

九州大学 一般 前期
平成 24 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 ～ 14	20 ～ 23	4
化学 I ・ 化学 II	15 ～ 30	24 ～ 29	6
生物 I ・ 生物 II	31 ～ 48	30 ～ 35	6
地学 I ・ 地学 II	49 ～ 59	36 ～ 40	5

4. 各解答紙の 2 箇所に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。

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, S = 32.0,

Cl = 35.5, Cu = 63.5, Pt = 195.1

ファラデー定数 F : 9.65×10^4 C/mol

アボガドロ定数 N_A : 6.02×10^{23} /mol

気体定数 R : 8.31×10^3 Pa·L/(mol·K)

[1] 次の文章を読み、問 1～問 8 に答えよ。(22 点)

周期表の第 14 族には、炭素 C、ケイ素 Si、ゲルマニウム Ge、スズ Sn、鉛 Pb が並ぶ。このうち、炭素は非金属、スズと鉛は金属とみなされる。ケイ素とゲルマニウムは、非金属と金属の間隔的な性質を示し、〔ア〕とよばれる。

炭素の単体には、〔イ〕、〔ウ〕、無定形炭素の 3 種類の〔エ〕が存在することが古くから知られている。〔イ〕は電気を通さないが、〔ウ〕は電気を通す。上記の 3 種類のほかに、フラーレンやカーボンナノチューブも〔エ〕に加えられる。

炭素の酸化物には、一酸化炭素と二酸化炭素がある。また、水素との化合物であるメタンは最も簡単な構造を有する有機化合物の 1 つである。これらの化合物に含まれる炭素の酸化数はすべて異なる。

水素、炭素、酸素の各原子が互いに結合する際に電子を引き寄せる力の強さは、酸素原子が最も大きく水素原子が最も小さい。^(a)元素によりその強さに差があるために、電氣的なカタよりが生じる。分子全体としてカタよりがあるものを極性分子という。

二酸化ケイ素は非常に安定な物質であり、その結晶の代表的なものに石英がある。一方、二酸化炭素分子が規則正しく配列してできた結晶は〔オ〕である。〔オ〕を常温常圧で放置すると、^(b)液体状態を経由せずに直接気体になる。

問 1. 文中の〔ア〕～〔オ〕に適切な語句を記せ。

問 2. 自然界に存在する炭素原子はおもに ^{12}C と ^{13}C である。 ^{13}C について、(1)陽子の数、(2)中性子の数を記せ。

問 3. ケイ素原子の各電子殻に入っている電子の数を例にならって示せ。

〔例〕 $\text{Li} : \text{K}^2\text{L}^1$

問 4. [(イ)]の融点は 3550°C と非常に高い。その理由を 20 字以内で説明せよ。

問 5. (1)一酸化炭素, (2)二酸化炭素, (3)メタンについて, それぞれの分子に含まれる炭素の酸化数を記せ。

問 6. 下線部(a)について, その大きさを数値で表したものを何とよぶか答えよ。

問 7. 一酸化炭素, 二酸化炭素, メタン, メタノールの中から, 極性分子に分類されるものをすべて選び, その化学式を記せ。

問 8. 下線部(b)について, その状態変化を何とよぶか答えよ。また, 常温常圧で同じ状態変化を示す化合物名を 1 つあげよ。

〔2〕 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。(25点)

金属イオンに〔ア〕をもつ分子や陰イオンが〔イ〕して生じたイオンを〔ウ〕とよぶ。アンモニア分子の窒素も〔ア〕をもっているため、金属イオンと〔イ〕を形成できる。〔ウ〕は様々な立体構造をもち、その水溶液は特徴的な色を示すものもある。

ある銅(Ⅱ)の化合物 1.20 g を溶かした水溶液に少量のアンモニア水を加えると淡い青色を示す〔エ〕の沈殿が生じた。そこにアンモニア水を加えていくと、次第に沈殿が溶けて〔オ〕が生じて、深い青色の溶液となった。また、化合物〔エ〕の沈殿をすべて集めて、空気中で穏やかに加熱すると黒色の化合物〔カ〕が 0.59 g 得られた。

問 1. 〔ア〕～〔ウ〕に適切な語句を、下の語群から選んで答えよ。

語 群

イオン結合, 共有結合, 配位結合, 金属結合, 酸化, 還元,
不対電子, 非共有電子対, 共有電子対, 自由電子, 錯イオン,
ヒドロキシイオン, 錯塩

問 2. アンモニア分子は水素イオンと結合してアンモニウムイオンとなる。この反応を、電子式を用いて示せ。

問 3. 〔エ〕～〔カ〕の化合物またはイオンの化学式を記せ。

問 4. ある銅(II)の化合物とはどれか、もっとも適切なものを下から選んで、化学式で答えよ。ただし、化合物はすべて無水物とする。また、ある銅(II)の化合物 1.20 g を溶かした水溶液中の銅(II)イオンの 98.5 % が〔エ〕の沈殿となり、〔エ〕はすべて〔カ〕に変化したとする。

