

2011 年度 入学 試験 問題

理 科 (問 題)

注 意

- 1) 理科の問題冊子は全部で 23 ページあり、問題数は、物理 5 問、化学 4 問、生物 5 問である。白紙・余白の部分は計算・下書きに使用してよい。
- 2) 別に解答用紙が 3 枚ある。解答はすべてこの解答用紙の指定欄に記入すること。指定欄以外への記入はすべて無効である。
- 3) 3 枚の解答用紙のすべての所定欄に、それぞれ受験番号を記入すること。氏名を記入してはならない。また、※印の欄には何も記入してはならない。
- 4) 理科は物理・化学・生物のうち 2 科目を選択して解答すること。選択しない科目の解答用紙には(受験番号は忘れず記入の上)用紙全体に大きく×印をつけて、選択しなかったことがはっきりと分かるようにすること。
- 5) 3 科目全部にわたって解答したもの、および解答用紙 3 枚のうち 1 枚に×印のないものは、理科の試験全部が無効となる。
- 6) 問題冊子、解答用紙はともに持ち出してはならない。
- 7) 途中退場または試験終了時には、解答が他の受験生の目に触れないように解答用紙を裏返して、下から順に物理、化学、生物の解答用紙を重ねて、監督者の許可を得た後に退出すること。

理科問題訂正 化学10ページ

I 問2の表1

誤		正
質量	⇒	相対質量

化 学

〔注意〕 問題を解く際に、必要ならば、次の値を用いなさい。

原子量 $H = 1.0$, $C = 12.0$, $O = 16.0$

気体定数 $R = 8.31 \text{ Pa}\cdot\text{m}^3/(\text{mol}\cdot\text{K})$

I 次の文章を読み、問1～問6に答えなさい。

2010年2月、IUPAC(国際純正および応用化学連合)は第112番元素をコペルニシウムと名付け、その元素記号をCnとした。この元素は、いずれも私たちの身の回りで多く利用されている原子番号82番の鉛原子(質量数208)に、原子番号30番の亜鉛イオン(質量数70)を高速で衝突させることで合成された、質量数277の人工元素である。

問1 上の合成反応で生成したコペルニシウムを原子番号と質量数が分かるように元素記号を用いて書きなさい。

問2 亜鉛には、自然界に表1に示したような質量数が異なる原子が存在している。このような原子番号が同じで、質量数が異なる原子をたがいに何というか、解答欄(i)に答えなさい。また、このときの亜鉛の原子量を小数点以下1桁で解答欄(ii)に答えなさい。

表 1

質 量	存在比(%)
63.9	48.6
65.9	27.9
66.9	4.1
67.9	18.8
69.9	0.6

問 3 ある分析で鉛の単体は、その結晶構造として1辺 $a \times 10^{-10}$ m である面心立方格子をとっていることが分かった。この鉛の密度を求めなさい。ただし、鉛の原子量を M とし、アボガドロ数は N を用いて、簡単な分数の形で答えなさい。

問 4 亜鉛は、鉛とは異なる格子構造をとることが観察された。しかし、亜鉛および鉛のある1個の原子に隣接する他の原子の数(配位数)は、どちらも同じであった。亜鉛の配位数はいくつか、解答欄(i)に答えなさい。また、亜鉛の取っている格子構造を何というか、解答欄(ii)に答えなさい。

問 5 私たちの暮らしの中で、鉛は鉛蓄電池の材料として、亜鉛はマンガン乾電池の負極に用いられている。鉛蓄電池のように繰り返し充電可能な電池を(ア)電池といい、マンガン乾電池のように使いきりの電池を(イ)電池という。

()に当てはまる最も適切な語句をそれぞれ解答欄(ア)、(イ)に答えなさい。

問 6 鉛蓄電池が放電しているとき、正極および負極で生じる反応をそれぞれ解答欄(i)、(ii)にイオン反応式で答えなさい。

II 次の文章を読み、問1～問3に答えなさい。

標準状態(0℃, 1013 hPa)で5.60 lの体積を占める気体の化合物Aがあった。この化合物Aの重さを量ったところ、7.00 gであった。この化合物に十分な酸素を加えて完全に燃焼したところ、二酸化炭素と水のみが生成し、それぞれの生成量は22.00 gと9.00 gであった。また、新たに化合物Aを適当量準備し、リン酸などの酸触媒の存在下で水と反応すると、化合物Bが得られた。この純粋な化合物Bに濃硫酸を加えて130～140℃に加熱すると化合物Cが得られ、160～170℃にまで加熱すると化合物Dが得られた。別途、化合物Aに塩化パラジウムと塩化銅(II)を加えて酸素と反応すると化合物Eが得られ、この化合物Eをさらに酸化すると、化合物Fが得られた。

問1 化合物Aの分子量を小数点以下1桁で解答欄(i)に、その化合物名を解答欄(ii)にそれぞれ書きなさい。

問2 化合物B, C, D, E, Fの示性式をそれぞれ解答欄B, C, D, E, Fに書きなさい。

問3 化合物A, B, C, D, E, Fの中に、ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱したときに、黄色の沈殿を生じることによりその存在を確認できるものがある。黄色沈殿が生じることにより確認できる化合物をすべて選び、A, B, C, D, E, Fの記号で解答欄(i)に答えなさい。また、黄色沈殿の分子式を解答欄(ii)に書きなさい。

