

## 前期日程

平成30年度入学試験問題（前期日程）

# 化 学

（理 工 学 部）

### —— 解答上の注意事項 ——

1. 「解答始め」の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. この問題冊子は全部で8ページあります。落丁、乱丁又は印刷不鮮明の箇所があったら、手を挙げて監督者に知らせなさい。
3. 解答紙4枚と計算紙1枚は、糊付けされています。「解答始め」の合図があったら、初めにすべての用紙を丁寧に切り離しなさい。上手に切り離せない場合や誤って破いてしまった場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
4. 問題は①から④まで4問あります。解答は、必ず解答紙の指定された箇所に記入しなさい。
5. 計算問題においては、計算式も記述しなさい。
6. 解答しない問題がある場合でも、解答紙4枚すべてを提出しなさい。
7. 試験終了後、問題冊子と計算紙は持ち帰りなさい。

## 化 学

必要があれば，原子量および定数は以下の値を使いなさい。

H      1.0

C      12

N      14

O      16

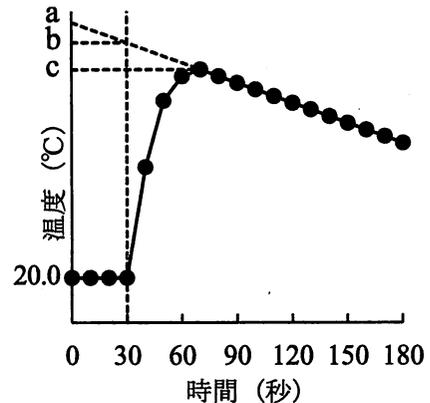
Na     23

Cl     35.5

気体定数       $8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$

- 1 実験1から実験3の結果をもとに、問いに答えなさい。ただし、計算においては、計算式も示しなさい。

実験1：ガラス製のビーカーに水 100 mL を入れ、水酸化ナトリウムの固体 4.00 g を溶かし、一定時間ごとに水溶液の温度を測る実験をおこなったところ、右図のような温度と時間の関係が得られた。図中の a は 31.5 °C、b は 30.6 °C、c は 29.4 °C である。

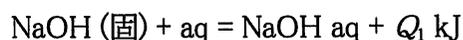


実験2：実験1で得られた水酸化ナトリウム水溶液を 20.0 °C になるまで放置し、全量を断熱容器に移した。続いて、20.0 °C の 1.00 mol/L 塩酸 100 mL を加えたところ、温度は 26.7 °C に上昇した。

実験3：断熱容器に 20.0 °C の 0.500 mol/L 塩酸 200 mL を入れ、水酸化ナトリウムの固体 6.00 g を溶かしたところ、温度が上昇した。

なお、実験1から実験3のすべての水溶液について、密度は  $1.00 \text{ g/cm}^3$ 、比熱は  $4.20 \text{ J/(g}\cdot\text{K)}$  とし、実験2及び実験3にて発生した熱はすべて水溶液の温度上昇に使われたものとする。また、水酸化ナトリウムを溶かした際の水溶液の体積変化は無視できるものとする。

- (1) 水酸化ナトリウムの水への溶解熱を求めるために利用する温度として最適な温度は a~c のうちどの温度か理由とともに述べなさい。
- (2) 水酸化ナトリウムの水への溶解熱を熱化学方程式で記すと以下の式となる。  
溶解熱  $Q_1$  を求めなさい。



- (3) 実験2の水酸化ナトリウム水溶液と塩酸の中和熱を熱化学方程式で記すと以下の式となる。中和熱  $Q_2$  を求めなさい。



- (4) 実験3の水酸化ナトリウムと塩酸の反応について、(2)、(3)にならって熱化学方程式を記し、反応熱  $Q_3$  を求めなさい。

- (5) 実験3において温度は何°Cまで上昇するか求めなさい。

2

銅とその化合物に関する次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

原子が金属結合によって規則正しく配列してできた結晶を金属結晶といい、主な結晶構造として、体心立方格子、面心立方格子、が知られている。私たちの生活の中で用いられる金属の一つとして銅があげられるが、銅 (Cu) は面心立方格子であり、単位格子中の銅原子の数は  で配位数は  である。

銅は電気分解を応用して製造される。CuFeS<sub>2</sub> を主成分とする黄銅鉱から粗銅が得られる。①粗銅板を陽極、純銅板を陰極として硫酸酸性の硫酸銅(II)水溶液中で電気分解すると、高純度の銅が得られる。このように、電気分解を利用して不純物を含む金属から純粋な金属を生成する方法を  という。銅を加熱すると黒色の酸化銅になり、さらに、1000 °C以上の高温で加熱すると赤色の酸化銅となる。この赤色の酸化銅の化学式は  と表される。また、2種類以上の金属を融解して混ぜ合わせた後、凝固させて得られる金属を  といい、銅の  としては青銅や黄銅がよく知られている。黄銅はCuと  の  で美しい黄色光沢を示すため、装飾品や楽器などに利用されている。

また、水溶液中では Cu<sup>2+</sup>に4個の水分子が配位結合した[Cu(H<sub>2</sub>O)<sub>4</sub>]<sup>2+</sup>のような  を形成するため、水溶液の色は青色となる。②硫酸銅(II)水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を少量加えると青白色の沈殿を生じ、さらに、③アンモニア水を過剰に加えると深青色の水溶液になる。

