

# 学 力 検 査 問 題

## 理 科

(理科 2 科目受験者用)

平成 16 年 2 月 25 日

自 12 時 30 分

至 14 時 30 分

### 答案作成上の注意

- 1 この問題冊子には、物理、化学、生物、地学の各問題があります。総ページは 37 ページです。
- 2 解答用紙は、物理、生物につきそれぞれ 1 枚(表裏の 2 ページ)です。化学、地学はそれぞれ 1 枚(1 ページ)です。
- 3 下書用紙は、各受験者に 1 枚あります。
- 4 受験番号は、解答用紙、下書用紙の所定の場所に、必ず記入しなさい。
- 5 解答は、解答用紙に記入しなさい。  
志願票提出のさい届け出た科目以外の科目について解答しても無効となります。
- 6 配付した解答用紙および下書用紙は、持ち出してはいけません。

## 理 科

物 理	3 ページ～ 10 ページ
化 学	11 ページ～ 18 ページ
生 物	19 ページ～ 28 ページ
地 学	29 ページ～ 37 ページ

10 ページ, 18 ページ, 25 ページ, 28 ページは白紙です。

以 上

# 化 学

## 注 意 事 項

- 1 計算に必要な場合には、次の値を用いよ。

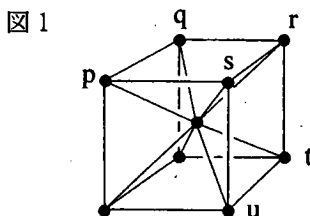
原子量

$$H = 1.00 \quad C = 12.0 \quad N = 14.0 \quad O = 16.0$$

- 2 計算問題の解答の場合には、有効数字に注意して必要ならば四捨五入すること。

〔 I 〕 次の文章(1)と(2)を読み、問 1～問 7 の答えを解答欄に記入せよ。

- (1) 金属の結晶では、金属原子は規則正しく配列している。例えばナトリウム結晶の単位格子を模式的に示すと、図 1 のようになる。図中の点は、原子の中心の位置を示している。



- (2) 米粒大に切断したナトリウムの一粒を水に加えたところ激しく反応した。加  
(a) えた粒がなくなったのち次の粒を加えた。この操作を繰り返した。得られた溶  
液に水を加えて全量を正確に 100 ml とした。この溶液を A とする。

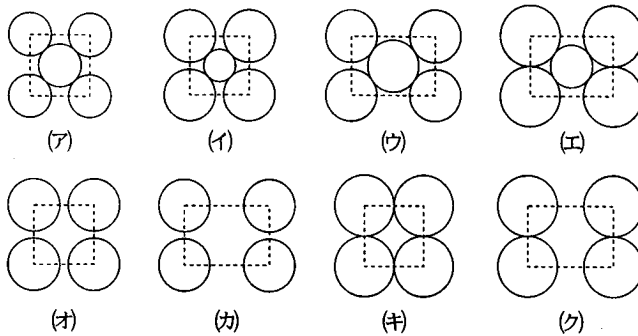
(b) 溶液 A を三角フラスコに 10.00 ml とり、0.100 mol/l の塩酸で滴定すると  
11.50 ml を必要とした。

一方、溶液 A の一部をビーカーにとり、水で希釈したのちフェノールフタ  
レイン溶液を加えると赤色となった。このビーカーにドライアイスのかけら  
(c) を入れてしばらくすると、無色となった。

問 1 ナトリウムの結晶格子の名称を答えよ。

問 2 ナトリウムの単位格子中に含まれる原子の個数を答えよ。

問 3 ナトリウム原子を球として、図 1 の結晶構造の模型を作成することにし  
た。このとき、最も接近した球同士は、互いに接するようになった。できあ  
がった模型を図 1 の頂点 p, q, r, s を含む面 X, あるいは頂点 p, q,  
t, u を含む面 Y で切断したとする。このとき面 X および面 Y の切り口と  
して最も適切なものを(ア)～(ク)の中からそれぞれ一つずつ選び、記号で答え  
よ。なお、図中の点線は、図 1 の頂点を結んだ線を示している。



問 4 下線部(a)の反応で酸化された物質名を答えよ。

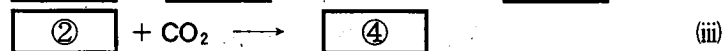
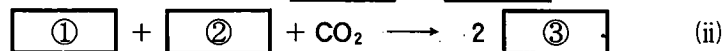
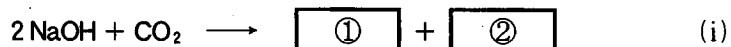
問 5 下線部(a)で水に加えられたナトリウムの物質量[mol]を、有効数字3桁で求めよ。

問 6 下線部(b)の滴定実験において、実験操作として誤っているものが次の(ア)~(オ)に一つ含まれている。誤っているものを選び記号で答えよ。

- (ア) 少量の溶液 A で洗ったホールピペット (10 ml) を用いて、溶液 A を 10.00 ml とった。
- (イ) ビュレットを少量の塩酸 (0.100 mol/l) で洗ったのち、滴定に用いた。
- (ウ) ビュレットの目盛りを最小目盛の 10 分の 1 まで読み取った。
- (エ) 滴定に用いる三角フラスコを少量の溶液 A で洗ったのち、溶液 A を 10.00 ml 加えた。
- (オ) 滴定の終点の直前で、三角フラスコの内壁に付着した溶液を蒸留水で洗い落とした。

