

平成 18 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(土)(情文自) 15:30—16:30

(理・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、35 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と情報文化学部自然情報学科志望者には 17 枚(物理 5 枚、化学 5 枚、生物 3 枚、地学 4 枚)、医学部志望者には 13 枚(物理 5 枚、化学 5 枚、生物 3 枚)、工学部志望者には 10 枚(物理 5 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. 情報文化学部自然情報学科志望者は、物理、化学、生物、地学のうち 1 科目を選択して解答せよ。  
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 箇所に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題である。
- (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

# 化学 問題 I

問 1 次の文章を読んで、設問(1)、(2)に答えよ。

水には、圧力や製法の違いによって様々な結晶構造が知られている。図1の構造はそのうちのひとつで、単位格子中の酸素原子(●印)の位置のみを示している。この酸素の配置は、ダイヤモンド中の炭素原子と同一で、各酸素原子のまわりを4個の酸素原子が正四面体状に囲んでいる(例えば図1中の破線部)。水素原子の位置は省略してあるが、近接した酸素原子間を結ぶ線上に存在する。

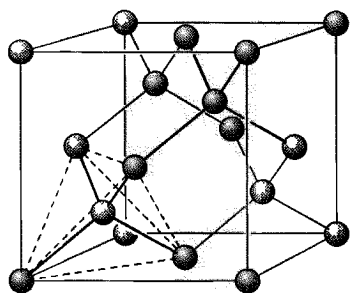


図 1

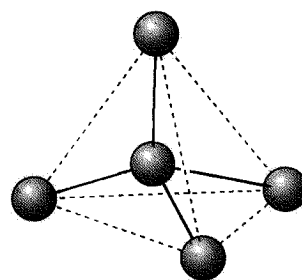


図 2

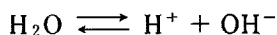
設問(1): 図1の単位格子中に含まれる水素原子の数は何個か。

設問(2): 図2は、氷の結晶中で酸素原子がつくる正四面体構造を示している。すなわち、●は酸素原子を、実線は近接した酸素原子間を結んだ直線を表す。この正四面体内に含まれるすべての水素原子の位置を●印で示し、すべての共有結合と水素結合に、以下の例に従って印を付せ。なお、共有結合と水素結合の長さの差については問わない。



問 2 次の文章を読んで、設問(1)~(3)に答えよ。

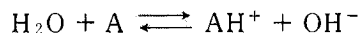
純粋な水はわずかに電気を通すが、これは、ごく少量の水分子が電離して、次式のような平衡が保たれているからである。



水中での  $\text{H}^+$ 、 $\text{OH}^-$  の濃度をそれぞれ  $[\text{H}^+]$ 、 $[\text{OH}^-]$  と書くと、 $[\text{H}^+]$  と  $[\text{OH}^-]$  の積は温度一定のとき一定値を示す。これを水のイオン積と呼び、 $K_w$  と表す。25℃では  $K_w = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/l})^2$  であるため、25℃の純粋な水は、 $\text{pH} = 7.0$  である。温度上昇とともに  $K_w$  は増大し、50℃では  $K_w = 5.47 \times 10^{-14} (\text{mol/l})^2$  となる

設問(1)：50℃の純粋な水の  $\text{pH}$  を小数点以下第1位まで求め、導出過程も示せ。ただし、 $\log_{10} 5.47 = 0.74$  とする。

設問(2)：塩基 A の水溶液では、以下のような電離平衡が成り立っている。



塩基 A の 0.20 mol/l 水溶液の 50℃における  $\text{pH}$  を小数点以下第1位まで求め、導出過程も示せ。ただし、塩基 A の電離定数  $K_b$  は、50℃で

$$K_b = \frac{[\text{AH}^+][\text{OH}^-]}{[\text{A}]} = 5.00 \times 10^{-6} \text{ mol/l}$$

