

金沢大学

平成 27 年度入学者選抜学力検査問題

(前期日程)

化 学

学類によって解答する問題が異なります。

指定された問題だけに解答しなさい。

学 域	学 類	解 答 す る 問 題
人間社会学域	学 校 教 育 学 類	I, II, III, IV (4 問)
理 工 学 域	数 物 科 学 類 物 質 化 学 類 環境デザイン学類 自然システム学類	I, II, III, IV, V および VI (VI-①かVI-②の うち一方を選択) (6 問)
医薬保健学域	医 学 類 薬学類・創薬科学類 保 健 学 類	I, II, III, IV (4 問)

(注 意)

- 1 問題紙は指示があるまで開かないこと。
- 2 問題紙は本文 18 ページであり、答案用紙は、学校教育学類、医学類、薬学類・創薬科学類、保健学類は 4 枚、数物科学類、物質化学類、環境デザイン学類、自然システム学類は 7 枚である。
- 3 VI の選択問題の解答にあたって、
 - ・ VI-①か VI-②のうち一方を選択し、所定の答案用紙に解答すること。
 - ・ 選択した問題の答案用紙の「解答の有無欄」に○印を記入すること。
(答案用紙に○印を記入していない場合、あるいは両方の答案用紙に○印を記入してある場合は採点の対象外とする。)
 - ・ 選択しない問題の答案用紙(○印を記入しない答案用紙)の「受験者記入欄」(2 箇所)にも、受験番号などを忘れずに記入すること。
- 4 答えはすべて答案用紙の指定のところに記入すること。
- 5 問題紙と下書き用紙は持ち帰ること。

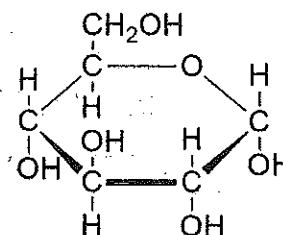
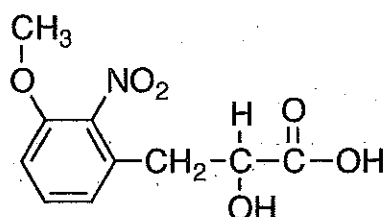
- ・解答にあたり、必要であれば以下の数値を用いなさい。

原子量：H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, S = 32, Cl = 35.5, Fe = 56

アボガドロ数： 6.0×10^{23} , 気体定数： $R = 8.31 \times 10^3 [\text{Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})]$

標準状態は、 $1.013 \times 10^5 [\text{Pa}]$, $273 [\text{K}]$ である。

- ・字数制限のある解答で、化学式を用いる場合は、例えば Ca は 2 文字、 Ca^{2+} は 4 文字とする。
- ・構造式は、下図の例にならって記入しなさい。



I [学校教育学類, 数物科学類, 物質化学類, 環境デザイン学類, 自然システム学類, 医学類, 薬学類・創薬科学類, 保健学類]

次の文章を読み、問 1 ～問 5 に答えなさい。

No. 1 ～No. 6 までの試料ビンには、次のいずれかの塩が入っている。

[硫酸アンモニウム, 炭酸ナトリウム, 硝酸アルミニウム, 臭化カリウム,
硝酸亜鉛, 塩化バリウム]

次の実験を行って、それぞれの塩が何であることを推定した。

- ・それぞれの 1 % の水溶液を調製し、酸性, 中性, 塩基性のいずれであるかを pH 試験紙により調べた。
- ・No. 1 の試料水溶液を数 mL ずつ 5 本の試験管 (a～e) に取り分け、a には 1 % 硝酸銀水溶液を、b には 1 % 塩化バリウム水溶液を、c には 1 mol/L 硫酸を、それぞれ数滴ずつ加えた。一方、d と e には、それぞれ濃アンモニア水と 2 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を加え、もし変化があれば、さらにそれぞれの試薬を過剰に加えた。No. 2 ～No. 6 の試料水溶液についても同様に、5 種類の試薬に対する反応性を調べた。

