

平成 17 年度入学者選抜個別(第 2 次)学力検査問題

理 科

注 意 事 項

1. 解答用紙は、問題冊子と別に印刷されているから、誤らないように注意すること。
2. 解答は必ず解答用紙の指定された欄内に記入すること。点線より右側には何も記入しないこと。
3. 入学志願票に選択を記載した 2 科目について解答すること。それ以外の科目について解答しても無効である。
4. 各解答用紙には受験番号欄が 2 カ所ずつある。それぞれ記入を忘れないこと。
5. 解答用紙は、記入の有無にかかわらず、机上に置き、持ち帰らないこと。この冊子は持ち帰ってもよい。
6. この冊子は、全部で 27 ページあり、第 1～3 ページは下書用紙である。下書用紙は切り離してはいけない。
7. 落丁または印刷の不鮮明な箇所があれば申し出ること。

化 学

必要のある場合には次の数値を用いよ。

原子量：H = 1.0 C = 12 N = 14 O = 16 Na = 23
 S = 32 Ca = 40 Cl = 35.5

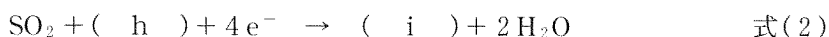
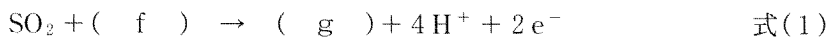
気体定数： $R = 0.082 \frac{\text{atm}\cdot\text{l}}{\text{K}\cdot\text{mol}}$

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

数値を計算して答える場合は、結果のみではなく途中の計算式も書き、計算式には必ず簡単な説明文または式と式をつなぐ文をつけよ。

1 燃料中に炭素と水素以外に硫黄や窒素が含まれていると、燃焼によって硫黄成分の大部分は一酸化硫黄となり、さらに酸化されて二酸化硫黄となる。また窒素成分は一酸化窒素や二酸化窒素となり、これらは、光化学スモッグを起こす主な因子となる。排煙中の二酸化硫黄の除去には世界各地で豊富に産出する石灰石や生石灰が用いられる。生石灰が水と反応して生じた(a)は排煙中に大量に存在する(b)と反応して(c)になる。水に溶けにくい(c)は排煙中に大量に存在する(b)と反応して、水溶性物質の(d)に変わる。さらに(d)は二酸化硫黄を吸収して(e)となる。

二酸化硫黄は無色無臭の気体で、酸化剤としても還元剤としても作用する。



例えば、二酸化硫黄を塩酸酸性下で塩化鉄(Ⅱ)と反応させると塩化鉄(Ⅲ)が生じる(イ)。実験室で二酸化硫黄は亜硫酸水素ナトリウムに希硫酸を作用させるか、銅と熱濃硫酸の反応(ロ)により得られる。

以下の問に答えよ。

問 1 文中の a から e に適当な物質名を入れよ。

問 2 文中のイオン反応式(1)と(2)を完成させよ。

問 3 下線部(イ)の反応式を書け。

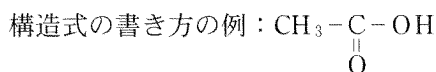
問 4 下線部(ロ)の反応式を書け。また発生した二酸化硫黄の捕集法を書き、その理由を示せ。

2 ホルムアルデヒドは多くの有機化合物の不完全燃焼で生じ、煙や炎中に含まれ大気中にも微量存在する。また建築材料のプラスチックの原料としても使われ、シックハウス症候群の原因物質の1つと考えられている。ホルムアルデヒドはそれ自身でつながりあう性質を持ち、付加重合で3分子が環状につながったものをトリオキサンという(ハ)。また、長く鎖状につながったものをパラホルムアルデヒドという。n分子のホルムアルデヒドが鎖状につながったパラホルムアルデヒドの一般式は $(\text{CH}_2\text{O})_n$ で表される。

ホルムアルデヒドは他の分子と縮合重合によって水分子がとれることにより、合成高分子化合物の原料として用いられる(ニ)。また、約40%のホルムアルデヒド水溶液はホルマリンと呼ばれ、解剖に用いる生体サンプルなどはホルマリンに漬けて保存される。

以下の問に答えよ。

問 5 下線部(ハ)で示されるトリオキサンの分子式および構造式をかけ。



問 6 一般式 $(\text{CH}_2\text{O})_n$ で表されるパラホルムアルデヒドの完全燃焼の化学反応式を書け。

問 7 一般式 $(\text{CH}_2\text{O})_n$ で表されるパラホルムアルデヒド4.5gを完全燃焼したときに生成する二酸化炭素は標準状態で何lか。有効数字2桁で示せ。