である。

設問(3)：文章中で  $\text{H}^+$  と書かれた水素イオンは、実際は水分子と結合してオキソニウムイオン  $\text{H}_3\text{O}^+$  を形成する。オキソニウムイオンの電子式を記せ。

## 化学 問題Ⅱ

次の文章を読んで、設問(1)～(4)に答えよ。ただし、水蒸気および窒素は理想気体とみなし、窒素の水への溶解は無視する。また、解答は有効数字2桁で記せ。必要ならば、以下の気体定数の値を用いよ。

$$R = 8.3 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K}) = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{l}/(\text{mol}\cdot\text{K}) = 0.082 \text{ atm}\cdot\text{l}/(\text{mol}\cdot\text{K})$$

一定の温度に保たれたピストン付き容器がある。この容器に水および窒素をモル比2：1の割合で入れ、平衡になるまで放置した。次に、平衡が保たれるように注意しながら、容器の容積を1.0 lから5.0 lまで変化させた。このとき、容器内部の圧力は図1のように変化した。なお、水の体積は、容器の容積に比べて十分小さいので、無視してよい。

設問(1)：図1のA点、B点、C点それぞれにおける水蒸気分圧は何Paか。ただし、水の蒸気圧は、温度によって図2のように変化する。

設問(2)：容器の温度は何℃か。

設問(3)：容器に入れた水は何molか。

設問(4)：容器の容積を1.0 lから5.0 lまで変化させたとき、容器内の水が吸収した熱量は何kJか。ただし、水の蒸発熱は41 kJ/molとし、水が吸収した熱はすべて水の蒸発に使われるものとする。

