

平成 22 年度入学者選抜学力検査問題

# 理 科

(医 学 部)

科	目	頁	数
物	理 I・II	2 頁	～ 6 頁
化	学 I・II	8 頁	～ 13 頁
生	物 I・II	14 頁	～ 19 頁

## 注 意 事 項 I

この冊子には物理、化学、生物の問題がのっているが、そこから二つを選択し、解答すること。

## 注 意 事 項 II

- 1 試験開始の合図があるまでこの冊子を開いてはいけない。
- 2 試験開始の合図のあとで問題冊子の頁数を確認すること。
- 3 解答にかかる前に必ず受験番号を記入すること。
- 4 解答は必ず解答用紙の所定の欄に記入すること。  
所定の欄以外に記入したものは無効である。
- 5 問題冊子は持ち帰ってよい。

(この頁は空白)

## 化 学 I・II

組成式量・分子量の計算には次の原子量を用いよ。Ca = 40, S = 32, C = 12, O = 16,  
N = 14, H = 1

I 次の問 1～問 3 に答えよ。

問 1 炭酸カルシウムを 15.0 g 取り, 1.00 mol/L 塩酸 30.0 mL を加えると, 二酸化炭素が発生した。

問 a この反応を化学反応式で記せ。

問 b 発生した二酸化炭素は, 標準状態で何 L か答えよ。(ただし, 二酸化炭素は, 理想気体の状態方程式に従うものとする。)

問 c 反応せずに残った炭酸カルシウムは, 何 g か答えよ。

問 d 残った炭酸カルシウムをすべて反応させるには, 1.00 mol/L 塩酸があと何 L 以上必要か答えよ。

問 2 水(液), 二酸化炭素(気)およびエチレン(気)の生成熱が, それぞれ 286, 394 および  $-52 \text{ kJ/mol}$  のとき, エチレン(気)の燃焼熱は, 何  $\text{kJ/mol}$  か求めよ。

問 3 食酢を正確に 5 倍にうすめたものを 10.00 mL 取り, これを標準溶液の 0.1500 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定すると, 9.60 mL を要した。

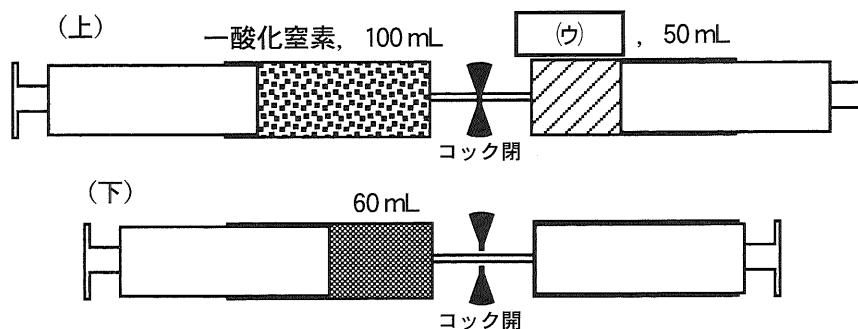
問 a もとの食酢中の酢酸のモル濃度を求めよ。(ただし, 食酢中の酸は, すべて酢酸とする。)

問 b もとの食酢中の酢酸の質量パーセント濃度を求めよ。(ただし, すべての液体の密度は,  $1.00 \text{ g/mL}$  とする。)

Ⅱ 次の文を読み、以下の問 1～問 8 に答えよ。

一酸化窒素は、実験室では ア に希 イ を加えて発生させる。一酸化窒素は、無  
 a 色の気体で、水にはほとんど溶けない。空気中の ウ と直ちに反応し、エ にな  
 る。エ は、実験室では ア に濃 イ を加えて発生させる。エ は、  
 b 赤褐色の気体で、水と反応して イ と オ になる。

図Ⅱ-1 (上)に示したように、ある一定の温度と圧力の下で、一酸化窒素 100 mL をつめた左  
 の注射器と、ウ 50 mL をつめた右の注射器を、ゴム管でつなぎコックで閉じてある。  
 コックを開いて右の ウ をすべて左の注射器にゆっくり押し込んだ。しばらくすると、左  
 c 下の注射器の体積は 60 mL となったところで安定した(図Ⅱ-1 (下))。 d