- (1)  ~  にあてはまる適切な語句を答えなさい。
- (2) 下線部①に関連して、陰極上での反応式を書きなさい。
- (3) 下線部①に関連して、粗銅中に含まれている金や鉄は電気分解の進行とともにどのようなになるか答えなさい。また、その理由も答えなさい。
- (4) 下線部②と③に対応する反応式をそれぞれ書きなさい。

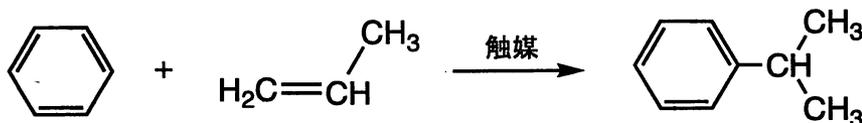
- (5) 銅のモル質量を  $M$  [g/mol], アボガドロ定数を  $N_A$  [/mol], 金属結晶の銅の単位格子の一边の長さを  $l$  [cm] として, (a) 銅原子の半径 [cm] と (b) 金属結晶の銅の密度 [g/cm<sup>3</sup>] を計算しなさい。

**3** 電離平衡について、以下の問いに答えなさい。ただし、計算においては、計算式も書きなさい。また、必要があれば  $\log_{10} 2 = 0.30$ ,  $\log_{10} 3 = 0.48$ ,  $\log_{10} 5 = 0.70$  を用いて計算しなさい。

- (1) 弱塩基のアンモニアを水に溶かし、アンモニア水を調製した。
- (a) アンモニアの電離平衡の反応式を示しなさい。
  - (b) 分子やイオンのモル濃度を用いてアンモニアの電離定数  $K_b$  を表しなさい。
  - (c) アンモニア水の pH を、アンモニアの電離度は用いずに、アンモニアの電離定数  $K_b$ 、電離前のアンモニアのモル濃度  $c$ 、水のイオン積  $K_w$  のみを用いて表しなさい。
- (2) 0.100 mol/L のアンモニア水 200 mL に、1.07 g の塩化アンモニウムを溶解し、混合水溶液を調製した。
- (a) 混合水溶液におけるアンモニアのモル濃度  $c_1$  とアンモニウムイオンのモル濃度  $c_2$  をそれぞれ答えなさい。ただし、塩化アンモニウムの溶解による溶液の体積変化はないものとする。
  - (b) 混合水溶液の水素イオン濃度  $[H^+]$  を答えなさい。ただし、アンモニアの電離定数は  $2.3 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 、水のイオン積は  $1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$  とし、塩化アンモニウムの溶解による溶液の体積変化はないものとする。
  - (c) 混合水溶液に 0.010 mol の塩化水素（気体）をすべて溶解させた場合と 0.010 mol の水酸化ナトリウム（固体）をすべて溶解させた場合の pH の差を答えなさい。ただし、塩化水素または水酸化ナトリウムの溶解による溶液の体積変化はないものとする。

4 有機化合物に関する問いに答えなさい。なお、構造式と化学反応式は例になら  
って示しなさい。ただし、計算においては、計算式も書きなさい。

(構造式と化学反応式の例)



- (1)  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$  の分子式をもった鎖式化合物 A~H に関する以下の問いに答えなさい。  
なお、エノールは不安定なため、この中には含まれない。
- (a) 化合物 A を 1.0 g とり、酸化銅と混ぜ、乾燥した酸素を送り込んで燃焼させて発生した気体を、まず塩化カルシウム管①、ついでソーダ石灰管②に吸収させた。それぞれの管の質量の増加量を求めなさい。
- (b) 化合物 B は不斉炭素原子をもっていることがわかった。化合物 B の 2 つの鏡像異性体を、鏡像関係がわかるように書きなさい。
- (c) 化合物 C は不斉炭素原子をもたず、水酸化ナトリウム水溶液中でヨウ素と反応させると、黄色沈殿が生じた。この反応の反応式を書きなさい。
- (d) 化合物 D と E は金属ナトリウムを加えると気体が発生した。また、これらは幾何異性体の関係であった。化合物 D と E の構造式を書きなさい。ただし、D と E は区別しない。
- (e) 化合物 F は枝わかれはなく、アンモニア性硝酸銀水溶液に加えて加熱すると、器壁に金属が析出した。この反応で生成する有機化合物のイオンの構造式を書きなさい。
- (f) 化合物 G は枝わかれ状で、金属ナトリウムを加えても何も起こらなかった。一方、臭素を加えるとその色は消えた。化合物 G の構造式を書きなさい。
- (g) 化合物 H は枝わかれはなく、金属ナトリウムと反応して気体が発生し、不斉炭素原子をもたず、幾何異性体はない。この化合物 H に臭素を加えると、その色は消えた。化合物 H と臭素との反応の反応式を書きなさい。

(2) (a)～(e)に示す高分子化合物を合成するために必要な化合物を，以下の化合物群の中から選び，記号で答えなさい。なお，解答はひとつとは限らない。

- (a) ポリエチレンテレフタレート
- (b) ビニロン
- (c) ナイロン66
- (d) ナイロン6
- (e) ポリカーボネート

化合物群

- ① ホスゲン
- ② アクリロニトリル
- ③  $\epsilon$ -カプロラクタム
- ④ ヘキサメチレンジアミン
- ⑤ 酢酸ビニル
- ⑥ テレフタル酸
- ⑦ ホルムアルデヒド水溶液
- ⑧ エチレングリコール
- ⑨ アジピン酸
- ⑩ ビスフェノールA