
- (イ) 木綿糸の場所で発色する。
- (ウ) 木綿糸よりも陽極側で発色する。
- (エ) 木綿糸よりも陰極側で発色する。
- (オ) 木綿糸を中心に陽極側と陰極側の両側に広がって発色する。