図Ⅱ-1 一酸化窒素と ウ の反応

注射器の摩擦はなく、気体は漏れないものとする。ゴム管内の体積は、微量なので無視する。また、すべての気体は理想気体の状態方程式に従うものとする。

問 1 文中の空欄 ア ～ オ にあてはまる語を記せ。

問 2 下線部 a の反応を、化学反応式で記せ。

問 3 下線部 b の反応を、化学反応式で記せ。

問 4 一酸化窒素を捕集する方法を記せ。

問 5 下線部 c の一酸化窒素と ウ の反応を、化学反応式で記せ。

問 6 下線部 d で、左の注射器内ではどのような化学平衡が成立しているか、その化学平衡式を記せ。(ただし、問 5 の反応は完結しており、不可逆とする。)

問 7 問 6 の化学平衡状態で存在する 2 種の気体のモル比を、解答欄の指示に従い、記せ。

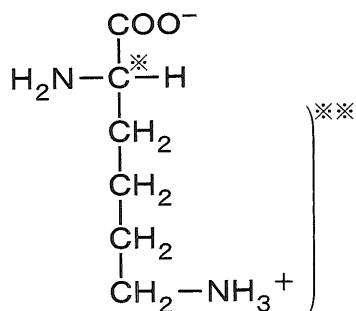
問 8 図Ⅱ-1 (下)の状態から、左の注射器のピストンをすばやく引いて体積を 100 mL にしたとき、その直後から新しい平衡に達するまでの間、注射器内にどのような変化が起きるか、記せ。

Ⅲ 次の文を読み、問1～問7に答えよ。

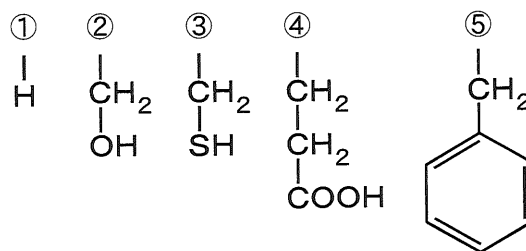
天然型  $\alpha$ -アミノ酸のアミノ酸A、アミノ酸Bおよびアミノ酸Cからなる分子量307のトリペプチドがある。このトリペプチドを水酸化ナトリウム水溶液で穏やかに加水分解し、アミノ酸A、アミノ酸Bおよびアミノ酸Cと、ジペプチドIおよびジペプチドIIを得た。得られたペプチドの分子量を求めたところ、ジペプチドIの分子量は、ジペプチドIIの分子量より小さかった。

問1 得られたアミノ酸A、アミノ酸B、アミノ酸C、ジペプチドIおよびジペプチドIIのそれぞれに水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱し、酢酸鉛(II)水溶液を加えたところ、アミノ酸A、ジペプチドIおよびジペプチドIIでは、黒色の沈殿が生じた。アミノ酸Aの $\alpha$ -炭素原子に結合している側鎖(図Ⅲ-1参照)の構造は、図Ⅲ-2の①～⑤のどれに該当するか、番号1～5で答えよ。

問2 図Ⅲ-3は、0.01 molのアミノ酸Bを含む0.2 mol/L塩酸50 mLを、1.0 mol/L水酸化ナトリウム水溶液で滴定したときの結果である。アミノ酸Bの $\alpha$ -炭素原子に結合している側鎖の構造は、図Ⅲ-2の①～⑤のどれに該当するか、番号1～5で答えよ。



図Ⅲ-1  $\alpha$ -アミノ酸のイオン状態をあらわす構造式の例  
 $\ast$ は $\alpha$ -炭素原子、 $\ast\ast$ は側鎖をそれぞれ示す。



図Ⅲ-2  $\alpha$ -アミノ酸の $\alpha$ -炭素原子に結合する側鎖の構造

問3 アミノ酸Bのイオン状態のうち、図Ⅲ-3のア点(O)、イ点(O)、ウ点(O)およびエ点(O)において最も多量に存在するイオン状態を、それぞれイオンI、イオンII、イオンIIIおよびイオンIVとする。イオンIとイオンIVの構造式を図Ⅲ-1にならって記せ。

