

平成 17 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 (金) (情文自) 15 : 30—16 : 30

(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、37 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 3 枚、化学 5 枚、生物 4 枚、地学 5 枚)、医学部医学科志望者には 12 枚 (物理 3 枚、化学 5 枚、生物 4 枚)、工学部志望者には 8 枚 (物理 3 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, K = 39.1, Cl = 35.5

化学 問題 I

問 1 次の設問(1), (2)に答えよ。また, (1), (2)の各々について判断の基準となる最も適切な要因を下のA群の中から一つ選べ。

設問(1): 表面に傷のあるトタンとブリキでは, どちらが鉄の腐食(さび)を防ぎやすいか。

設問(2): 窒素 1 mol とアンモニア 1 mol では, 標準状態(0℃, 1 atm)においてどちらの体積が小さいか。ただし, 両気体は実在気体とする。

A群

電子親和力, 電気陰性度, 電離度, イオン結合, 共有結合, 分子間力, 結合の方向性, イオン化エネルギー, イオン化傾向, イオンの価数

問 2 次の文中の空欄 a ~ g に入れるのに適切な語句, 数値, 反応式, 図などを答えよ。ただし, 空欄 f, g については, 答を導く過程も示し, 空欄 f の数値は有効数字 3 桁まで求めよ。

塩化水素の分子は 結合でつくられ, 電荷のかたよりに注目すると, 性分子である。その電子式は のように書くことができ, 対の非共有電子対をもつ。400 mg の水酸化ナトリウムを 100 g の水に溶かした溶液に塩化水素を通すと, という反応式で表される中和反応が起こる。中和を完了させるには, 標準状態(0℃, 1 atm)に換算して cm^3 の塩化水素気体を要する。この中和した溶液を低温にして凍らせると, 凝固点は -0.2°C よりも い。ただし, 塩化水素気体は理想気体とみなせるものとし, 水のモル凝固点降下度は $1.85 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$ である。

問 3 ハロゲンに関する次の文中の空欄ア～エに適切な語句を、また空欄A～Dには適切な化学式を入れよ。

ハロゲンの単体は二原子分子からなり、電子をうばう性質が強く 作用がある。フッ素は水と激しく反応し、主な気体として を発生する。塩素を水に溶かすと、一部が水と反応して塩酸と を生じる。 は強い 力をもつため漂白作用や殺菌作用がある。また、ヨウ化カリウム水溶液に塩素を通すとヨウ素が遊離するが、このことはヨウ素よりも塩素の方が 力が いことを示している。

ハロゲン化水素の沸点は , , HBr, HCl の順に低くなる。このように、沸点がハロゲン化水素の の大きさの順にしたがわないのは、 の分子が特異的に 結合で引き合っているためである。

化学 問題Ⅱ

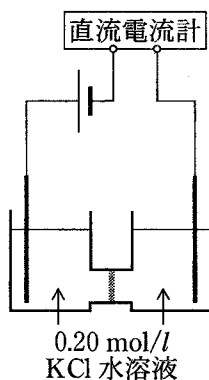
次の記述を読み、設問(1)~(3)に答えよ。必要ならば次の値を用いよ。

ファラデー定数：96500 C/mol, 25℃におけるKCl水溶液(0.20 mol/l)の密度：1.0 g/cm³。

図のような装置を用いて電気分解を行った。電解溶液(電解質溶液)には0.20 mol/lのKCl水溶液(pH 7.0)を用い、陰極側溶液と陽極側溶液は陰イオンが透過しない隔膜で仕切られている。各電極の溶液量はともに0.10 lであり、温度は25℃に保たれている。

(実験1) 両電極ともに白金線を用いたところ、陰極では気体(a)が、また陽極では気体(b)が発生した。

(実験2) 陰極に白金線、陽極に銀線を用いたところ、陰極では気体(a)が発生し、陽極では電極表面が固体(c)によっておおわれた。電気分解後の陽極をアンモニア水溶液に浸したところ、電極表面に再び金属光沢が現れた。



