

平成 16 年度 入学試験問題

理 科

I 物	理
II 化	学
III 生	物
IV 地	学

2 月 25 日(水)(理・医医・工) 15:30—17:30

注 意 事 項

1. 試験開始の合図まで、この問題冊子と答案冊子を開いてはいけない。
2. 問題冊子のページ数は、34 ページである。
3. 問題冊子とは別に、答案冊子中の答案紙が理学部志望者には 15 枚(物理 2 枚、化学 5 枚、生物 3 枚、地学 5 枚)、医学部医学科志望者には 10 枚(物理 2 枚、化学 5 枚、生物 3 枚)、工学部志望者には 7 枚(物理 2 枚、化学 5 枚)ある。
4. 落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所などがあつたら、ただちに申し出よ。
5. 理学部志望者は、物理、化学、生物、地学のうち 2 科目を選択して解答せよ。ただし、物理、化学のいずれかを必ず含むこと。
医学部医学科志望者は、物理、化学、生物のうち 2 科目を選択して解答せよ。
工学部志望者は、物理と化学の 2 科目を選択して解答せよ。
6. 解答にかかる前に、答案冊子左端の折り目をていねいに切り離し、自分が選択する科目の答案紙の、それぞれの所定の 2 箇所受験番号を記入せよ。選択しない科目の答案紙には、大きく斜線を引け。
7. 解答は答案紙の所定の欄に記入せよ。所定の欄以外に書いた解答は無効である。
8. 答案紙の右寄りに引かれた縦線より右の部分には、受験番号のほかは記入してはいけない。
9. 問題冊子の余白は草稿用として使用してもよい。
10. 試験終了時刻まで退室してはいけない。
11. 答案冊子および答案紙は持ち帰ってはいけない。問題冊子は持ち帰ってもよい。

II

化 学

- (1) 問題は、次のページから書かれていて、I、II、III、IV、Vの5題ある。
- (2) 解答は、各問題ごとに与えられた指示にしたがって、答案用紙の所定の解答欄に書き入れよ。文字や記号は、まぎらわしくないように、はっきり記せ。
- (3) 原子量が必要なときは、次の値を用いよ。

H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0

化学 問題 I

問 1 次の文中の空欄 a～e に適切な語句などを入れよ。ただし、空欄 d に入れる電子配置の電子殻名と電子数は、例にならって示せ。

例) 炭素の電子配置：K(2)L(4)

原子から電子を 1 個とり去って イオンにするために必要なエネルギーを という。 の小さい原子ほど イオンになりやすい。元素の周期表の第 1～第 3 周期までの元素だけを考えた場合、最も の小さな元素は であり、電子配置は である。 は、電子を 1 個失ってイオン化すると、 の電子配置をとる。

問 2 1 族の元素(A, B, C)と 17 族の元素(X, Y, Z)からなる単体と塩がある。次の文章を読み、以下の設問(1)~(4)に答えよ。

単体金属 A, B, C の密度はすべて 1.0 g/cm^3 以下である。これらの金属片を灯油(密度 0.8 g/cm^3) に入れると、B は浮かび、A と C は底に沈んだ。A は黄色、C は紫色の炎色反応を示す。

単体 X_2, Y_2, Z_2 については、常温、常圧で Y_2 のみが気体である。 Y_2 が水に溶けるとき、その一部が水と反応する。^①

試験管に塩 AX の水溶液をとり、同量のトリクロロメタン(クロロホルム)を静かに加えると液体は二層に分離した。これに単体 Y_2 の水溶液を滴下すると、上層は黄色となり、下層は無色のままであった。^② この試験管をよく振り混ぜて静置すると、再び二層にわかれ、下層の溶液の色は となった。AX のかわりに塩 CZ を用いて同様の実験を行うと、下層の色は紫色になった。このときの、 Y_2 により AX あるいは CZ が変化する反応は 反応である。

設問(1)：空欄アとイに適切な語句を入れよ。

設問(2)：B, C, X, Z は何か。元素記号で答えよ。

設問(3)：下線部①および②の化学反応式を元素記号を用いて記せ。

設問(4)：塩 BY の水溶液に対して 反応をおこす単体は、 X_2, Z_2 のうちどれか。(a)~(d)より選び、記号で答えよ。

(a) X_2

(b) Z_2

(c) X_2 と Z_2 の両方

(d) どちらも反応しない

化学 問題Ⅱ

次のような中和滴定の実験をおこなった。下記の設問(1)~(5)に答えよ。

シュウ酸(COOH)₂は吸湿性があり、空気中では二水和物となる。この二水和物を100℃で加熱したり、乾燥剤が入っている **ア** の中に入れておくと無水物になる。シュウ酸二水和物(COOH)₂・2H₂Oは、中和滴定用の標準物質として用いられる。シュウ酸標準水溶液を用いて、水酸化ナトリウム水溶液の濃度を決定し、その水酸化ナトリウム水溶液を用いて、食酢中の酢酸の存在量を測定する実験をおこなった。(a)シュウ酸標準水溶液、(b)水酸化ナトリウム水溶液、(c)食酢の試料溶液を以下のように調製した。