・実験結果をまとめると、次の表のようになった。

実験 試料	pH 試験紙	1 % 硝酸銀 水溶液	1 % 塩化 バリウム 水溶液	1 mol/L 硫酸	濃アンモニ ア水	2 mol/L 水 酸化ナトリ ウム水溶液
No. 1	中 性	白色沈殿		白色沈殿		
No. 2	酸 性				白色沈殿	白色沈殿 →溶解*
No. 3	中 性	淡黄色沈殿				
No. 4	塩基性	褐色沈殿	白色沈殿	気体発生		
No. 5	酸 性				白色沈殿 →溶解*	白色沈殿 →溶解*
No. 6	酸 性		白色沈殿			気体発生

空欄は変化が認められなかったことを示している。

*試薬を過剰に加えると、生成した沈殿は溶解した。

問 1 No. 1 ～No. 6 の試料ビンに入っている塩は何か。化学式で示しなさい。

問 2 No. 4 の試料水溶液が塩基性になるのは、塩を構成するイオンと水との反応(加水分解)に起因している。この加水分解の反応式を示しなさい。

問 3 No. 4 の試料水溶液と硝酸銀水溶液との反応で生成した褐色沈殿は何か。化学式で示しなさい。

問 4 No. 5 の試料水溶液とアンモニア水との反応において、沈殿が溶解するとき生成するイオンの名称と化学式を答えなさい。

問 5 No. 6 の試料水溶液と水酸化ナトリウム水溶液との反応で気体が発生した。この変化を反応式で示しなさい。

Ⅱ [学校教育学類, 数物科学類, 物質化学類, 環境デザイン学類, 自然システム学類, 医学類, 薬学類・創薬科学類, 保健学類]

次の文章を読み, 問1～問6に答えなさい。

原子内の電子は, 原子核のまわりの電子殻とよばれるいくつかの層に分かれて存在しており, 最も外側の電子殻にある電子は, 原子がイオンになるときや互いに結びつくときに重要な役割を果たす。(A)～(F)の原子は表に示す電子配置をもつ。(A)～(F)の中で最もイオン化エネルギーが小さいものは ア であり,

表 各原子の電子配置

原子 電子殻 \	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)
K	2	2	2	2	2	2
L	5	6	8	8	8	8
M	0	0	6	7	8	8
N	0	0	0	0	0	1

最も電子親和力が大きいものは イ である。不対電子が最も多い原子は ウ であり, この単体は あ 組の共有電子対でつながれた二原子分子である。一方, 電子配置が最も安定となる エ の原子は, い 原子分子として存在する。周期表で(B)と同族のものは オ であり, 同周期のものは カ である。(A)の単体と水素から水素化合物を合成する反応は発熱反応であり, 総物質量が減少する反応である。う の原理から, 圧力と温度を考慮すると工業レベルでの効率的な大量合成は困難であった。しかし, 20世紀初頭に開発された手法で工業化に成功し, 今日に至っている。(B)の単体は複数種存在するが, このような単体同士の関係を え とよぶ。(C)の二酸化物は空気と混ぜ酸化バナジウム(V)を触媒として加熱後, 水と反応させると酸になる。この酸において(C)の酸化数は お となる。(D)の単体は工業的には塩化ナトリウム水溶液の電気分解で製造する。(E)と同族のものを総称して か とよぶが, この族で大気中に最も多く存在しているものは(E)である。(F)と同族のものを総称して き とよぶ。これらの単体は密度が小さく, 比較的柔らかく, 融点が高い。(F)の単体は水と激しく反応し, く を発生する。

問 1 ア ~ カ に該当するものを(A)~(F)から選び、記号で記しなさい。

問 2 あ ~ く に入る最も適切な数字または語句を記しなさい。

問 3 下線部(a)の温度に関して、原理的には高温と低温、いずれの方が良いのか、記しなさい。また、その条件では大量合成に不向きな理由を 20 字以上 45 字以内で説明しなさい。