設問(1)：実験1, 2において、(a), (b), (c)が生成する際の化学反応式をそれぞれ示せ。

設問(2)：実験2の下線部の現象について、化学反応式を用いて説明せよ。

設問(3)：実験1に関する次の文中の空欄 i, ii に入る適切な数式を答えよ。また空欄ア～ウに当てはまる適切な数値を有効数字2桁まで求めるとともに、その導出過程も示せ。

2.1 mA の電流で8分間電気分解を行った。電気分解後の陰極溶液における水の電離度を α 、水の濃度を q [mol/l] とすると、陰極溶液中の水酸化物イオン濃度は [mol/l] である。また を用いると、水のイオン積は下式のように表すことができる。

$$\text{水のイオン積} = \text{ii} \text{ [mol}^2\text{/l}^2\text{]}$$

この式より、電気分解後の陰極溶液の pH は と求まる。また $q =$ mol/l であるので、 $\alpha =$ が得られる。

化学 問題Ⅲ

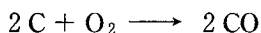
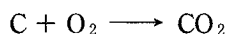
次の手順で水素製造を行う。以下の設問(1)~(3)に答えよ。ただし、気体はすべて理想気体とする。

手順1：炭素(黒鉛)4.0 g を 5.6 l (標準状態；0℃，1 atm)の酸素を用いて燃焼させることにより、二酸化炭素 a [mol] と一酸化炭素 b [mol] をつくる。

手順2：手順1で得られた燃焼ガスから二酸化炭素だけを吸収する吸収剤で二酸化炭素を除去し、物質 b [mol] の一酸化炭素のみにする。

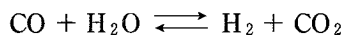
手順3：水蒸気 w [g] と手順2で得た一酸化炭素 b [mol] とを温度 800℃，1.0 atm で平衡状態になるまで反応させて、水素 h [mol] を製造する。

設問(1)：手順1の燃焼反応は以下のような反応が同時に起こる。



炭素と酸素がすべて反応するとして、生成する二酸化炭素と一酸化炭素の物質 a [mol] と b [mol] を、有効数字2桁で求めよ。導出過程も示せ。

設問(2)：手順3の反応は、以下の可逆反応式で表すことができる。



800℃，1.0 atm で平衡状態に達したときの全ガス体積を V [l] として、一酸化炭素と水蒸気の濃度はそれぞれ何 mol/l か。 b ， h ， V ， w を用いて求めよ。

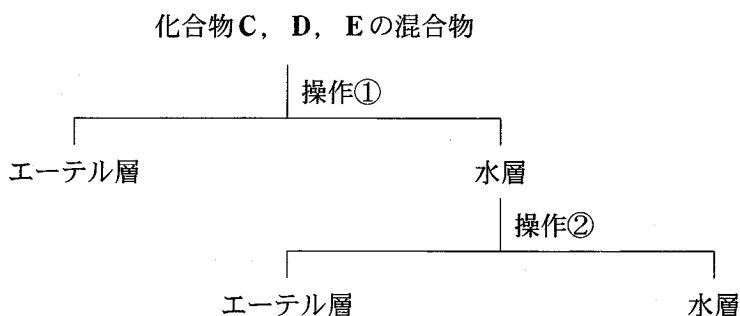
設問(3)：手順3の反応の平衡定数は $K = 1.0$ である。 $w = 6.0$ g のとき、生成する水素の体積は標準状態(0℃，1 atm)で何 l となるか、有効数字2桁で求めよ。導出過程も示せ。

化学 問題Ⅳ

分子式 $C_{11}H_{14}O_2$ で表されるエステル **A** と分子式 $C_{13}H_{10}O_2$ で表されるエステル **B** の混合物がある。この混合物を用いて次の実験を行った。これらの実験について、設問(1)~(5)に答えよ。

