

平成16年度 個別学力試験問題

理 科 (120分)

- 第一学群 (自然科学類)※地理歴史を選択する者は、地学を除いた理科1科目と合せて120分
- 第二学群 (生物学類, 生物資源学類)
- 第三学群 (情報学類, 工学システム学類, 工学基礎学類)
- 医学専門学群 (医学類, 看護・医療科学類(医療科学主専攻))
(看護・医療科学類(看護学主専攻)は、1科目選択で60分)
- 図書館情報専門学群 (試験時間は、60分)

目 次

| | | |
|---|---|----|
| 物 | 理 | 1 |
| 化 | 学 | 6 |
| 生 | 物 | 14 |
| 地 | 学 | 23 |

注 意

1. 問題冊子は1ページから32ページまでである。
2. 受験者は、下表の志望する各学群・学類の出題科目を解答すること。

| 学類・専門学群 | | 出 題 科 目 | | | | 備 考 |
|-----------|-------------------|---------|----|----|----|--|
| | | 物理 | 化学 | 生物 | 地学 | |
| 自然科学類 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○印の中から2科目を選択解答又は地理歴史を選択する者は地学を除いた○印から1科目選択 |
| 生物学類 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○印の中から2科目を選択解答 |
| 生物資源学類 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○印の中から2科目を選択解答 |
| 情報学類 | | ◎ | ○ | ○ | ○ | ◎印の物理は必須、○印から1科目を選択解答 |
| 工学システム学類 | | ◎ | ○ | ○ | ○ | ◎印の物理は必須、○印から1科目を選択解答 |
| 工学基礎学類 | | ◎ | ○ | ○ | ○ | ◎印の物理は必須、○印から1科目を選択解答 |
| 医学専門学群 | 医学類 | ○ | ○ | ○ | | ○印の中から2科目を選択解答 |
| | 看護・医療科学類(看護学主専攻) | ○ | ○ | ○ | | ○印の中から1科目を選択解答 |
| | 看護・医療科学類(医療科学主専攻) | ○ | ○ | ○ | | ○印の中から2科目を選択解答 |
| 図書館情報専門学群 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○印の中から1科目を選択解答 |

化 学

問題Ⅰ～Ⅲについて解答せよ。なお、計算に必要なならば、次の数値を用いよ。

原子量：H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, S = 32.0,

Cu = 63.5

気体定数 $R = 8.21 \times 10^{-2} \text{ l} \cdot \text{atm}/(\text{K} \cdot \text{mol})$, $0^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$

アボガドロ定数 $N_A = 6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$

Ⅰ 次の文章を読み、問1～問8に答えよ。

11族の遷移元素である銅の単体は赤色の金属で、室温では酸化されにくいが二酸化炭素を含む湿った空気中では徐々に酸化される。銅を濃硝酸に入れると赤褐色の気体を発生し、^(a)希硝酸に銅を入れると無色の気体を発生する。しかし、室温で銅を濃硫酸や希硫酸に入れても変化しない。^(b)銅を空気中で加熱すると黒色の化合物Aとなり、これは希硫酸に溶けて硫酸銅(Ⅱ)を生成する。

硫酸銅(Ⅱ)水溶液から結晶を析出させると 色の硫酸銅(Ⅱ) n 水和物が得られ、硫酸銅(Ⅱ) n 水和物を加熱すると水和水を失った 色の粉末状の硫酸銅(Ⅱ)無水塩となる。^(c)硫酸銅(Ⅱ)無水塩は水を吸収すると 色になるので、水分の検出に利用される。硫酸銅(Ⅱ)水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加えていくと、化合物Bの青白色の沈殿を生成するが、さらに水酸化ナトリウム水溶液を加えても変化しない。化合物Bを空気中で加熱すると化合物Aを生じる。硫酸銅(Ⅱ)水溶液にアンモニア水を少しずつ加えていくと沈殿が生じた後、錯イオンCを生成し 色の透明な溶液となる。また、硫酸銅(Ⅱ)水溶液に鉄^(d)を加えると硫酸銅(Ⅱ)の濃度が減少するが、銀を入れても硫酸銅(Ⅱ)の濃度は減少しない。

問1 下線部(a)、(b)の変化を化学反応式で示せ。

問2 下線部(b)において発生する無色の気体の最も適した捕集法を記し、その理由を20字以内で述べよ。

問 3 銅と同じ 11 族の金は酸とは反応しにくい、2 つの酸の混合溶液である王水には溶解する。この 2 つの酸の名称とその混合体積比を記せ。

問 4 下線部(c)に関連した以下の問に答えよ。

(1) 3.00 g の硫酸銅(II) n 水和物から 1.92 g の硫酸銅(II)無水塩が得られた。水和水の数 n を求める計算式を示し、 n を整数で求めよ。

