

平成 21 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、6 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、2 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(数字)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、適宜下書き等に利用してください。
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, C = 12, N = 14, O = 16, Na = 23, S = 32, Cl = 35.5,

Ca = 40, Cu = 64, Br = 80

気体定数： $R = 8.30 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{l}/(\text{K}\cdot\text{mol})$, 絶対零度： $0 \text{ K} = -273^\circ\text{C}$

第1問 次の文章を読み、問い(問1～問7)に答えなさい。

ビーカーに水を 20 g はかりとり、それに硫酸銅(II)五水和物 20 g を加え、攪拌しながら徐々に加温したところ、溶液の温度が 60°C になったとき、ビーカーの底に 4 g の結晶が残っていた。

別のビーカーにこの溶液をろ過し、ろ液の全量を室温(20°C)まで冷却したところ、ビーカーの底に結晶が析出した。この溶液をろ過し、ろ液の全量から 24 g をとり、蒸発皿に移して 100°C で加熱したところ、青色の結晶が得られた。この結晶の質量を測定後、さらに 150°C 以上の高温で加熱し続けたところ、青色の結晶は白色の粉末に変化した。その際、白色粉末の質量は青色結晶の質量に比べ 2.25 g 減少していた。この白色の粉末を再び適当量の水に溶解した。さらにこの溶液にアンモニア水を過剰に添加したところ、溶液の色は変化した。この溶液に、適当な濃度の硫酸を少しずつ加えていったところ、沈殿物が得られた。

問 1 下線部(a)について、 60°C における硫酸銅(II)の溶解度を求めなさい。ただし、加温中の水の蒸発による質量変化はないものとする。なお、溶解度とは水 100 g に溶ける溶質の最大質量(グラム単位)のことをいう。答えは有効数字 3 桁で求め、解答欄には数値のみを記しなさい。

問 2 下線部(c)の青色の結晶は下線部(b)で析出した結晶と同一物質であった。下線部(c)の結晶は何か。また、下線部(d)の白色の粉末は何か、それぞれ化学式で答えなさい。

問 3 下線部(c)について、得られた結晶の質量は何 g になるか求めなさい。答えは有効数字 3 桁で求め、解答欄には数値のみを記しなさい。

問 4 20°C における硫酸銅(II)の溶解度を求めなさい。答えは有効数字 3 桁で求め、解答欄には数値のみを記しなさい。

問 5 下線部(b)で析出した結晶の質量は何 g になるか求めなさい。ただし、ろ過による溶液の損失は考えないものとする。答えは有効数字 3 桁で求め、解答欄には数値のみを記しなさい。

問 6 下線部(e)について水溶液の色を答えなさい。また、下線部(f)について、変化後の溶液の色を答えなさい。それらの色はどのようなイオンによるものか、それぞれイオン式で答えなさい。

