

平成 16 年度
後 期 日 程
理 科 問 題

〔注 意〕

1. 問題冊子及び解答用冊子は、試験開始の合図があるまで開いてはいけない。
2. 受験番号は、受験する科目のすべての解答用紙の受験番号欄にはっきりと記入すること。
3. 問題冊子は、物理、化学、生物の順序で一冊にまとめてある。

問題は $\left\{ \begin{array}{l} \text{物理} \quad 1 \text{ ページから } 6 \text{ ページ} \\ \text{化学} \quad 9 \text{ ページから } 16 \text{ ページ} \\ \text{生物} \quad 19 \text{ ページから } 29 \text{ ページ} \end{array} \right\}$ である。

ページの脱落があれば直ちに申し出ること。

4. 解答用紙は、物理 3 枚、化学 4 枚、生物 4 枚と一緒に折り込まれている。受験する科目の解答用紙をミシン目に従って切り離すこと。
5. 物理、化学、生物のうちから 2 科目選択の上、解答すること。
6. 解答は、解答用紙の指定されたところに記入すること。
7. 問題冊子の余白は、適宜下書きに使用してもよい。
8. 配付した解答用紙は持ち帰ってはいけない。
9. 問題冊子は持ち帰ること。

化学問題

(解答はすべて化学解答用紙に記入すること)

〔1〕

〔A〕 次の表は、周期表の一部を示したものである。以下の問1～問3に答えよ。

	13族	14族	15族	16族	17族	18族
第2周期	B	C	N	O	F	Ne
第3周期	Al	Si	P	S	Cl	Ar

問1 上の表に示した元素において、分子式が X_2 、 X_3 、 X_4 と表記できる単体の名称とその化学式を、例にならってすべて記せ。例：水素(H_2)

問2 上の表に示した元素について、次のa～dにあてはまる元素の名称を記せ。

- 単体の融点が最も高い元素
- 酸化数が+1、+3、+5、+7のオキソ酸(酸素酸)を形成する元素
- 単体には多くの同素体が存在し、その酸化物は酸性雨の原因物質となる元素
- 地殻すなわち地球表面の岩石圏を構成する化合物中に含まれている元素で、存在量(質量%)が多い上位3つの元素(解答の順序は問わない)

問3 Gaは13族元素で、第4周期に位置する。第3周期のAlの原子番号と第2周期のBの原子番号との差は8である。第4周期のGaと第3周期のAlを比較したとき、この差はいくつになるかを理由とともに40字程度で述べよ。

〔B〕 次の文章を読み、問 4 と問 5 に答えよ。

銅は、イオン化傾向が より小さいので、希硫酸には溶けない。しかし、銅は濃硫酸を加えて加熱すると、刺激臭のある気体を発生して溶ける。
_(ア)
また、空気中において銅を 800 °C で熱すると、 色の酸化銅(II)が得られる。酸化銅(II)はアンモニア水に溶けて、濃青色溶液が得られる。
_(イ)

問 4 にあてはまる元素記号、および にあてはまる語句をそれぞれ記せ。

問 5 下線部(ア)、(イ)における反応について、それぞれの化学反応式を記せ。

〔2〕 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

希ガスのネオンは常圧で $-249\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下の低温にすると、同じ大きさの球(半径 $r = 1.50 \times 10^{-10}\text{ m}$)を最も密に詰め込んだ結晶構造の1つである(①)立方格子になる。ネオンの結晶格子の1辺の長さは $4.45 \times 10^{-10}\text{ m}$ であり、この単位格子には正味(②)個の分子が含まれ、最近接の分子間距離は $3.15 \times 10^{-10}\text{ m}$ になる。

気体状態になると分子の運動状態が活発になり、(③)力の影響はほとんどなくなる。したがって、分子が互いにばらばらに運動するようになる。室温付近で常圧のときは、ネオンの圧力を P [atm]、体積を V [l]、物質量を n [mol]、温度を T [K]、気体定数を R とすると、^(a) ほぼ理想気体の状態方程式(④)に従う。 すなわち、標準状態($0\text{ }^{\circ}\text{C}$, 1 atm)のネオン 1 mol (6.02×10^{23} 個の分子)の体積は理想気体と同じく 22.4 l になる。

しかし、もっと低温や高圧にすると、ネオンなどの実在気体の状態は、(④)の関係から大きく外れてくる。縦軸を(⑤)、横軸を P にとった図で表すと、このことがよくわかる。理想気体では(⑤)の値はつねに1であるが、実在気体の場合は、低温にすると1より小さくなったり、高圧にすると1より大きくなったりする。^(b)