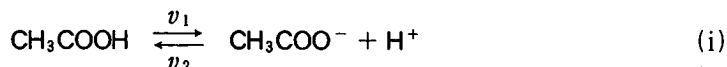
問 7 下線部(c)の反応では、化学反応式(i)~(iii)に示した反応が順に進行する。

化学反応式(i)~(iii)の①~④を化学式で示せ。



〔Ⅱ〕 次の文章(1)～(3)を読み、問1～問5の答えを解答欄に記入せよ。ただし、以下の反応過程において温度変化はないものとする。

- (1) 酢酸に水を加えて希釈した場合を考えよう。このとき以下のような可逆反応が起こる。



ここで電離していない酢酸のモル濃度を $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ で、酢酸イオンと水素イオンのモル濃度をそれぞれ $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ と $[\text{H}^+]$ で表し、正反応の反応速度定数を $k_1$ 、逆反応の反応速度定数を $k_2$ とすると、正反応の反応速度 $v_1$ は 、逆反応の反応速度 $v_2$ は  と表せる。正反応の反応速度 $v_1$ と逆反応の反応速度 $v_2$ が等しくなった状態が平衡状態である。すなわち、平衡状態では $\frac{k_1}{k_2} =$   が成り立ち、 は酢酸の電離定数 $K_a$ と等しくなる。この反応温度では $K_a = 2.8 \times 10^{-5} \text{ mol/l}$ であった。濃度 $c \text{ (mol/l)}$ の酢酸水溶液について、電離度 $\alpha$ と $K_a$ の関係を表すと式(ii)のようになる。

$$K_a = \frac{\text{D}}{1 - \alpha} \quad (\text{ii})$$

- (2) 濃度 $c \text{ (mol/l)}$ の酢酸水溶液を水で希釈すると、電離度 $\alpha$ は希釈前に比べて 。この時 $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ は希釈前の濃度に比べて 。

また、濃度 $c \text{ (mol/l)}$ の酢酸水溶液に、水酸化ナトリウムの小粒を加えると、式(i)の平衡は 。この時 $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ は水酸化ナトリウムを加える前の濃度に比べ 。

- (3) 酢酸 $0.070 \text{ mol}$ を含む水溶液 $100 \text{ ml}$ に、 $0.20 \text{ mol/l}$ の水酸化ナトリウム水溶液を $100 \text{ ml}$ 加えた時、この混合溶液のナトリウムイオン濃度は   $\text{mol/l}$ となり、この濃度は $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ と等しいとみなすことができる。このときの混合溶液の $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ は   $\text{mol/l}$ となり、酸の電離定数を用いることにより、水素イオン濃度 $\text{(mol/l)}$ を求めることができる。

問 1 文章(1)中の  ~  に当てはまる式を記せ。

問 2 酢酸 0.028 mol に水を加え 100 ml に希釈したときの電離度  $\alpha$  を有効数字 2 桁で求めよ。ただし、 $\alpha$  は 1 より十分小さいとして、 $1 - \alpha \approx 1$  と近似せよ。

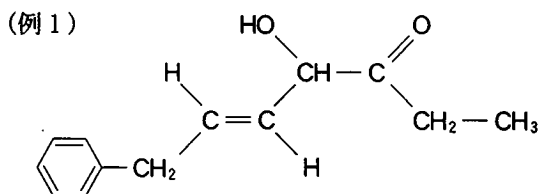
問 3 文章(2)中の  ~  に当てはまる語句を次の(a)~(e)から選び、記号で答えよ。ただし、同じ語句を何度使ってもよい。

- (a) 右に移動する      (b) 左に移動する      (c) 変わらない  
(d) 小さくなる      (e) 大きくなる

問 4 文章(3)中の ,  に入る数値を有効数字 2 桁で求めよ。

問 5 下線部(a)の混合溶液の水素イオン濃度 [mol/l] を有効数字 2 桁で求めよ。

〔Ⅲ〕 次の文章を読み、問 1～問 4 の答えを解答欄に記入せよ。ただし、構造式は例 1 にならって簡略化して記せ。



分子量 400 以下の炭素、水素、酸素からなる化合物 A 3.12 mg を完全燃焼させたところ、二酸化炭素 8.36 mg と水 1.80 mg が生じた。化合物 A は二つのエステル結合をもつ。それらのエステル結合を加水分解すると化合物 B、C および D が生成した。

化合物 B はキシレンの異性体の一つを過マンガン酸カリウムで酸化することによっても生じる。また、化合物 B を加熱すると、分子内で脱水が起こり酸無水物 E が生じた。

化合物 C、D はナトリウムと反応し、水素を発生する。化合物 C を過マンガン酸カリウムで酸化すると化合物 F が生じた。また、化合物 F はトルエンを過マンガン酸カリウムで酸化することによっても得られる。化合物 D には不斉炭素原子が存在する。また、化合物 D を硫酸酸性のニクロム酸カリウムで酸化するとカルボニル化合物 G が生じた。化合物 G はヨードホルム反応<sup>(a)</sup>を示し、銀鏡反応を示さなかった。また、化合物 G の分子式は C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O であった。

問 1 化合物 A の組成式を求めよ。

問 2 化合物 A～G の構造式を記せ。

問 3 化合物 D を濃硫酸に加え 160～170℃ で加熱したところアルケンが生じた。生じたアルケンを構造式で記せ。ただし、異性体が存在する場合はそれらをすべて記せ。

問 4 2-プロパノールについて下線部(a)の反応を考える。この反応は次の反応式で表される。□①□ ~ □④□ に入る係数を求めよ。

