

# 九州大学 一般

## 平成26年度入学試験問題

### 理 科

#### (注 意 事 項)

1. 問題冊子は指示があるまで開かないこと。
2. 届け出た選択科目以外は解答してはならない。
3. 問題冊子のページ及び解答紙は次のとおりである。「始め」の合図があったら届け出た選択科目についてそれぞれを確認すること。

科 目	問 題 冊 子	解 答 紙	
	ペ ー ジ	解答紙番号	枚 数
物理Ⅰ・物理Ⅱ	1 ～ 12	20 ～ 24	5
化学Ⅰ・化学Ⅱ	13 ～ 28	25 ～ 30	6
生物Ⅰ・生物Ⅱ	29 ～ 52	31 ～ 36	6
地学Ⅰ・地学Ⅱ	53 ～ 63	37 ～ 41	5

4. 各解答紙の2箇所受験番号を記入すること。
5. 解答はすべて解答紙の所定の欄に記入すること。
6. 計算その他を試みる場合は、解答紙の裏又は問題冊子の余白を利用すること。
7. この教科は、2科目250点満点(1科目125点満点)です。なお、医学部保健学科(看護学専攻)については、2科目100点満点に換算します。

# 九州大学

## 問題訂正

理科 (化学 I・化学 II)

20ページの〔3〕の文章7行目を以下のとおり訂正する。

訂正

正 操作③・・・を除いたのち、希硝酸を加えて

誤 操作③・・・を除いたのち、濃硝酸を加えて

# 化学 I・化学 II

必要な場合には、次の値を用いよ。

原子量：H = 1.00, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0

気体定数  $R$  :  $8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$

絶対零度 0 K :  $-273 \text{ }^\circ\text{C}$

平方根： $\sqrt{2} = 1.41$ ,  $\sqrt{3} = 1.73$ ,  $\sqrt{5} = 2.24$ ,  $\sqrt{7} = 2.65$

注) [1]から[4]は必答問題。[5]は選択問題。[5 A]または[5 B]のいずれか一つを選択し、解答紙の問題番号左の口を黒くぬりつぶし、その問題のみを解答すること。

例) [5 A]を選択する場合

■[5 A]

□[5 B]

〔両方ともぬりつぶしたり、あるいは両方ともぬりつぶさなかった〕  
〔場合は採点の対象としないことがあるので充分注意すること。〕

〔1〕 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。ただし、気体はすべて理想気体とする。なお、解答中の数値は有効数字2桁で答えよ。(25点)

物質Aは、炭素、水素、酸素からなる純物質で、20℃では液体である。この物質Aについて次の実験を行った。

操作① 20℃において、物質Aの液体(約10 mL)をフラスコに入れ、気体が入りできる程度の小さな穴が開いたふたをした。ふたをしたフラスコの容積は0.831 Lであった。

操作② フラスコ全体を加熱して100℃に保つと、液体がすべて蒸発して空気を追い出し、フラスコの中は物質Aの気体で満たされた。

操作③ 加熱を止めて20℃に冷却すると、気化していた物質Aの大部分が液体となってフラスコの底にたまり、少量が気体として残った。このとき、底にたまった液体の質量は1.15 gであった。

なお、実験の間、室内の温度は20℃、気圧は $1.01 \times 10^5$  Paであった。

問1. 操作②でフラスコの中を満たした物質Aの気体について、その物質量は何molか答えよ。

問2. 操作③でフラスコの底にたまった物質Aの液体は何mLか答えよ。なお、20℃における物質Aの液体の密度は $0.789 \text{ g/cm}^3$ である。

問3. 操作③で問1の気体の物質量の何%が液体になったか答えよ。ただし、20℃における物質Aの蒸気圧を $6.10 \times 10^3$  Paとする。なお、冷却する間に物質Aはフラスコの外には流出しないものとする。また、液体の体積はフラスコの容積に比べて非常に小さいので無視してよい。

問4. 物質Aの分子量を答えよ。

問 5. この実験で物質 A を推定したいが、問 4 で求めた分子量をもつ炭素、水素、酸素からなる化合物の分子式には、二通りが考えられる。それらを例にならって答えよ。

分子式の記入例： $C_3H_8O$

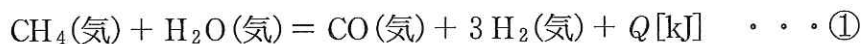
問 6. 物質 A の分子の構造には、二重結合や環状構造は含まれない。物質 A を推定し、例にならって示性式を答えよ。

示性式の記入例： $CH_3OC_2H_5$

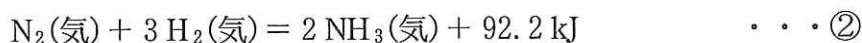
〔2〕 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。なお、解答中の数値は有効数字3桁で答えよ。(25点)