(実験 1) 化合物 **A**、**B** の混合物に酸を加え加水分解したところ、**A**、**B** は完全に反応してなくなり、3種類の化合物 **C**、**D**、**E** からなる混合物が得られた。

(実験 2) 実験 1 で得られた化合物 **C**、**D**、**E** の混合物を下図の抽出操作により分離した。操作①により得たエーテル層からは化合物 **C** が得られた。一方、水層に対しさらに操作②を行ったところ、エーテル層から化合物 **D** が、また、水層からは化合物 **E** のナトリウム塩が得られた。



操作①：十分な量の水酸化ナトリウム水溶液を加え、エーテルを加えてよく振る。

操作②：二酸化炭素を十分に通した後、エーテルを加えてよく振る。

(実験 3) 化合物 **C** の元素分析および分子量測定を行ったところ、 $C_4H_{10}O$ の分子式をもつことがわかった。また、この化合物を水酸化ナトリウム水溶液中、ヨウ素と反応させたところ黄色沈殿が生じた。

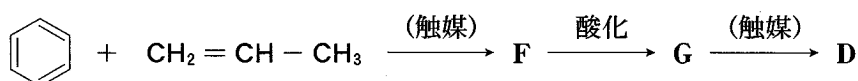
設問(1)：次の文章の空欄ア～ウに入る適切な語句や式を答えよ。

実験3において、下線部の反応を ア 反応という。この反応の結果と化合物Cの分子式を考えると、その示性式は イ となる。また、化合物Cはその分子式から、化合物Aの加水分解により生じたものと考えられ、このことから化合物Eの分子式は ウ であるとわかる。

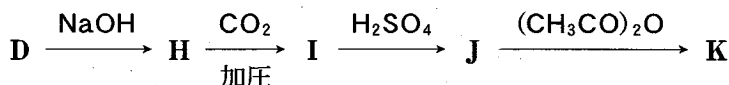
設問(2)：化合物A，B，Eの構造式を記せ。

設問(3)：実験2の操作②で有機化合物に対して起こる反応を化学反応式で記せ。

設問(4)：化合物Dはベンゼンとプロペンから次の反応経路にしたがって工業的につくられる。化合物F，Gの構造式を記せ。



設問(5)：化合物Kは、次の反応経路にしたがって化合物Dよりつくられる。化合物Kは鎮痛剤として医薬品に利用されている化合物である。化合物J，Kの構造式を記せ。

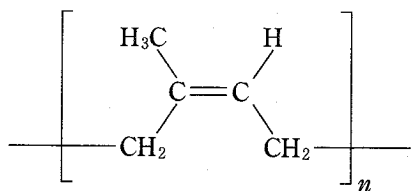


化学 問題V

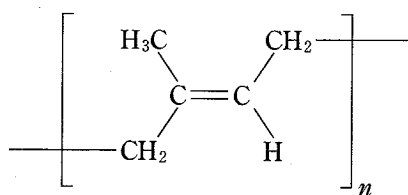
問 1 次の文章を読んで、設問(1)~(5)に答えよ。

アルケンでは、その炭素数が多くなると、炭素原子のつながり方と二重結合の位置が原因となって生じる **ア** 異性体とともに、二重結合をはさんだ原子または原子団の結合の方向が原因となって生じる **イ** 異性体が存在するようになる。このように両方の異性体をもつアルケンのうち、その炭素数が最も少ないものでは、4種類の異性体が存在し、これらはお互いに沸点や融点などの性質が異なる。

高分子化合物においても、繰り返し単位の分子式が同じでも構造式が異なると、お互いに異なった性質を示す。天然ゴムの主成分は、イソプレンが重合したポリイソプレンであり、左下図に示すように、高分子鎖が二重結合に対して同じ側にある構造をもつ(A形とする)。天然ゴムはこのままでは弾性は小さいが、硫黄を加えて二重結合の部分で **ウ** 構造を形成することにより、弾性を示すゴムとなる。一方、右下図に示すように、鎖が二重結合に対して反対側にある構造(B形とする)のポリイソプレンも天然に存在するが、常温では弾性を示さない。