問 7 下線部(g)の沈殿物は何か。化学式で答えなさい。

第2問 次の図1は、ジエチルエーテル、エタノールおよび水の蒸気圧曲線、図2は加熱による水の温度の変化を表す図である。問い(問1～問11)に答えなさい。

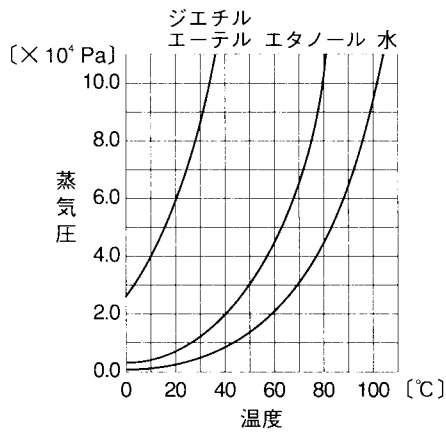


図1

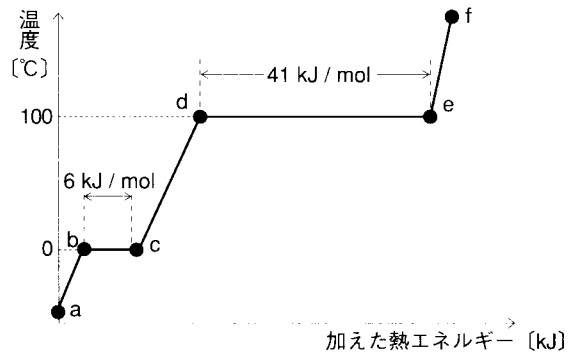


図2

- 問1 図1の3つの物質のうち、大気圧下で最も高い沸点をもつ物質はどれか答えなさい。
- 問2 次の(ア)～(ウ)の液体のうち、同じ温度下で飽和蒸気圧の一番大きいものはどれか。また、大気圧下で沸点の一番高いものおよび凝固点の一番高いものはそれぞれどれか。記号で答えなさい。
- (ア) 水
 - (イ) 水1 kg にスクロース($C_{12}H_{22}O_{11}$)を68.4 g 溶かした液体
 - (ウ) 水0.5 kg に尿素($CO(NH_2)_2$)を9 g 溶かした液体
- 問3 問2の(イ)の溶液の沸点は大気圧下で水の沸点より何°C上昇するか求めなさい。答えは小数点以下第3位まで示し、解答欄には数値のみを記しなさい。ただし、水のモル沸点上昇を $0.52 \text{ K}\cdot\text{kg}/\text{mol}$ とし、水の沸点は 100°C とする。モル沸点上昇とは、溶質の濃度が $1 \text{ mol}/\text{kg}$ に相当するときの溶液の沸点上昇度である。
- 問4 大気圧下で、問2の(イ)の溶液と同じ沸点をもつ塩化カルシウム水溶液を作りたい。水1 kg に塩化カルシウムを何g 溶かせばよいか求めなさい。解答欄には数値のみを記しなさい。ただし、ここで用いる塩化カルシウムは無水塩で、水溶液中で完全に電離しているものとする。
- 問5 密閉容器にエタノール 0.1 mol および窒素 0.4 mol を入れ、密閉容器の全圧を $10.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ 、温度を 100°C に保ったのち、徐々に冷却した。容器内でエタノールが凝縮し始める温度は何°Cになるか求めなさい。図1のエタノールの蒸気圧曲線を参考にして、解答欄には数値のみを記しなさい。

- 問 6 問 5 の条件下の混合気体を 20°C まで冷却すると、加えたエタノールの何%が凝縮しているか求めなさい。答えは整数で求め、解答欄には数値のみを記しなさい。ただし、 20°C におけるエタノールの飽和蒸気圧を $0.7 \times 10^4 \text{ Pa}$ とし、窒素はエタノールに溶解しないものとする。
- 問 7 図 2 の b から c および d から e へ変化するときに必要な熱エネルギーをそれぞれ何というか答えなさい。またそのときのそれぞれの水の状態を答えなさい。
- 問 8 図 2 の bc 間および de 間は加熱しているにもかかわらず、水の温度が変化しないのはなぜか。その理由を簡潔に答えなさい。
- 問 9 図 2 の d の状態と e の状態で、水分子間の平均距離および水分子の運動エネルギーの大きさの大小関係を表す記号として最も適当なものはどれか。[$>$, $<$, \geq , \leq , $=$]の中からそれぞれ 1 つ選び記号を解答欄の()内に記しなさい。
- 問 10 $10.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ 下で、 0°C の水 54 g を加熱し、すべて 100°C の水蒸気にするには、何 kJ の熱量が必要か求めなさい。図 2 を参考にして、答えは有効数字 4 桁で求めなさい。解答欄には数値のみを記しなさい。ただし、水(液体)の比熱(水 1 g の温度を 1°C 上げるのに必要な熱量)を $4.2 \text{ J/g}\cdot\text{K}$ とする。
- 問 11 図 2 の e 点において水 54 g がすべて蒸発したとき、水蒸気の体積は $10.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ で、何 l になるか求めなさい。答えは有効数字 3 桁で求め、解答欄には数値のみを記しなさい。