農業では、窒素やリンなどの補給が肥料によって行われている。窒素を補給するための代表的な化学肥料として、硫酸アンモニウムが使われている。この物質はアンモニアと硫酸の中和反応から得られる。

アンモニアの合成には、その原料として水素が必要である。代表的な水素の工業的生産法として、下の式①の熱化学方程式で表されるような炭化水素と水蒸気を用いた手法がある。

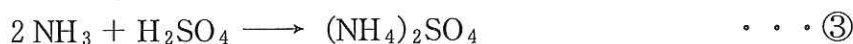


水素と窒素を原料とするアンモニアの合成は、下の式②の熱化学方程式で表される。



工業的なアンモニアの合成は、反応平衡および反応速度を考慮し、高压容器内500℃程度で、触媒を用いて行われる。

下の式③の中和反応式によって硫酸アンモニウムが生成する。

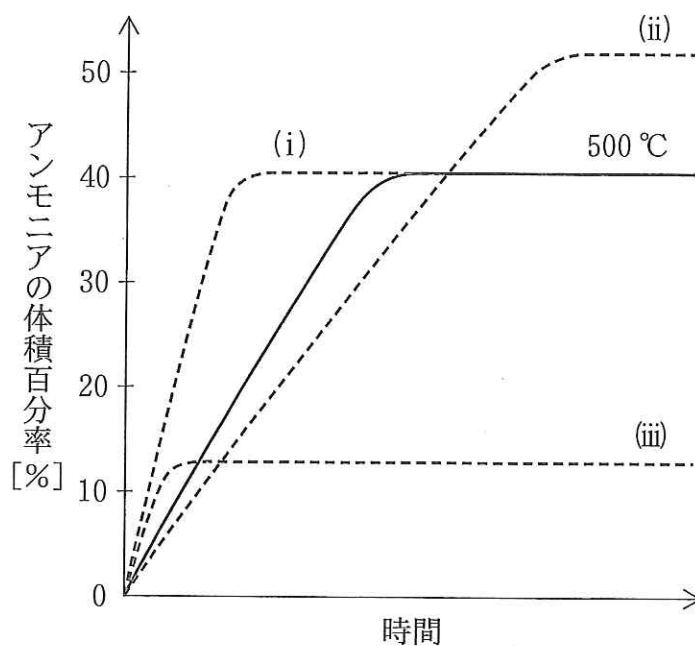


生成した硫酸アンモニウムは、水に溶解して電離すると弱〔ア〕を示す。これは電離した〔イ〕イオンの一部が水に〔ウ〕を与えて、〔エ〕になろうとする傾向があるためである。

問1. 文中の〔ア〕,〔イ〕,〔エ〕には適切な語句を,〔ウ〕には適切なイオン式を,それぞれ答えよ。

問2. 式①の反応熱 $Q$ を符号を含めて答えよ。ただし,メタンの燃焼熱を892 kJ/mol,水素の燃焼熱を286 kJ/mol,一酸化炭素の燃焼熱を283 kJ/molおよび水の蒸発熱を44.0 kJ/molとする。

問 3. 下図は、体積と圧力が一定の容器内で、式②にしたがって生成したアンモニアの体積百分率の時間変化を表している。図中の実線は反応温度 500 °C における時間変化を示す。



図

反応温度 400 °C の時間変化、500 °C で触媒を使用した場合の時間変化、および反応温度 700 °C の時間変化は、それぞれ図中の破線(i), (ii), (iii)のどれに相当するか。最も適切な(i), (ii), (iii)の組み合わせを、以下の A~Fの中から選び答えよ。

	(i)	(ii)	(iii)
A	400 °C	700 °C	触媒使用
B	700 °C	触媒使用	400 °C
C	触媒使用	400 °C	700 °C
D	700 °C	400 °C	触媒使用
E	400 °C	触媒使用	700 °C
F	触媒使用	700 °C	400 °C

問 4. 式③の反応によって  $0.600 \text{ mol/L}$  のアンモニア水溶液  $60.0 \text{ mL}$  を中和するのに、 $0.150 \text{ mol/L}$  の硫酸は何  $\text{mL}$  必要か答えよ。また、このとき得られる硫酸アンモニウムの濃度は何  $\text{mol/L}$  か答えよ。





〔3〕 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。(25点)

$K^+$ ,  $Ag^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$  の6種類の金属イオンを含む水溶液Aから、各イオンを分離するため、以下の操作①～④を行った。なお、操作①～④のろ過を行う際、沈殿として分離した金属イオンはろ液から完全に除去されているとする。