問 4 下線部(b)の酸に関する記述として正しいものを全て選び、その番号を記しなさい。

- (1) 乾燥剤として使用する。
- (2) 水で希釈する際は発熱が激しいため、多量の水に少しずつ加える。
- (3) 揮発性が高いため、通風の良い場所で使用する。
- (4) 水で希釈した溶液は鉛蓄電池の電解液となる。
- (5) 銅片を入れて加熱すると無色無臭の気体が発生する。
- (6) タンパク質水溶液に加えて加熱すると黄色になる。

問 5 下線部(c)では、陽極に黒鉛、陰極に鉄を用いて両極間を水溶液が混合しないよう陽イオン交換膜で仕切って電気分解し、陰極側の水溶液を濃縮して水酸化ナトリウムも同時に得る。陽極、陰極での電気分解における変化をそれぞれ電子 e^- を用いた式で表しなさい。

問 6 (F)の単体は体心立方格子の結晶である。測定より求めたこの単体の密度は 0.88 g/cm^3 と水より小さく、単位格子の長さは $5.3 \times 10^{-8} \text{ cm}$ であった。この単体の原子量を有効数字 2 桁で求めなさい。計算過程も示しなさい。

Ⅲ [学校教育学類, 数物科学類, 物質化学類, 環境デザイン学類, 自然システム学類, 医学類, 薬学類・創薬科学類, 保健学類]

ラボアジエとラプラスが考案した熱量計を用いると, 0°C より高温の実験室の中で, 発熱反応の反応熱を測定することができる。次の文章は, この装置の構造と, この装置を用いて行った実験について述べたものである。この文章を読み, 問1～問3に答えなさい。

図は熱量計の構造を模式的に表している。この装置の最も外側は筒Aであり, Aの外側の壁と内側の壁は底の部分で接合されている。装置の中央には, 底が閉じた反応容器Cが設置されている。AとCとの間は空洞Bになっている。Bの下部には網Dが設置されており, その下には小さな穴Eが設けられている。装置上部は断熱材Fで覆われている。

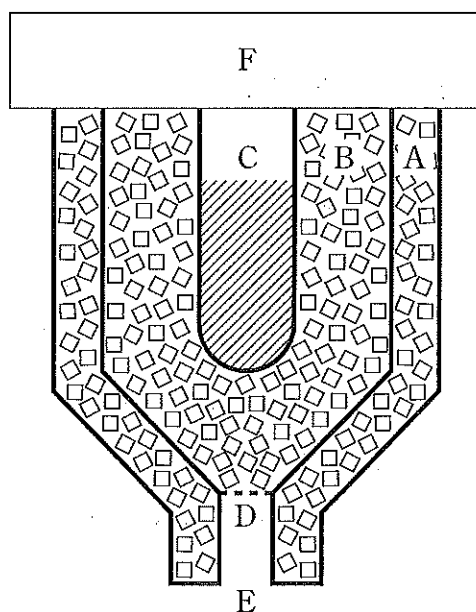


図 熱量計の構造

この装置を用い, 100 mL の 0.20 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液(溶液①)と 25 mL の 1.0 mol/L 塩酸(溶液②)を混合したときの反応熱を求めるために, 以下の実験を行った。なお, この実験は室温が 3.0°C の実験室で行った。

- 操作1 -20°C の冷凍庫で作成した氷を, しばらく実験室内に放置した。
- 操作2 操作1の後, 氷を適切な大きさに砕き, この氷でAとBを満たした。
- 操作3 実験室内で作成した溶液①をCに入れ, 装置の上部をFで覆い, しばらく放置した。このとき, Eから水が流出し, しばらくすると水の流出が止まった。この間に流出した水は捨てた。

- 操作4 操作3と並行して、実験室内で作成した溶液②を容器ごと氷水に浸し、しばらく放置した。
- 操作5 操作3と操作4の後、Fをとり外して溶液②の全てをCに投入してかくはんし、再び装置上部をFで覆った。この操作はすばやく行った。
- 操作6 操作5で溶液②をCに投入した直後、Eから水が流出し始め、しばらくすると流出が止まった。この間に流出した水を集め、その質量を測定すると3.5 gであった。