(2) 0.100 mol/l の硫酸銅(II)水溶液をつくる場合、50 ml のメスフラスコに何グラムの硫酸銅(II) n 水和物を加えればよいか。(1)で求めた n を用いて有効数字 3 桁で求めよ。

問 5 化合物 A、化合物 B の化学式を示せ。

問 6 (1) 錯イオン C の名称とその立体構造を示せ。

(2) 銅と同じ 11 族の銀の化合物である塩化銀は水に不溶であるが、これにアンモニア水を加えると錯イオンを生成し溶解する。この錯イオン名とその立体構造を示せ。

問 7 下線部(d)の理由を 30 字以内で述べよ。

問 8

| |
|---|
| ア |
|---|

 ~

| |
|---|
| ウ |
|---|

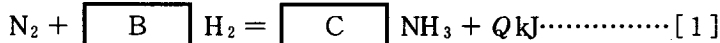
 にあてはまる最も適切な色を記せ。

II 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

原子は原子核とその周囲に存在する電子からなり、原子核は正の電荷を持つ
[ア] と電荷を持たない [イ] からできている。 [ア] の数と
[イ] の数を足したものを [ウ] と呼び、 [ア] の数が等しく、
[イ] の数のみが異なる原子を [エ] と呼ぶ。原子核のまわりの電子の中
で、最外殻にある電子を最外殻電子または [オ] と呼ぶ。

原子番号7の窒素原子は [オ] を [A] 個持ち、他の原子と共有結合を
作る。原子が結合に関与する電子対を引っつける強さの尺度を [カ] といい、
[カ] の異なる原子が結合を作ると、結合に電荷の偏り(極性)を生じる。この
ため窒素分子は無極性分子であり、三角錐形のアンモニア分子は極性分子である。

アンモニアは、高温高压下において窒素と水素の反応により合成することができ
(c)る。この反応の熱化学方程式は次式で与えられる。



この可逆反応が平衡に達しているとき、温度を一定にして圧力を増すと、平衡は
[キ] に移動する。

また、気体のアンモニアは水に溶解アンモニア水となる。このときアンモニア
は、水と反応してアンモニウムイオンと [ク] を生じ、アンモニア水は塩基性
を示す。アンモニア水に塩化アンモニウムを加えた溶液は、少量の酸や塩基に対し
てpHを一定に保つ性質があり、このような性質を持つ溶液を一般に [ケ] と
呼ぶ。

問1 [ア] ~ [ケ] にあてはまる最も適切な語句を書き入れよ。

問2 [A] ~ [C] にあてはまる数字を書き入れよ。

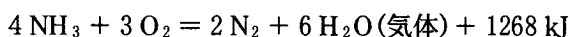
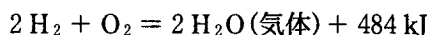
問3 下線部(a)に関連し、次の①～④の分子で最も電荷の偏りが大きいものはどれ
か、番号で答えよ。

- ① HF ② HCl ③ HBr ④ HI

問 4 下線部(b)について以下の問に答えよ。

- (1) 窒素分子(分子 X)とアンモニア分子(分子 Y)の電子式を書き、それぞれの分子の共有電子対と非共有電子対の数を答えよ。
- (2) 二酸化炭素分子は C=O 結合に極性があるが、無極性分子である。その理由を 40 字以内で述べよ。

問 5 アンモニア合成反応の熱化学方程式[1]における Q の値を、次の熱化学方程式を用いて求めよ。



問 6 下線部(c)のアンモニア合成反応について以下の実験を行った。

温度、圧力を一定に保つことができる反応装置に、触媒存在下、窒素と水素を分圧比 1 : 3 で入れ、温度 327 °C、圧力 600 atm で反応させた。平衡状態で体積は 10 l になり、混合気体中にアンモニアが体積百分率で 80 % 存在した。以下の問に答えよ。ただし気体はすべて理想気体とする。

- (1) 反応前の気体の体積を有効数字 2 桁で求めよ。
- (2) 最初に入れた窒素の物質量は何モルか、有効数字 2 桁で求めよ。計算式も示せ。
- (3) この条件下で、反応容器内のアンモニアの生成量を反応時間に対して追跡したところ、図 1 のようになった。より高い温度で実験を行った時の生成量の時間変化を、解答用紙の図に書き入れよ。ただし温度以外の条件は変えないものとし、生成したアンモニアは凝縮しないものとする。また、そのような時間変化を示す適切な理由を、次ページの選択肢①～⑧の中から選び番号で答えよ。