操作① 水溶液Aに希塩酸を加えてろ過し、沈殿Bと、ろ液Cを得た。

操作② ろ液Cに硫化水素を通じてろ過し、沈殿Dと、ろ液Eを得た。

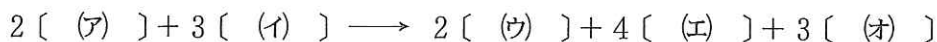
操作③ ろ液Eを煮沸して硫化水素と塩化水素を除いたのち、濃硝酸を加えて加熱し、冷却後に塩化アンモニウムを加えた。その後、アンモニア水を加えてろ過し、沈殿Fと、ろ液Gを得た。

操作④ ろ液Gに炭酸アンモニウムを加えてろ過し、沈殿Hと、ろ液Iを得た。

問1. 操作①～④で得られた沈殿B, D, FおよびHの化合物の組成式を答えよ。ただし、Fには2種類の化合物が含まれているので、その両方を答えよ。

問2. 水酸化ナトリウム水溶液に沈殿Fを加えた。このとき生成する錯イオンのイオン式を答えよ。

問3. 操作③で煮沸して硫化水素を除く理由は、硫化水素と希硝酸の酸化還元反応を避けるためである。この酸化還元反応を表す以下の反応式について、〔ア〕～〔オ〕にあてはまる化合物の組成式を答えよ。



問 4. 操作①で生じた沈殿 B の化合物は水に難溶である。実際には、この化合物はごくわずかに水に溶け、その飽和溶液は溶解平衡の状態にある。沈殿 B の飽和溶液中の金属イオン濃度 (mol/L) を有効数字 2 桁で答えよ。ただし、沈殿 B の溶解度積は  $2.0 \times 10^{-10} (\text{mol/L})^2$  とする。

問 5. ろ液 I に含まれる金属イオンの炎色反応の炎の色を答えよ。

- 〔4〕 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。構造式を記入するときは、記入例にならって記せ。なお、構造式を記入するときは、光学異性体は区別しなくてよい。  
(25点)



分子式  $C_9H_{12}O$  で表される4種類の化合物A, B, C, Dがある。これらの化合物はいずれもベンゼン環を1個もち、化合物B以外は不斉炭素原子をもつ。

これら4種類の化合物は、いずれも金属ナトリウムと反応し水素を発生したが、塩化鉄(III)水溶液による呈色反応は示さなかった。

化合物Aにヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を反応させると、化合物Eが得られた。化合物Eを過マンガン酸カリウムで酸化すると分子式  $C_8H_6O_4$  の化合物Fが生じた。化合物Fを〔ア〕と反応させるとポリエチレンテレフタレートが得られた。

化合物B, C, Dを二クロム酸カリウムで酸化したところ、化合物Bは反応しなかったが、化合物CおよびDは、それぞれ分子式  $C_9H_{10}O$  の化合物GおよびHへ変化した。また、化合物Gは還元性を示し、銀鏡反応により酸性を示す化合物Iへ変化した。化合物Hは還元性を示さず、銀鏡反応も起こさなかった。

問1. 化合物Aの構造式を答えよ。

問2. 化合物Eの構造式を答えよ。

問3. 〔ア〕に適した化合物名を答えよ。

問 4. 化合物 B の構造式を答えよ。

問 5. 化合物 C の構造式を答えよ。

問 6. 化合物 D として考えられるすべての構造異性体の数を答えよ。ただし、化合物 A は含めない。また、光学異性体は区別しなくてよい。

[ 5 ] (選択問題) (25 点)

[ 5 A ] または [ 5 B ] のいずれか一つを選択し、解答せよ。

[ 5 A ] 次の文章を読み、問 1 ~ 問 5 に答えよ。

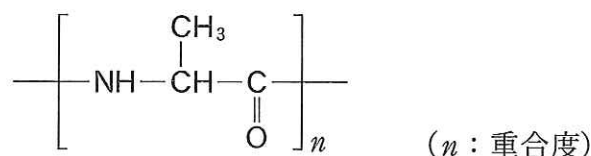
合成高分子には、 $\epsilon$ -カプロラクタムの開環重合によって合成されるナイロンのように、アミド結合で連結した化合物や、ポリエチレンやポリ酢酸ビニルのように、[ (ア) ] 重合で得られる化合物がある。合成高分子にはこの他にも、ポリエステルのように、エステル結合で連結した化合物が存在する。

一方、タンパク質は天然高分子の一つであり、多数の  $\alpha$ -アミノ酸が [ (イ) ] 重合し、ペプチド結合によってある配列順序で連なった化合物である。この配列順序をタンパク質の [ (ウ) ] 構造という。タンパク質を構成する  $\alpha$ -アミノ酸には約 20 種類が知られている。 $\alpha$ -アミノ酸の種類や配列順序、数の違いにより、多くの組み合わせがあり、多種多様なタンパク質が存在する。