問 8 下線部(ニ)で示される合成高分子化合物として適当なものを以下の物質群の中から全て選んで番号で示せ。

【物質群】

- (1) ポリエチレン、(2) パラホルムアルデヒド、(3) 尿素樹脂、(4) フェノール樹脂、(5) 6,6-ナイロン、(6) ポリブタジエン、(7) ポリスチレン、(8)メラミン樹脂、(9) ポリ塩化ビニル、(10) ポリエチレンテレフレート、(11) ポリテトラフルオロエチレン

問 9 付加重合で作られる高分子化合物を、問 8 で示した物質群の中から全て選んで番号で示せ。

問 10 尿素 2 分子とホルムアルデヒド 1 分子から水 1 分子がとれて生成する化合物の構造式を書け。(書き方の例は問 5 参照)

3 体内の細胞外液と細胞内液の浸透圧は等しく保たれている。もし、細胞内液の浸透圧が細胞外液に比べて非常に高ければ、細胞は破裂するであろう。一般に溶液と溶媒が半透膜で隔離されていれば、溶媒である水は平衡状態に達するまで溶液側に流入する。0.9% 食塩水は生理食塩水と呼ばれ、血液と浸透圧が等しく注射液として用いられる。生理食塩水以外に 0.31 mol/l グルコース水溶液なども注射液として用いられる。

図 1 のように左右の内径が等しい U 字管に半透膜を固定し、浸透圧について調べてみた。用いた塩類は水溶液中では完全に電離しているものとみなしてよい。また、水の蒸発は無視できるものとする。実験は 25℃ で行なった。

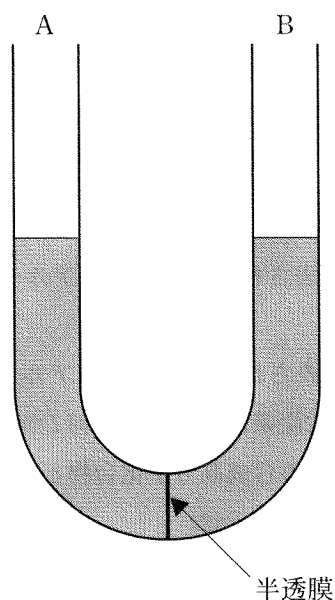


図 1. 浸透圧の実験

【実験Ⅰ】 水は通すが、溶質は通さない半透膜を用いた。図1のA側には 0.001 mol/l グルコース水溶液(ホ) をB側には純水を等量ずつ入れた。最初、液面の高さは等しかったが、そのまま放置したところ(j)面は下がり、(k)面は上がり、最終的な両面の高さの差は h_1 になった。

【実験Ⅱ】 実験Ⅰと同じ半透膜を用いて、A側には 0.0005 mol/l NaCl 水溶液をB側に 0.001 mol/l グルコース水溶液を等量ずつ入れてそのまま放置したところ、両面の高さに差は生じなかった(へ)。

【実験Ⅲ】 タンパク質のような分子量の大きい粒子は通さず、グルコースなどの小さい粒子は通す半透膜に交換した。A側に 0.002 mol/l グルコース水溶液を入れた。また、B側には 0.002 mol/l グルコース水溶液と 0.002 mol/l タンパク質水溶液の等量混合液を入れてA側と水面の高さが等しくなるようにした。しばらくそのまま放置すると、(l)面は下がり(m)面は上がり、最終的な高さの差は【実験Ⅰ】と同じ h_1 になった(ト)。

以下の問に答えよ。

問11 空欄 j ~mを埋めるものとして、正しい組み合わせを a ~ d の中から一つ選びなさい。

	j	k	l	m
a	A	B	A	B
b	B	A	A	B
c	A	B	B	A
d	B	A	B	A

問12 下線部(ホ)の溶液の浸透圧を求めよ。有効数字3桁で示せ。

問13 仮に下線部(ホ)の 0.001 mol/l グルコース水溶液の代わりに 0.31 mol/l グルコース水溶液を用いた場合、両面の高さの差はいくらになると予想されるか。 h_1 を用いて表せ。

- 問14 グルコース水溶液の密度を 1.0 g/cm^3 として、 h_1 を求めよ。有効数字 2 桁で示せ。 $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa} = 10^5 \text{ N/m}^2$ 、重力の加速度 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ とする。
- 問15 下線部(へ)の理由を説明せよ。
- 問16 0.9% 食塩水の浸透圧を atm の単位で求めよ。有効数字 2 桁で示せ。
- 問17 実験室にグルコン酸カルシウム・一水和物 ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{14}\text{Ca}\cdot\text{H}_2\text{O}$) の試薬があった。そこで、この試薬を用いて 0.31 mol/l グルコース水溶液と浸透圧が等しい溶液を作りたい。何 g の試薬を溶かして 100 ml の溶液を作ればよいか。有効数字 2 桁で求めよ。ただし、グルコン酸はグルコースのアルデヒド基をカルボキシル基に酸化して得られる化合物である。
- 問18 下線部(ト)の状態では、グルコースの濃度はどのようになったと考えられるか。説明せよ。