気体状態における分子運動の簡単なモデルを考えてみよう。ネオン分子は熱運動によりはげしく飛び回っている。とうぜん、衝突が起こる。半径 r [m]の球を考えれば、衝突を起こすためには、隣の分子は $2r$ の距離まで近づかなければならない。この半径 $2r$ の円の面積を衝突断面積(A [m^2])という。分子の平均の相対的速さを v [m/s]とすれば、時間 t [s]の間には Avt [m^3]の体積内にある分子と衝突する。したがって、 1 m^3 の体積内に k 個の分子があれば、結局、 $Avtk$ 回の衝突を起こすことになる。^(c)

問 1 上の文章中の(①)～(③)にあてはまる適当な語句あるいは数字を答えよ。また、(④)と(⑤)を文中の記号を使って表せ。

問 2 下線部(a)の気体定数 R の単位を記せ。

問 3 下線部(b)のようになる理由を 100 字以内で述べよ。

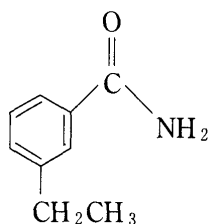
問 4 下線部(c)で、(i)ネオン分子が標準状態で存在する場合は、 k はいくらになるか。また、(ii)ネオン分子の標準状態における平均の相対的速さを 630 m/s とすると、毎秒何回衝突するか。それぞれ有効数字 2 桁まで求めよ。必要な場合は、 $\pi = 3.14$ とせよ。

〔3〕 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

ベンゼン環を有し分子式 $C_8H_{10}O$ で表わされる芳香族化合物には、多様な構造異性体が存在する。一置換体には4つの異性体A, B, C, Dがある。一方、二置換体は官能基の違いにより3種類E, F, Gに分類でき、それぞれに *o*- (オルト), *m*- (メタ), *p*- (パラ) の異性体が存在する。

AおよびFは弱い酸化剤により、アルデヒド基を有する化合物に変化した。これらの生成物をフェーリング液と加熱すると、赤色の沈殿が生じた。 また、Bを弱い酸化剤で処理するとケトンが生成した。Bおよびこのケトンは、ヨードホルム反応が陽性であった。Eを塩化鉄(III)水溶液と混合すると、淡紫色を呈した。

問1 一置換体A, Bおよび二置換体E, F, Gの構造式を、記入例にならって書け。



記入例

問2 下線部分に示したフェーリング液との反応によって、生成する赤色沈殿物の化学式を書け。

問3 Bの分子内には、4種類の異なる原子や原子団と結合している炭素原子が存在している。このような炭素原子は何と呼ばれるかを記せ。

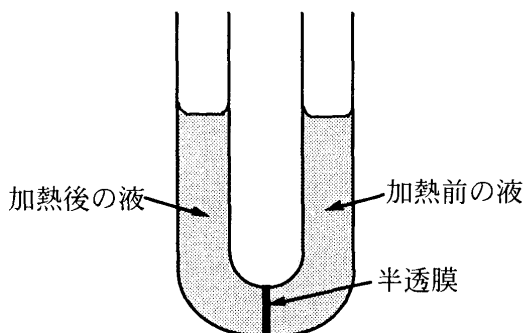
問4 二置換体EとGのオルト異性体の混合物がある。この混合物から分液漏斗を用いて各成分に分離し、それぞれの化合物を得る実験方法を、略号 *o*-E および *o*-G を用いて120字以内で記述せよ。

〔4〕 次の文章を読み、問1～問3に答えよ。

ジャガイモをすりつぶし、水を加え、ガーゼでろ過した。ろ過された液を放置すると、白い沈殿物が得られた。上澄み液を捨て、白い沈殿物を乾燥させて物質Aを得た。顕微鏡で見るとAは粒状であった。

Aをビーカーにとり、水を加えて懸濁させた。この懸濁液の一部を沸騰水浴中^(ア)で加熱後、室温まで冷却し、半透明な粘性の高い液Bを得た。この粘性は、料理でとろみをつけるのに用いられている。Bを水で薄めた溶液に、ヨウ素ヨウ化カリウム溶液を滴下すると青～赤紫色になった。Bを希硫酸と100℃で3時間加熱した。室温まで冷却したこの液に、かくはんしながら炭酸バリウムを加えた後、ろ過した。^(イ)得られた透明なろ液を陽イオン交換樹脂(R-SO₃H)のカラムに通し、流出した液を濃縮して化合物Cを結晶で得た。Cは、物質Dを希硫酸と100℃で3時間加熱しても得られた。

問1 U字管に半透膜を固定し、その両側に下線部^(ア)の加熱前の懸濁液と加熱後の液Bをそれぞれ加え、液面が同じ高さになるようにした(下図)。長時間放置すると液面が移動した。どちらの液の液面が高くなったかを記せ。また、そのように答えた理由を40字以内で記せ。



問 2 下線部(イ)で炭酸バリウムを加えた理由を 20 字以内で述べよ。また、この時の反応を化学反応式で示せ。どれだけの量の炭酸バリウムを加えたらよいか。目安の 1 つを 25 字以内で記せ。

問 3 自然界に存在する **D** の代表的なものの名称を 2 つ記せ。