問 1. 文中の [ (ア) ] ~ [ (ウ) ] に適切な語句を答えよ。

問 2.  $\alpha$ -アミノ酸から合成されたあるポリペプチドの繰り返し単位は、文章中下線部のナイロンの繰り返し単位と構造異性体の関係にある。このポリペプチドは、ただ 1 種類のアミノ酸からできている。このアミノ酸の側鎖には、枝分かれ構造があるが、不斉炭素原子はない。このポリペプチドの構造式を記入例にならって答えよ。なお、構造式を記入するときは、光学異性体は区別しなくてよい。

構造式の記入例



- 問 3. ポリ酢酸ビニルに含まれるすべてのエステル結合のうちの 70 % だけを加水分解した。得られた高分子の質量は、原料のポリ酢酸ビニルの質量に対して何%になるか、有効数字 2 桁で答えよ。
- 問 4. 20 種類の  $\alpha$ -アミノ酸がランダムな配列順序で、ペプチド結合によって連結できると仮定する。こうして得られる重合度が 100 の直鎖状のタンパク質には、何通りの配列順序が可能か。累乗を使って  $x^y$  のように答えよ。
- 問 5. グリシンとアラニンからなる、重合度 10、分子量 686 のポリペプチドがある。このポリペプチド 2.00 mol を完全に加水分解して得られるグリシンの質量 (g) を、有効数字 3 桁で答えよ。

〔5 B〕 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。なお、解答中の数値は有効数字3桁で答えよ。

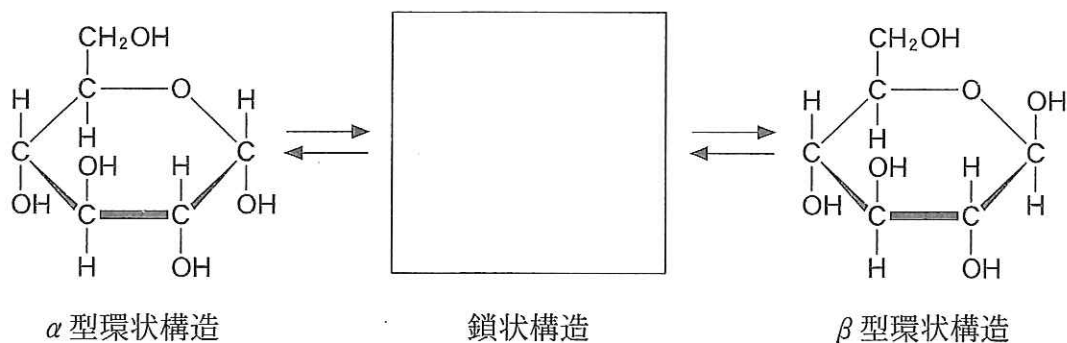
生体内で起こる様々な化学反応は、酵素と呼ばれるタンパク質が触媒として働くことによって、容易に進行する。一般的に、酵素は決まった基質にしか作用しないことが知られており、このことを酵素の〔ア〕という。また、酵素が特定の基質と結合して反応を起こす場所を〔イ〕部位という。一方、酵素には特定の温度で反応速度が最大になる性質があるが、この温度をその酵素の〔ウ〕という。

例えば、〔エ〕と呼ばれる酵素は、グルコースが $\beta$ -グリコシド結合でつながった高分子化合物であるセルロースを加水分解する。また、リパーゼと呼ばれる酵素は、油脂(トリグリセリド)を加水分解し、3分子の脂肪酸と1分子の〔オ〕を生成する。

問1. 文中の〔ア〕～〔オ〕に適切な語句を答えよ。

問2. セルロースを〔エ〕で加水分解した生成物中には、 $\beta$ -グルコース2分子が結合した化合物が含まれる。この化合物名を答えよ。

問3. グルコースは水溶液中では、以下のように3種類の異性体( $\alpha$ 型環状構造、鎖状構造、 $\beta$ 型環状構造)が平衡状態で存在している。この中で還元性を示す鎖状構造の構造式を答えよ。





問 4. トリグリセリドが強塩基によって加水分解されると、脂肪酸の塩とアルコールが生じる。この反応を何というか答えよ。

問 5. 生体内に存在する脂肪酸の中には、二重結合を含む化合物が多数存在する。これらの脂肪酸の総称を答えよ。また、炭素数が 18 で二重結合を 2 個含む脂肪酸(リノール酸)と、炭素数が 20 で二重結合を 5 個含む脂肪酸(エイコサペンタエン酸)の分子量を答えよ。

問 6. 1 分子のトリグリセリド A を加水分解すると、リノール酸、エイコサペンタエン酸、ステアリン酸(炭素数 18, 二重結合 0 個)が 1 分子ずつ生成する。11.3 g のトリグリセリド A に水素を完全に付加して得られるトリグリセリド B の分子量と質量(g)を答えよ。