Ⅲ 下の化合物欄に示した化合物がそれぞれ溶解した 8 種類の水溶液がある。これらの水溶液にそれぞれ(1)~(6)に示した操作を行ったところ、文中に示した現象を観察できた水溶液があった。(1)~(6)の現象を示した 8 種類の水溶液において、その現象を起こす原因となったイオンをイオン式で解答欄(1)~(6)にそれぞれ答えなさい。なお、8 種類の水溶液に(1)~(6)の現象を示すものがない場合は、解答欄に X を記入しなさい。また、同じイオンを 2 度以上答えてもかまわない。

- (1) 水酸化ナトリウム水溶液を加えると気体が発生し、水で湿らせた赤色リトマス紙をこの発生した気体にかざすと、そのリトマス紙が青色に変化した。
- (2) 水酸化ナトリウム水溶液を徐々に加えていくと、まず白色の沈殿が生じ、さらに水酸化ナトリウム水溶液を加えながら混ぜると、沈殿が溶け無色の溶液になった。
- (3) アンモニア水を徐々に加えていくと、まず青白色の沈殿が生じ、さらにアンモニア水を加えながら混ぜると、沈殿が溶け深青色の溶液になった。
- (4) アンモニア水を徐々に加えていくと、まず暗褐色の沈殿が生じ、さらにアンモニア水を加えながら混ぜると、沈殿が溶け無色の溶液になった。
- (5) この水溶液を白金線の先につけ、その部分をガスバーナーの炎にかざすと、炎が赤紫色になった。
- (6) この水溶液を白金線の先につけ、その部分をガスバーナーの炎にかざすと、炎が青緑色になった。

【化合物】

塩化ナトリウム	塩化鉄(Ⅱ)	過マンガン酸カリウム
硝酸銀	硝酸カドミウム	炭酸アンモニウム
硫酸アルミニウム	硫酸銅(Ⅱ)	

IV 次の文章を読み、問1～問7に答えなさい。

地球上のほとんどすべての生物は直接または間接に、光合成により太陽の光エネルギーを貯えた糖質(糖類)に依存して生存している。たとえば、植物は光合成で二酸化炭素と水からグルコースを合成し、そのグルコースを成長のために利用するとともに、縮合重合しデンプンとして貯蔵する。動物はそのデンプンを食物として摂取し、グルコースに分解し、酸化することによりエネルギーを得るとともに、グルコースを原料として種々の糖質などを生合成し、生命を維持している。

グルコースやデンプンの分子式は $C_mH_{2n}O_n$ と表すことができ、糖質はこの分子式から とも呼ばれているが、DNA を構成する五炭糖の のように上の分子式では表せないものも多数存在する。グルコースの結晶は または の環状構造で存在し、これらの結晶を水に溶かすと、 ^(a)構造を介して両者の環状構造の間で平衡状態になる。デンプンやグリコーゲンは、 が縮合重合した構造をとるのに対して、セルロースは が縮合重合した構造をとる。これらの多糖類は一般に同じ分子式 として表すことができる。グリコーゲンは、血中グルコース濃度が高いときに肝臓で合成され、肝臓や筋肉の細胞内に貯えられる。また、血中グルコース濃度が低くなるとグリコーゲンはグルコースに分解されて、血中グルコース濃度を調節するのに役立っている。このようにして、ヒトは空腹時においても、血中グルコース濃度が 78～110 mg/dl とほぼ一定に保たれている。また、細胞内に多量のグルコースを貯える場合、グルコースではなくグリコーゲンとして貯えることが、細胞内の浸透圧の調節にも適している。^(b)

問1 ～ に入る最も適切な語句を答えなさい。

問2 のカに対応する化学式を書きなさい。

問3 グルコースの分子式を解答欄(i)に、その分子量を小数点以下1桁で解答欄(ii)に答えなさい。

問 4 ある人の血液検査を行ったところ、血中のグルコース濃度は 96.0 mg/dl であった。このときの血中グルコース濃度はモル濃度ではいくらになるか、有効数字 3 桁で答えなさい。

問 5 グルコースは、水溶液中で下線部(a)に示したような平衡状態で存在している。しかし今、結晶のグルコースを水に溶かしたとき、グルコースは、 または の状態のままで溶解し、平衡状態にならないとする。このような状態を想定したとき、このグルコース水溶液にフェーリング液を加えて加熱すると、どのようになると考えられるか答えなさい。グルコースが平衡状態で存在している場合と比較して、そのように考えた理由もあわせて解答欄に答えなさい。

問 6 セルロースに無水酢酸と少量の濃硫酸を作用させると、セルロースはグルコースあたり 3 ヶ所にアセチル基が導入されたトリアセチルセルロースとなる。このトリアセチルセルロースの炭素含量は何%になるか、小数点以下 1 桁で解答欄(i)に答えなさい。また、アセチル化の反応が不十分であれば、グルコースあたりに導入されるアセチル基の数が減少する。今、不十分なアセチル化反応でグルコースあたり平均 M 個のアセチル基が導入されたアセチルセルロースがある。このアセチルセルロースの炭素含量は何%になるか、 M を含んだ分数の形で示し、その分数の分子の部分解答欄(ii)に、分母の部分解答欄(iii)に答えなさい。なお、分数を約分する必要はない。

問 7 グルコースおよびグリコーゲンが、どちらもすべて細胞内に溶解して存在しているとしても、下線部(b)に示したようにグリコーゲンとして貯蔵する方が、浸透圧の調節に適している。その理由を解答欄に答えなさい。なお、グルコースおよびグリコーゲンは、どちらも細胞膜を通過して細胞外に出ないものとして答えなさい。