第3問 [1], [2]は有機化合物に関する文章である。問い(問1～問5)に答えなさい。

[1] 有機化合物A, B, C, D, Eがある。炭化カルシウムと水を反応させるとAが得られた。硫酸水銀(II)を触媒としてAと水を反応させるとBが得られた。Cと濃硫酸を混合し約170°Cで加熱するとDが得られた。CおよびDは、いずれも酸化するとBを経てEとなった。A, B, Dは常温で気体, C, Eは常温で液体である。

問1 下線部の反応において、38.4 gの炭化カルシウムを十分な量の水と反応させた。このときに得られたAを赤熱した鉄を触媒としてすべて重合させた場合、生成した化合物の質量は何gになるか求めなさい。解答欄には数値のみを記しなさい。

問2 3.0 molのAに5.5 molの水素を反応させると、すべてDとアルカンの混合気体に変化した。得られた混合気体を遮光のもと十分な量の臭素水に通じると、臭素と反応して生成した化合物の質量は何gになるか求めなさい。解答欄には数値のみを記しなさい。

問3 B, C, Eの示性式を記しなさい。また、B, C, Eの性質に当てはまるものをそれぞれ(ア)～(カ)よりすべて選び記号で答えなさい。

- (ア) 刺激臭があり、融点が17°Cであるため純度が高いものは冬期に凝固する。
- (イ) 引火性が強く、麻醉性がある。
- (ウ) 水に溶けにくい。
- (エ) アンモニア性硝酸銀水溶液に加えて加熱すると、銀が析出する。
- (オ) ヨウ化カリウム水溶液と水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、黄色の結晶を生じる。
- (カ) フェーリング液とともに加熱すると、酸化銅(Ⅰ)の赤色沈殿を生じる。

[2] 有機化合物I, II, IIIはそれぞれC₅H₁₀の構造異性体であり、化合物Iと化合物IIは互いに幾何異性体である。化合物I, II, IIIは、白金またはニッケル触媒を用いて水素と反応させると同一の有機化合物IVを生じた。

問4 化合物IIIの構造式を記しなさい。

問5 化合物IVの性質として、次の(ア)～(イ)のうち正しいものをすべて選び記号で答えなさい。

- (ア) 還元性を示す。
- (イ) メタンの同族体である。
- (ウ) ヘキサンの異性体である。
- (エ) 不飽和化合物である。
- (オ) 光を当てて塩素と反応させると置換反応を起こす。

第4問 次の文章を読み、問い(問1～問5)に答えなさい。

分子量 886 の油脂 **A** は、グリセリンと 2 種類の脂肪酸から構成されるトリグリセリド(グリセリン 1 分子と脂肪酸 3 分子がエステル結合した化合物)である。一定量の油脂 **A** に 3 mol/l の水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱したところ、40 ml の水酸化ナトリウム水溶液で油脂 **A** はすべてけん化された。また、同量の油脂 **A** にニッケルを触媒として水素を完全に付加させたのち、この油脂に希硫酸を加えすべて加水分解した。得られた脂肪酸は 1 種類で、その質量は 34.08 g であった。

問 1 下線部(a)の操作で得られる脂肪酸のナトリウム塩を水に溶かすと塩基性を示した。その理由について、化学反応式を用いて説明しなさい。ただし、脂肪酸は RCOOH としてよい。

問 2 下線部(b)の操作を油脂 **A** 100 g を用いて行ったところ、質量は 0.46 g 増えた。油脂 **A** 1 分子中に含まれる炭素間の二重結合の数を記しなさい。また、その考え方を数式を用いて記しなさい。ただし、水素は油脂分子内の炭素間の二重結合の部分にのみ付加し、その他の部位とは反応しないものとする。

問 3 下線部(c)で得られた脂肪酸の分子量はいくらになるか求めなさい。解答欄には数値のみを記しなさい。

問 4 下線部(c)で得られた脂肪酸の示性式を記しなさい。

問 5 油脂 **A** として考えられる示性式を、以下の例にならひすべて記しなさい。ただし、不斉炭素原子を持つものは、例のように不斉炭素原子の左上に * をつけなさい。

(例)