- (a) シュウ酸標準水溶液：シュウ酸二水和物 6.30 g を水に溶かし、 **イ** を用いて正確に 250 ml にした。
- (b) 水酸化ナトリウム水溶液：水酸化ナトリウムを上皿てんびんで約 10 g はかりとり、それを水に溶かして 250 ml の水溶液をつくった。
- (c) 食酢の試料溶液：ホールピペットを用いて食酢をはかりとり、正確に 2 倍にうすめた水溶液をつくった。

設問(1)：空欄アとイに入る適切な語句を下記から選べ。

こまごめピペット、三角フラスコ、デシケーター、ビュレット、
ビーカー、広口びん、ホールピペット、メスシリンダー、
メスフラスコ

設問(2)：水酸化ナトリウムを精密てんびんではかりとっても、水酸化ナトリウムの標準水溶液とすることは不適當である。その理由を 50 字以内で記せ。

設問(3)：シュウ酸標準水溶液のモル濃度はいくらか。有効数字 2 桁で示せ。

設問(4)：シュウ酸標準水溶液 25 ml を水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定すると、10.3 ml 必要であった。この水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度はいくらか。有効数字 2 桁で示せ。

設問(5)：水酸化ナトリウム水溶液を用いて中和滴定し、食酢の試料溶液中の酢酸のモル濃度を 0.40 mol/l と決定した。うすめる前の食酢中の酢酸の電離度 α はいくらか。また、その pH はいくらか。

ただし、食酢中に含まれる酸は酢酸のみであり、酢酸の電離度は 1 に比べて非常に小さく、酢酸の電離定数 K_a は 2.0×10^{-5} mol/l とする。また、 $\log 2 = 0.30$ とする。

化学 問題Ⅲ

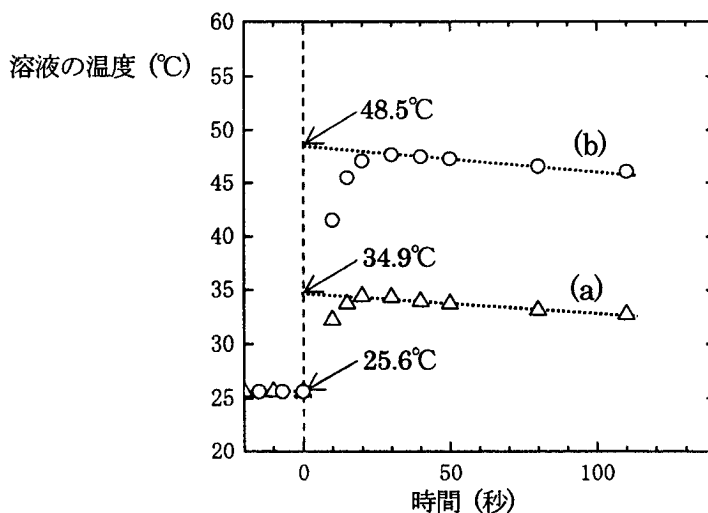
次の実験に関する設問(1)～(3)に答えよ。

物質が反応するときには多くの場合、熱の出入りをともなう。酸化マグネシウムとマグネシウムをそれぞれ塩酸と反応させた場合の反応熱を測定するため、次の実験(a)および(b)を行った。

実験(a)：1.5 mol/l の塩酸 100 ml を測定用の容器に入れ、液の温度を温度計で測定した。1.00 g の酸化マグネシウムをはかりとり、この測定容器にすばやく移し入れた。この移し入れた時間をゼロとして、十分にかくはんしながら溶液温度の時間変化を測定した。

実験(b)：0.50 g のマグネシウム粉末をはかりとり、実験(a)と同じ濃度と量の塩酸を用いて同様の操作を行い、マグネシウムと塩酸を反応させた。この反応にともなう溶液温度の時間変化を測定した。