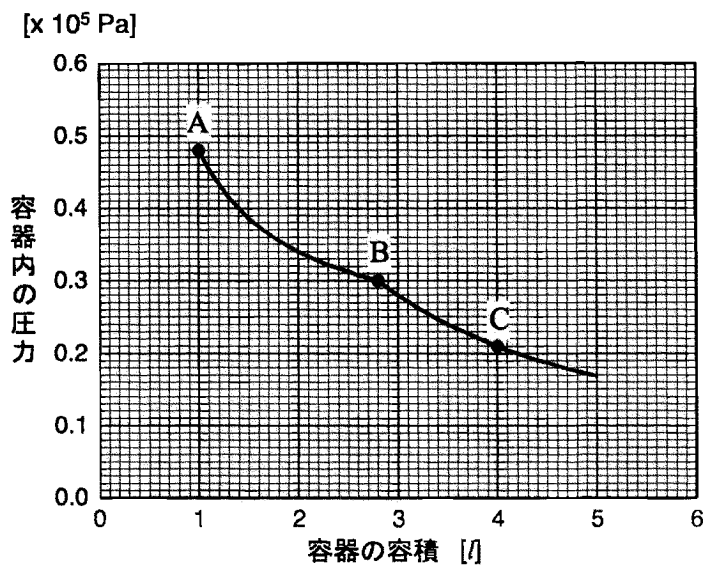


図 1

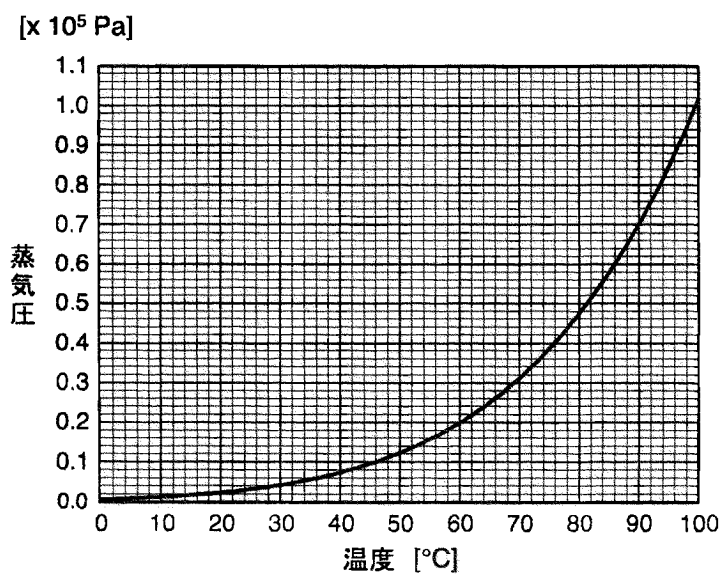


図 2

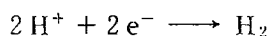
## 化学 問題Ⅲ

問 1 次の物質間でおこる酸化還元反応を反応式で示し、各反応で還元剤としてはたらく物質の化学式に下線を記せ。

- (a) ナトリウムと水
- (b) 銀と希硝酸
- (c) 過マンガン酸カリウムと塩酸

問 2 次の文章を読んで、設問(1)、(2)に答えよ。

適当な電解質を水に溶かした溶液に2本の白金電極を離して浸し、これらの電極に対して外部から電圧を加えると、水溶液中の水や溶解している物質が電気分解される。たとえば、電解質溶液として希硫酸を用いると、陰極では以下のような反応がおこる。



設問(1)：希硫酸の電気分解において、陽極でおこる反応を電子を含むイオン反応式として示せ。

設問(2)：希硫酸の電気分解において、 $9.65 \times 10^{-3} \text{ A}$ の電流を1時間通じたとき、両極で生じる気体物質の総量は何 mol か。導出過程を示し、有効数字2桁で答えよ。ただし、ファラデー定数を  $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$  とする。

問 3 次の文章を読んで、設問(1)～(3)に答えよ。

水素ガスと酸素ガスが反応して水(液体)が生成する反応は、 反応である。この反応をたくみに利用して、反応のエネルギーを直接電気エネルギーとして取り出す装置が  電池である。

また、自動車などで用いられる鉛蓄電池は、鉛と  を希硫酸に浸した構造をしている。放電すると負極と正極の両方の表面に白色の  が付着する。このとき、電解液の硫酸の濃度は  。充電のときは、放電時とは逆の反応がおこる。

設問(1)：文中の空欄(ア)および(イ)に、もっとも適切な語句を以下の中から選択して答えよ。

吸 熱      発 熱      高くなる      低くなる      変化しない

設問(2)：文中の空欄(a)に適切な語句を、(b)および(c)には適切な化合物名を入れよ。

設問(3)：化合物(b)、化合物(c)に含まれる金属原子の酸化数を書け。

## 化学 問題Ⅳ

下の文章を読んで、化合物A～C、G～Lの構造式を記せ。なお、光学異性体を区別して記す必要はないが、不斉炭素原子が存在する場合には、不斉炭素原子に\*印をつけよ。

アルケンに対する塩化水素の付加反応は、以下の図に示すように進行する。まず、 $H^+$ が二重結合の片方の炭素原子に結合する。その結果として、もう一方の炭素原子上に正電荷をもった炭素陽イオン(カルボカチオン)中間体が生成する。正電荷を持つ炭素原子に結合しているアルキル基が多いほど(水素原子が少ないほど)、カルボカチオン中間体は安定である。そして、より安定なカルボカチオン中間体を経る生成物が優先して得られる。なお、酸性水溶液中での水の付加も、塩化水素の場合と同様の生成物が優先して得られる。