問 4 次の文の空欄 (a) ~ (f) にあてはまるものを、次の選択肢 1)~16)の中から  
 選び、番号 1~16 で答えよ。

イオンⅠ、イオンⅡおよびイオンⅢが  $H^+$  を電離する化学平衡の電離定数を、それぞれ  
 $K_1$ 、 $K_2$  および  $K_3$  とすると、次の式が成立する。

$$K_1 = \frac{(a) [H^+]}{[\text{イオンⅠ}]}$$

$$K_2 = \frac{(b) [H^+]}{[\text{イオンⅡ}]}$$

$$K_3 = \frac{(c) [H^+]}{[\text{イオンⅢ}]}$$

図Ⅲ-3の X 点(●)は、イオンⅠの濃度[イオンⅠ]とイオンⅡの濃度[イオンⅡ]が等しい点を  
 あらわしている。同様に、Y 点(●)は、イオンⅡの濃度[イオンⅡ]とイオンⅢの濃度[イオンⅢ]  
 が等しい点を、また、Z 点(●)は、イオンⅢの濃度[イオンⅢ]とイオンⅣの濃度[イオンⅣ]が等  
 しい点を、それぞれあらわしている。この条件を用いると、図Ⅲ-3の結果より、 $K_1$ 、 $K_2$  および  
 $K_3$  の値を、それぞれ次のように求めることができる。

$$K_1 = (d) \quad K_2 = (e) \quad K_3 = (f)$$

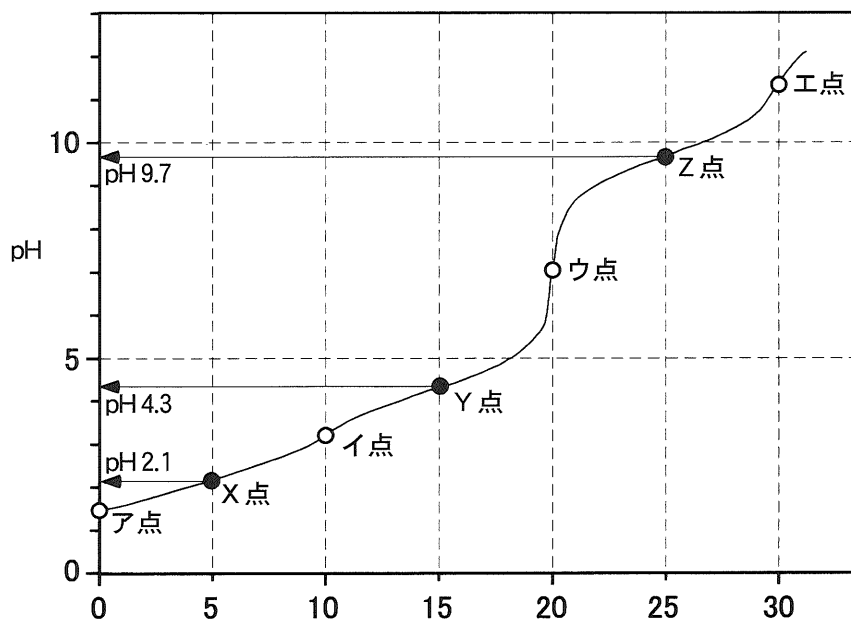
選択肢

- |                |                 |                 |                 |
|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1) [イオンⅠ]      | 2) [イオンⅡ]       | 3) [イオンⅢ]       | 4) [イオンⅣ]       |
| 5) 2.1         | 6) 4.3          | 7) 9.7          | 8) -2.1         |
| 9) -4.3        | 10) -9.7        | 11) $10^{2.1}$  | 12) $10^{4.3}$  |
| 13) $10^{9.7}$ | 14) $10^{-2.1}$ | 15) $10^{-4.3}$ | 16) $10^{-9.7}$ |

問 5 アミノ酸水溶液では、pH によりそのイオン状態の組成は変化する。特に、水溶液中にお  
 けるこれらイオン状態の平衡混合物の電荷が全体として 0 になっているときの pH を何とい  
 うか、その用語を答えよ。

問 6 アミノ酸 B の水溶液において、アミノ酸 B のイオン状態の平衡混合物の電荷が全体とし  
 て 0 になる pH を求めよ。また、計算過程も記すこと。(なお、その求める pH では、イオン  
 Ⅳの存在はほとんど見られないので無視する。)

問 7 ジペプチド I を構成するアミノ酸は、アミノ酸 A、アミノ酸 B およびアミノ酸 C のうちどれとどれか、アルファベット A、B および C で答えよ。また、ジペプチド I の分子量を求めよ。



1.0 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液の滴下量 (mL)

図 III-3 アミノ酸 B の滴定曲線