

福島県立医科大学

平成 24 年 度
医学部前期入学試験問題

理 科

〔「物理Ⅰ・物理Ⅱ」「化学Ⅰ・化学Ⅱ」「生物Ⅰ・生物Ⅱ」〕

(時間：2 出題科目で 120 分)

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 出題科目、ページ及び選択方法は、下表のとおりです。

出 題 科 目	ページ	選 択 方 法
「物理Ⅰ・物理Ⅱ」	1～2	左の3出題科目のうちから、あらかじめ届け出た2出題科目について解答しなさい。
「化学Ⅰ・化学Ⅱ」	3～4	
「生物Ⅰ・生物Ⅱ」	5～7	

- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
- 4 解答は、すべて解答用紙の所定の欄に記入しなさい。
- 5 問題冊子の余白および下書き用紙は計算等に用いて構いません。
- 6 試験終了後、解答用紙のみを回収します。

化学Ⅰ・化学Ⅱ

下の問題〔1〕～〔3〕に答えよ。ただし、計算に必要な場合には、次の値を用いよ。

原子量：H 1.0, C 12.0, N 14.0, O 16.0 気体定数： $R = 8.31 \times 10^3 \text{ L}\cdot\text{Pa}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

〔1〕 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

第11属元素は、私たちの周りで非常に良く利用されている元素である。これらの元素は、イオン化傾向が(ア)ため、さびにくく、硬貨の材料として昔から使われてきた。さらに、(イ)が優れ、かつ他の金属元素に比べ(ウ)・(エ)が大きいため、電線やプリント基板^{注①}にも用いられている。

これら第11属元素の中でも、私たちの身のまわりで特によく目にするのは、銅である。銅は、湿った空气中に長く放置すると、(オ)と呼ばれる青緑色のさびを生じる。また、硝酸や熱濃硫酸のような酸化作用の強い酸にしか溶けない。さらに、アルドースを検出するためのフェーリング反応に利用されている。

注① プリント基板とは、集積回路やコンデンサー等を取り付けて使うために配線した板状の部品のこと。

問1 (ア)～(オ)に最も適する語句を答えよ。

問2 硫酸銅(Ⅱ)飽和水溶液に亜鉛を加えると、どのような変化が観察されるか。また、このときの反応式を書き、亜鉛の役割について説明せよ。

問3 銅と熱濃硫酸との反応で生じる気体は何か。その組成式を書け。また、この気体を硫化水素と反応させたときの反応式を示し、硫化水素の変化について説明せよ。

問4 フェーリング液をアルドースに加えると、どのような変化が観察されるか。また、このときの変化について反応式を示し、説明せよ。フェーリング液は、硫酸銅(Ⅱ)の水溶液Aと、酒石酸ナトリウムカリウムと水酸化ナトリウムの水溶液Bを混ぜたものである。

〔2〕 以下の記述について、問1～問6に答えよ。

水は私たちの命や暮らしから切り離すことができない物質である。水は2元素からなる簡単な化合物であるが、かなり変わった性質をもつことが知られている。例えば、水の蒸気圧は、より大きな分子であるジエチルエーテルやエタノールにくらべてずっと小さい(図1)。

表1 各温度における水の蒸気圧($\times 10^2 \text{ Pa}$)

温度(°C)	0	20	40	60	80	100
蒸気圧	6.1	23.4	73.8	199.1	473.5	1013

問1 容積10 Lの容器に20°Cで大気圧の下に窒素を充填したのち、さらに水1 gを加えて、すぐ密閉した。容器全体の温度を40°Cに上げて十分な時間が経った後、容器内の圧力はいくらになるか。表1の値を用い、有効数字3桁で求めよ。気体は理想気体と仮定せよ。

問2 問1の容器の温度をさらに60°Cまで上げたとき、容器内の圧力はいくらになるか。表1の値を用い、有効数字3桁で求めよ。気体は理想気体と仮定せよ。

(次ページにつづく)