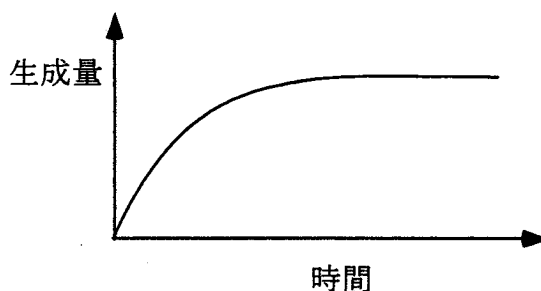


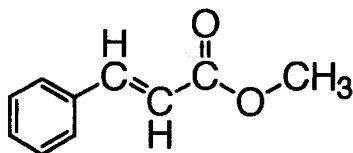
図 1

選択肢

- ① 反応の活性化エネルギーが増加した。
- ② 反応の活性化エネルギーが減少した。
- ③ 分子の運動エネルギーが大きくなった。
- ④ 分子の運動エネルギーが小さくなった。
- ⑤ アンモニアの生成熱が増加した。
- ⑥ アンモニアの生成熱が減少した。
- ⑦ アンモニアの生成反応は発熱反応である。
- ⑧ アンモニアの生成反応は吸熱反応である。

Ⅲ 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

なお、構造式は以下の記入例にならって示せ。



アンモニアの水素を炭化水素基で置き換えた有機化合物は総称して と呼ばれ、窒素に結合する水素の数によって分類される。アミノ基を持つ芳香族 であるアニリンは、窒素に2つの水素が結合しているので に分類される。アニリンは、ベンゼンから次の2段階の反応で合成することができる。ベンゼンに濃硫酸と の混液を反応させニトロベンゼンを得る。次に、ニトロベンゼンに と濃塩酸を反応させるとアニリンが得られる。

一方、アミノ基を含む生体構成要素である化合物として、同一の炭素にアミノ基、カルボキシル基、水素、及び置換基 R が結合した構造を持つ がある。天然の は約20種類あり、Rが水素である最も分子量の小さな はグリシンである。グリシン以外の には互いに 関係にある光学異性体が存在するが、天然に存在するものはほとんどが 体である。 のアミノ基が別の のカルボキシル基と脱水縮合すると、 結合が生じる。タンパク質は、おおよそ100個以上の が 結合を形成して得られる高分子である。

アニリンとタンパク質の一種である卵白アルブミンについて次の実験を行った。

実験1

アニリン0.930 gを試験管にとり、酢酸5 gを加え加熱した。反応液を室温まで冷やした後、よくかき混ぜながら水30 mlを加えた。析出してきた白色結晶をろ過した。ろ紙上に残った結晶を水でよく洗った後乾燥させて、化合物Aの結晶0.550 gを得た。

実験2

アニリンと希塩酸をビーカーに入れ、反応温度が5℃以下に保たれるように氷水で冷やしながらかき混ぜながら、アニリンと同じ物質量の亜硝酸ナトリウムを含む水溶液を少しずつ攪拌しながら加えた。氷冷を続けると、化合物Bの白色結晶が析出し

た。反応液を 30℃ まで加熱したところ、化合物 B は溶解し、気体 C が発生して沈殿物を生じた。この沈殿物を精製すると融点 42℃ の化合物 D が得られた。化合物 D は水酸化ナトリウム水溶液によく溶解し、その溶液に二酸化炭素を吹き込むと白濁した。

実験 3

卵白アルブミン水溶液に濃硝酸を加えて加熱すると、溶液が無色から黄色に変化した。この溶液にアンモニアを加えてアルカリ性にしたところ、橙色になった。

実験 4

少量の卵白アルブミン水溶液を試験管に取り、1 粒の水酸化ナトリウムを加えて加熱した。加熱中に、試験管の口に濃塩酸のついたガラス棒をかざすと白煙が生じた。溶液を室温まで冷やした後、酢酸で酸性にしてから酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えたところ、黒色沈殿が生じた。

問 1 ~ にあてはまる適切な語句を記せ。

問 2 実験 1 について以下の問に答えよ。

- (1) 化合物 A が生成する化学反応式を記せ。ただし、化合物は構造式で示せ。
- (2) アニリンがすべて化合物 A に変換された場合何 g の化合物 A が生成するか。有効数字 3 桁で答えよ。
- (3) 化合物 A の生成量が予想より少なかったため、未反応のアニリンが残留していると考えられた。そこで酸化反応を利用した簡単な呈色反応実験を行ったところ、アニリンが未反応で残っていることが確認された。どのような実験と結果からそのように結論されたか。25 字以内で答えよ。

問 3 実験 2 で生じた化合物 B、C、D は何か。B と D は構造式で、C は物質名で答えよ。

問 4 実験 3 について以下の問に答えよ。

- (1) 呈色反応の名称を記せ。
- (2) 黄色に呈色する理由を 30 字以内で答えよ。

問 5 実験 4 について以下の問に答えよ。

- (1) 白煙に含まれる水以外の物質名を記せ。
- (2) 黒色沈殿の物質名を記せ。