実験(a)および(b)で観察された温度の時間変化をグラフにかくと、下のようになった。



設問(1)：下線部の測定用容器として最も適切と思われるものを以下のA～Fの中から
選び、その理由を40字以内で述べよ。

A：ガラス製 200 ml ビーカー

B：ガラス製 500 ml ビーカー

C：発泡ポリスチレン製 200 ml カップ

D：発泡ポリスチレン製 500 ml カップ

E：ステンレス製 200 ml カップ

F：ステンレス製 500 ml カップ

設問(2)：実験(a)の操作で発生した熱量[kJ]および酸化マグネシウムと塩酸の反応熱
^①[kJ/mol]を求める式を示せ。酸化マグネシウムの分子量 m [g/mol]、^②塩酸の
密度 d [g/ml]、溶液の比熱 C [J/(g·K)]および問題文中に与えられた数値を
用いよ。

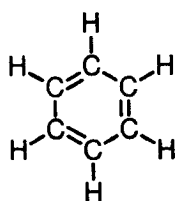
式の書き方の例：
$$\frac{0.16 C (m + 1.5)}{5 d}$$

設問(3)：マグネシウムの燃焼熱を求めるためには、実験(a)および(b)の結果に加えてど
のような値が必要か。20字以内で述べよ。

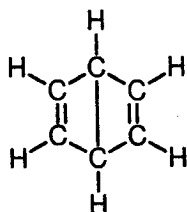
化学 問題Ⅳ

次の文章を読んで、設問(1)~(5)に答えよ。

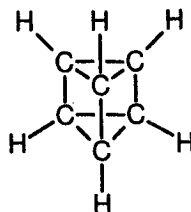
1858年、ドイツ人化学者ケクレらは炭素が4価の原子価をもつことを示した。1865年、これに基づいてケクレは、すでにその分子式 C_6H_6 が知られていたベンゼンの構造式が1, 3, 5-シクロヘキサトリエン(A)であることを提案した。その後、これにならって、多くの構造式が提案された。その中で、ベンゼンの6個の炭素原子がそれぞれ水素原子1個と結合しているという条件を満たす3種類の異性体構造式(B:デュワーベンゼン, C:ラーデンプルクベンゼンまたはプリズマン, D:ベンズバレン)は歴史的に重要な構造である。しかし、ケクレの構造式Aでは、2つの同じ置換基をもつ二置換ベンゼンには4種類の異性体が予想されるが、実際には3種類の異性体しか存在しないことが当初問題であった。その後、ケクレは1872年にベンゼンの炭素-炭素間の単結合と二重結合は相互に平均化されている、オルト二置換ベンゼンで考えられる2つの異性体は区別できないことを提案した。



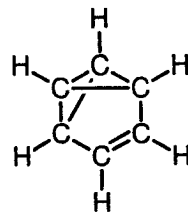
A



B



C



D

設問(1)：構造式A～Dに共通する下線部①の条件を，一般的な化学式の形で表せ。

設問(2)：1つの置換基をもつ一置換ベンゼンには，置換位置の異なる異性体が存在しない。構造式BおよびDには置換位置異性体が複数考えられるので，ベンゼンの構造式としては適当でない。BおよびDの一置換化合物の置換位置異性体は，それぞれ何種類存在すると考えられるか。それぞれの種類の数を答えよ。

設問(3)：下線部③の性質を考慮しないとき，下線部②で予想される4種類の構造式を，置換基としてメチル基を用いて，その違いがわかるように記せ。

設問(4)：ベンゼンは，Ni，Pd，Ptなどの金属触媒を用いて高圧で水素付加すると飽和炭化水素を生成する。この反応の化学反応式を，構造式を用いて記せ。

設問(5)：シクロアルカンの中で最小のシクロプロパン C_3H_6 は，設問(4)の反応条件では開環水素付加してプロパン C_3H_8 を生成する。この開環水素付加反応を考慮すれば，構造式Cの化合物の水素付加では設問(4)の生成物とは異なる生成物が予想される。Cの水素付加で予想される2つの生成物の構造式を記せ。

設問(2)：メタクリル酸メチルは、炭素—炭素二重結合を含むエステルであり、分子式 $C_5H_8O_2$ で示される。メタクリル酸メチルの付加重合により合成樹脂を得る化学反応式を反応式(1)にならって記せ。

設問(3)：近年、質量分析法の進歩により、高分子の分子量を正確に求めることが可能になった。反応式(1)中に構造を示したポリアクリルアミドの質量分析を行ったところ、分子量 13206 の高分子が検出された。この高分子の重合度 n を求めよ。有効数字 3 桁で示せ。

設問(4)：繰り返し単位の組成式が、ポリアクリルアミドの繰り返し単位の組成式と同じ高分子 Y がある。この高分子 Y を加水分解すると、分子量 89.0 で不斉炭素原子をもつ化合物 E のみを得られた。この化合物 E の名称を記せ。

設問(5)：単量体 D として最も適切な化合物を下記の F～I の中から選び、記号で答え、理由を 40 字以内で述べよ。