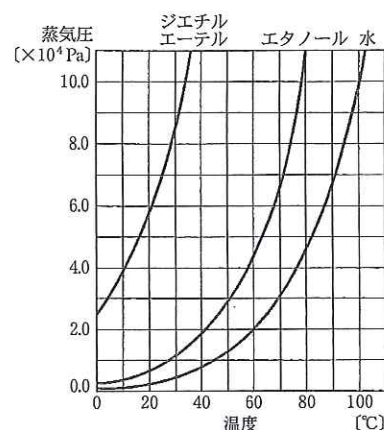


図1 液体と平衡にある蒸気の圧力の温度変化

問 1, 問 2 では, 容積が一定の場合を考えたが, 圧力が一定の条件下において, 体積の温度による変化を模式的に示すと, 図 2 のようになる。点線は理想気体の振る舞いを示し, 実線は例えばエタノールのような多くの物質の振る舞いを示している。

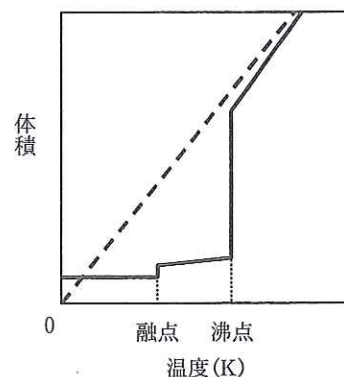


図 2 定圧での温度による体積変化

問 3 水も実線に類似した振る舞いを示すが, ある部分だけは明らかに異なっている。その部分を指摘し, どのように違うのか 50 字以内で説明せよ。

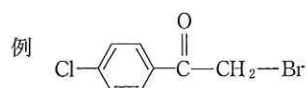
問 4 沸点より高い温度では, 実在する多くの物質の振る舞いは理想気体に似ている。しかし, 実在する物質の気体の体積は理想気体より若干小さくなっている。この理由を 100 字以内で説明せよ。

水のもう一つの特徴として, 塩類をよく溶かすことが挙げられる。例えば食塩の結晶の融点は 801°C と高く, ナトリウムイオンと塩化物イオンが強固に結合していることがわかるが, 水には容易に溶解する。

問 5 食塩のようなイオン結晶がヘキサンのような有機溶媒には溶けず, 水によく溶ける理由を 100 字以内で説明せよ。

問 6 塩類のうち, 1500°C でも融解しない AgCl や BaSO_4 などは水にほとんど溶けない。その理由を 50 字以内で説明せよ。

[3] 化合物 A から D に関する(1)と(2)の記述を読み, 問 1 ~ 問 9 に答えよ。構造式は次の例のように書け。



(1) 炭素, 水素, 酸素, 窒素の四つの元素で構成され, ベンゼン環を有する化合物 A がある。化合物 A は同一炭素原子に結合している二種類の官能基をもち, 酸と塩基の両方の性質を示した。また水に溶けやすく, ニンヒドリンと加熱すると赤紫色を呈した。化合物 A の分子量は 170 以下で, 元素分析の結果は C 65.4 %, H 6.7 %, O 19.4 %, N 8.5 % であった。

(2) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_3$ の分子式をもつ化合物 B は希塩酸と加熱すると, 化合物 C と化合物 D に加水分解された。化合物 C および化合物 D は水に溶けやすく, どちらも同一炭素原子に結合している二種類の官能基をもち, いずれも酸と塩基の両方の性質を示した。またニンヒドリンと加熱すると赤紫色を呈した。機器分析の結果から, 化合物 C の分子量は 80 以下で, 元素分析の結果は C 32.0 %, H 6.7 %, O 42.6 %, N 18.7 % であった。また化合物 D の分子量は 110 以下で, 化合物 D には不斉炭素原子が存在することがわかった。

問 1 化合物 A の分子式を書け。

問 2 (1)の記述に適する化合物 A の構造式をすべて書け。ただし光学異性体を考慮する必要はない。

問 3 同一炭素原子に結合している二種類の官能基によって, 化合物 A はイオンとして存在することが知られている。問 2 で解答した化合物 A の構造式の中から一つを選択し, それを水に溶かしたときのイオンの構造式を書け。

問 4 問 3 で解答した化合物 A の水溶液に塩酸を加えて pH 1.0 とすると, 化合物 A のイオンの構造はどのようになるか。また水酸化ナトリウムを加えて pH 11.0 にした場合はどうか。それぞれの場合における主なイオンの構造式を書け。

問 5 化合物 C の分子式を書け。

問 6 (2)の記述に適する化合物 C の構造式を書け。

問 7 化合物 D の分子式を書け。

問 8 (2)の記述に適する化合物 D の構造式を書け。

問 9 (2)の記述に適する化合物 B の構造式をすべて書け。ただし光学異性体を考慮する必要はない。