問1～問3を解答するにあたって必要な場合には、以下の数値を用いなさい。氷の融点は 0.0°C 、融解熱は 6.0 kJ/mol 、氷の比熱(比熱容量)は $2.1\text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ 、水の比熱(比熱容量)は $4.2\text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ とする。 0.0°C において、氷の密度は 0.92 g/cm^3 、水の密度は 1.0 g/cm^3 とする。

なお、実験では以下の条件(a)～(e)が満たされていたとする。(a)操作2で、十分な量の氷がAとBに入っている。(b)操作5を行っている間、実験室内の空気とA、B、Cとの間で熱の移動はおこらない。(c)操作6のとき、Bには測定誤差を生ずるほどの水は残っていない。(d)氷はDを通過しない。(e)EやFを通じた熱の移動はおこらない。

問1 熱は温度の高い物質から温度の低い物質へ移動する。さらに、熱の出入りによって、物質の温度または状態のどちらかが変化する。これらにもとづいて、下の(1)～(4)の ア ～ セ に入る最も適切な文章を、それぞれ指定された α 、 β 、または γ の文章群から選び、記号で答えなさい。

- (1) 操作1で冷凍庫から氷を取り出してすぐに実験室に置くと、はじめのうち、氷と実験室内の空気との間の熱の移動は ア (α 群)。これによって、
(a) (b)
氷では イ (β 群)。このため、氷の温度は ウ (γ 群)。
- (2) 操作2でAを氷で満たした後、Aの中の氷と実験室内の空気との間の熱
(a) (b)
の移動は エ (α 群)。これによって、Aでは オ (β 群)。このため、Aの温度は カ (γ 群)。

- (3) 操作3でCに溶液①を入れた後、はじめのうち、Bの中の氷と溶液①と
 (a) (b)
 の間の熱の移動は **キ (α 群)**。これによって、Bでは **ク (β 群)**。この
 ため、Bの温度は **ケ (γ 群)**。また、溶液①では **コ (β 群)**。このた
 め、溶液①の温度は **サ (γ 群)**。
- (4) 操作5で中和反応を行ったとき、はじめのうち、Bの中の氷と反応液との
 (a) (b)
 間の熱の移動は **シ (α 群)**。これによって、Bでは **ス (β 群)**。このた
 め、Bの温度は **セ (γ 群)**。

文章群

α 群

- (あ) おこらない
- (い) 下線部(a)の物質から、下線部(b)の物質への向きにおこる
- (う) 下線部(b)の物質から、下線部(a)の物質への向きにおこる

β 群

- (か) 状態の変化も、温度の変化もおこらない
- (き) 状態の変化はおこらず、温度が上昇する
- (く) 状態の変化はおこらず、温度が低下する
- (け) 融解がおこり、温度は変化しない
- (こ) 凝固がおこり、温度は変化しない

γ 群

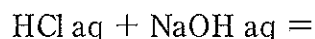
- (さ) しばらくすると、 -20°C になる
- (し) しばらくすると、 0.0°C になる
- (す) しばらくすると、 3.0°C になる
- (せ) -20°C のままである
- (そ) 0.0°C のままである
- (た) 3.0°C のままである

問 2 A の中と同じ状態になっている、または同じ状態の変化がおこっているものを次の(あ)~(か)からすべて選び、記号で答えなさい。ただし、微量の不純物の影響は無視できるものとする。

- (あ) 温度が -80°C に設定された冷凍庫の中に保存されている氷
- (い) 温度が 20°C の室内に置かれている「かき氷(シロップなし)」
- (う) 沸騰している水
- (え) 温度が -40°C の積乱雲の中で浮遊している氷の粒
- (お) 気温が 10°C の市街地に残っている雪
- (か) 温度が 20°C の室内に置かれているドライアイス

問 3 実験で行った中和反応の反応熱を以下の手順で求め、熱化学方程式を完成させなさい。なお、数値は有効数字 2 桁で求めなさい。(4)と(5)は、計算過程も示しなさい。