カルボカチオン中間体

$R^1, R^2, R^3, R^4$ は、アルキル基または水素原子を示す。

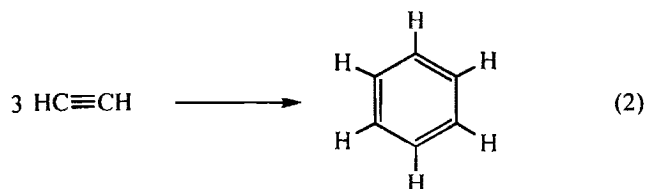
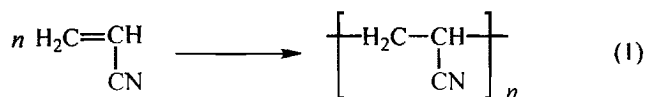
さて、分子式が $C_5H_{10}$ で表されるアルケンには6種類の異性体(A～F)があり、このうち、化合物A、B、Cの3種類は直鎖状構造をしている。Aを塩化水素と反応させたところ、2種の付加生成物GとHのうちGが優先して生成した。一方、BとCを塩化水素と反応させると、どちらからも化合物GとIが生成した。

次に、残りの3つの異性体D、E、Fに酸性条件下で水を付加させたところ、2種のアルコールJまたはK、あるいはその両方が主生成物として得られた。Jをニクロム酸カリウムの硫酸酸性水溶液で穏やかに酸化したところ、新しい中性の化合物Lが得られたが、Kは同じ条件では変化しなかった。また、Lはフェーリング液に対する反応が陰性だった。

## 化学 問題 V

問 1 次の文章を読んで、設問(1)~(5)に答えよ。

アセチレンやエチレンなどの不飽和炭化水素は、適当な条件下で触媒を作用させることにより、付加重合して高分子を与える。例えば、アクリロニトリルからは、反応式(1)のようにポリアクリロニトリルが得られ、アクリル繊維として用いられる。同様に、アセチレンからは、単結合と二重結合が交互に並んだポリアセチレンが得られ、導電性プラスチックに応用されている。一方、反応式(2)に示すように、適当な触媒の存在下では、アセチレン 3 分子が環状に結合してベンゼンを生成する。



設問(1)：酢酸亜鉛を触媒にしてアセチレンと酢酸を反応させると、ビニル化合物が得られる。この反応を反応式で示せ。

設問(2)：設問(1)の反応で得られるビニル化合物を重合し、さらに水酸化ナトリウム水溶液で完全にケン化すると、水溶性の高分子化合物が得られる。この一連の反応を、反応式(1)にならって示せ。

設問(3)：設問(2)の反応で、最終的に得られる高分子の重合度が 500 であるとする、その分子量はいくらか答えよ。

設問(4)：ポリアセチレンには、シス型とトランス型が存在する。両者の構造を区別して、その構造を反応式(1)に示す高分子のかき方にならって示せ。

設問(5)：反応式(2)の反応で、アセチレンのかわりにプロピン( $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CH}$ )を反応させると、芳香族炭化水素の混合物が生成する。生成物の構造をすべて示せ。

問 2 次の文章を読んで、設問(1)～(4)に答えよ。

キシレンを過マンガン酸カリウムで酸化すると、分子式  $\text{C}_8\text{H}_6\text{O}_4$  の化合物 **A** が得られる。化合物 **A** には、オルト、メタ、パラの 3 種の異性体が存在する。**A** のパラ異性体と分子式  $\text{C}_6\text{H}_8\text{N}_2$  の芳香族アミン **B** を脱水反応すると、高分子が生成する。これを繊維化したものはアラミド繊維とよばれ、耐熱性、耐化学薬品性、耐衝撃性に優れている。

設問(1)：化合物 **A** の 3 種の異性体の構造式を記せ。

設問(2)：化合物 **A** のオルト異性体をメタおよびパラ異性体と区別する化学反応を反応式で記せ。

設問(3)：化合物 **B** にも **A** と同様にオルト、メタ、パラ異性体が存在するが、アラミド繊維の合成には、パラ異性体が用いられる。アラミド繊維の構造を、問 1 の式(1)に示す高分子のかき方にならって記せ。

設問(4)：**A** のパラ異性体と 1,2-エタンジオール(エチレングリコール)を反応させて得られるポリエステル高分子の名称を答えよ。