A形ポリイソプレン



B形ポリイソプレン

合成ゴムは、二重結合を2つもつ化合物を付加重合することで得られ、1,3-ブタジエンから得られるポリブタジエンがその代表例である。このゴムの繰り返し単位は1つの二重結合をもち、鎖が二重結合に対して同じ側にあるA形と反対側にあるB形が混在し、さらに、他の構造も存在することが知られている。合成ゴムでも、このような構造の違いにより、その性質は異なる。

設問(1)：空欄ア～ウに適切な語句を答えよ。

設問(2)：下線部①について，4種類の異性体の構造式をその区別がつくように示せ。

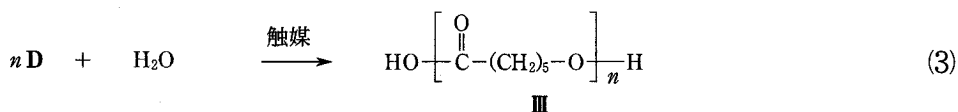
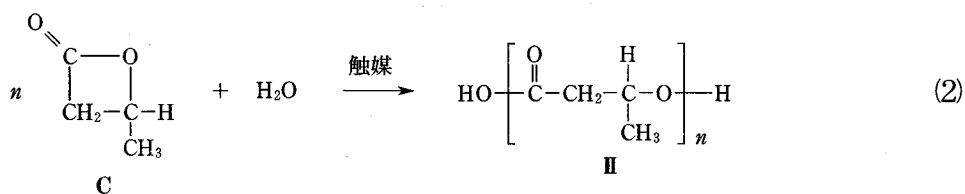
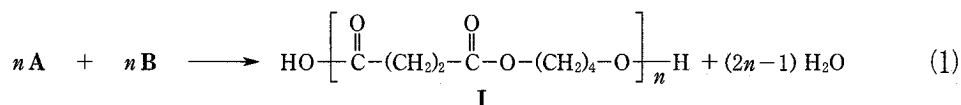
設問(3)：下線部②について，イソプレンの構造式を示せ。

設問(4)：下線部③について，ポリブタジエンにおけるA形およびB形の構造式をそれぞれ示せ。

設問(5)：下線部④の繰り返し単位の分子式は，下線部③のA形およびB形のものと同じである。また，この繰り返し単位中の二重結合に水素を付加して得られる構造式は，下線部①の異性体のうちの1つを付加重合して得られる繰り返し単位の構造式と同じである。下線部④の構造式を示せ。

問 2 次の文章を読んで、設問(1)~(3)に答えよ。

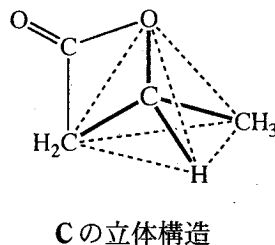
生分解性を示す高分子化合物Ⅰ~Ⅲは、次の反応式(1)~(3)により合成できる。
 化合物Ⅰは、二価カルボン酸Aと化合物Bとから **ア** によって得られる。
 この反応は、ポリエチレンテレフタラートの合成にも用いられている。一方、化合物ⅡおよびⅢは、ある触媒を用いて化合物CおよびDから **イ** によってそれぞれ合成できる。**イ** は、6-ナイロンの合成にも利用されている。



設問(1)：化合物A，B，Dとして最も適した化合物の構造式を記せ。

設問(2)：空欄アおよびイに入る適切な重合反応の名称を答えよ。

設問(3)：反応式(2)では、右図に示す立体構造をもつ化合物Cが用いられる。化合物CおよびⅡを加水分解すると分子量104.0をもつ同一の化合物Eが得られる。化合物Eの光学異性体(鏡像異性体)E'の立体構造を右図にならって記せ。



草 稿 用 紙

(切りはなしてはならない)