- (1) 溶液①に入っていた NaOH の物質量を求めなさい。
- (2) 溶液②に入っていた HCl の物質量を求めなさい。
- (3) 中和反応によって生成した H_2O の物質量を求めなさい。
- (4) 中和反応によって発生した熱量を求めなさい。
- (5) 1 mol の HCl と 1 mol の NaOH とが反応するときの反応熱を求め、下の熱化学方程式を完成させなさい。

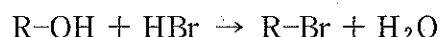


Ⅳ [学校教育学類, 数物科学類, 物質化学類, 環境デザイン学類, 自然システム学類, 医学類, 薬学類・創薬科学類, 保健学類]

次の文章を読み, 問 1 ~ 問 4 に答えなさい。

ハロゲンを含む有機化合物はさまざまな化合物の合成中間体などとして重要である。ハロゲンを含まない化合物にハロゲンを導入することができる反応がいくつか知られている。例えば, 脂肪族飽和炭化水素は塩素や臭素などと混合しただけでは反応しないが, 気化した脂肪族飽和炭化水素と塩素の混合気体に紫外線を照射すると反応し, ^(a)塩素を含む化合物が生じる。また, アルケンやアルキン^(b)は臭素と速やかに反応する。

アルコールとハロゲン化水素の反応により, ハロゲンを含む有機化合物を合成することもできる。この反応は, R をアルキル基として次のように表すことができる。



この反応では, アルコールのヒドロキシ基が臭素に置換される。しかし, アルコールの構造によっては, 単純な置換反応ではなく, 臭素の置換位置やアルキル基の構造が変化(転位反応という)した構造異性体を生じることもある。

この転位反応に興味をもち, 分子式 $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ をもつ三種類のアルコール A, B, C と臭化水素の反応を調べた。まず, 酸化を受けにくいアルコール A の反応を試したところ, 転位反応はおこらず, 単純にヒドロキシ基が臭素に置換された化合物 D が得られた。一方, 第四級炭素原子(四個の炭素原子と結合した炭素原子)をもつアルコール B の反応では転位反応がおこり, 同じく化合物 D が得られた。また, アルコール C の反応でも同様に転位反応がおこり, 化合物 D が得られた。このアルコール C に水酸化ナトリウム水溶液とヨウ素を加えて温めると特有の臭気を有する^(c)黄色沈殿を生じた。また, アルコール A および C は, 硫酸存在下で加熱すると同一のアルケンを主として与えた。

問 1 下線部(a)に関連して、分圧比 4 : 1 のメタンと塩素の混合気体 5.6 L に紫外線を照射し、塩素が完全に消費されるまで反応させた。反応後、新たにクロロメタン、ジクロロメタンおよび塩化水素が生じた。次の(1)~(3)に答えなさい。ただし、気体は理想気体として扱えるものとし、その体積は標準状態におけるものとする。また、反応で生じた化合物は液化しないものとする。

- (1) 反応後の気体の体積を有効数字 2 桁で求めなさい。
- (2) 反応後の混合気体に含まれるジクロロメタンの質量は 0.425 g であった。
この混合気体に含まれるクロロメタンの質量を有効数字 2 桁で求めなさい。
- (3) 生じた塩化水素を完全に水に溶解させた。この溶液を過不足なく中和するのに必要な 1.0 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液の体積を有効数字 2 桁で求めなさい。

問 2 下線部(b)に関連して、分子式 C_4H_8 の不飽和炭化水素を臭素と反応させて、臭素を含む化合物を得た。次の(1)~(3)に答えなさい。

- (1) 分子式 C_4H_8 の不飽和炭化水素について、全ての異性体の構造式を示しなさい。
- (2) 反応で得られた生成物の分子式を示しなさい。
- (3) (1)で解答した異性体のうちの一つを臭素と反応させて得られた生成物は、不斉炭素原子をもたなかった。この生成物を構造式で示しなさい。

問 3 アルコール A, B, C, および化合物 D の構造式を示しなさい。

問 4 下線部(c)の沈殿の化学式を示しなさい。