塩化銅, 硝酸銅, 硫酸銅, 酢酸銅, 炭酸銅

問 5. ある 3 種類の金属イオン A, B, C が溶解した無色透明の混合水溶液がある。この溶液に、次の操作を個別に行った場合の変化を以下に示す。

1. 酸性条件下で硫化水素を通じると黒色の沈殿が生じた。
2. 希塩酸を加えると白色の沈殿が生じた。
3. 希硫酸を加えた場合は、沈殿は生じなかった。
4. アンモニア水を少量加えると褐色および白色の沈殿が生じ、さらに過剰量加えると、褐色の沈殿は消えて、白色の沈殿が残った。

このとき、金属イオン A~C は何か、化学式で答えよ。ただし、A~C はすべて酸化数が異なり、それぞれの元素は、周期表において第 5 周期までの異なる周期と族に含まれる。また、イオン半径は $C < B < A$ の順である。

〔3〕 次の文章を読み、問1～問3に答えよ。(22点)

表1の①～③に示す電極A、電極Bの組み合わせがある。この電極Aと電極Bを10 mLの0.1 mol/L硫酸水溶液中に電極間距離が1 cmとなるように浸した。次に、電極Aを陽極、電極Bを陰極として電極間に直流電源を用いて電圧をかけた。

表1. 電極の組み合わせ.

	①	②	③
電極A	Pt	Cu	Zn
電極B	Pt	Pt	Pt

- 問1. ①の電極の組み合わせで電極間に2.0 Vの電圧を1時間かけると、18.0 Cの電気量が流れた。このとき、電極Aと電極Bから発生した気体の物質量の合計を有効数字2桁で答えよ。
- 問2. ②の電極の組み合わせで電極間に1.0 Vの電圧を1時間かけると、27.02 Cの電気量が流れた。反応後、電極の重量は、電極Aが8.89 mg減少し、電極Bが2.54 mg増加した。電極Aと電極Bで起こった反応のイオン反応式をすべて書け。このとき、電極Aと電極Bから気体が発生する場合はその気体の物質量を有効数字2桁で答えよ。ただし、気体が発生しない場合は「無し」と答えよ。また、反応後の溶液中の金属イオン濃度と水素イオン濃度を有効数字2桁で答えよ。なお、水素イオン濃度を求める場合、硫酸の1段階目の電離は完全に進行し、2段階目の電離定数は0.01 mol/Lとして計算せよ。
- 問3. ①と③の電極の組み合わせで電極間に0.1 Vの電圧をそれぞれ1時間かけた。このとき、電極Aで起こる反応のイオン反応式を書け。ただし、反応が起こらない場合は「無し」と答えよ。

- [4] 文中の〔ア〕～〔オ〕に適切な数字および記号を記せ。なお、〔ウ〕～〔オ〕は有効数字3桁で答えよ。(10点)

実在気体 1.00 mol が占める体積 V の、同じ圧力・温度における理想気体 1.00 mol が占める体積 V_i に対する比を Z とすると、

$$Z = \frac{V}{V_i}$$

と表される。また、 V_i を気体定数 R 、温度 T 、圧力 P で表すと〔ア〕となるので、上式は

$$Z = [\text{イ}]$$

と書き換えることができる。したがって、1.00 mol の理想気体とみなせる気体であれば気体の種類に関わらず Z の値は 1.00 になる。

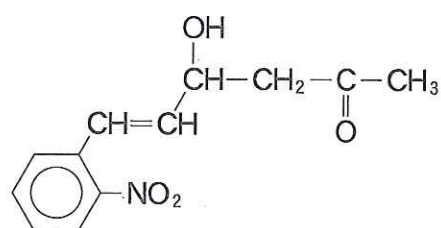
クリプトンおよびプロパンの標準状態における体積を測定すると、それぞれ 22.4 L および 21.8 L であった。これらより、それぞれの Z の値はクリプトンが〔ウ〕、プロパンが〔エ〕と計算できる。

実在気体の状態方程式の1つとして次の式で表されるファンデルワールスの式がある。

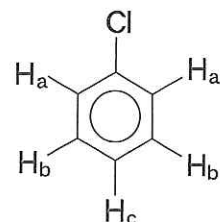
$$\left(P + \frac{n^2 a}{V^2} \right) (V - nb) = nRT$$

ここで、 n は物質量、 a および b はファンデルワールス定数である。実在気体は理想気体と異なり、気体分子同士の引力の原因となる分子間力が存在する。また、実在気体では気体分子自身の体積が無視できないため、その分だけ気体分子が自由に動ける体積が減少する。したがってプロパンのファンデルワールス定数を $a = 8.78 \text{ m}^6 \cdot \text{Pa} / \text{mol}^2$ および $b = 8.45 \times 10^{-2} \text{ L} / \text{mol}$ とすると、1分子のプロパンが占める体積は〔オ〕 nm^3 と計算できる。

- [5] 化合物 A の構造決定に関する次の(1)~(9)の文章を読み、問 1 ~ 問 5 に答えよ。なお、構造式は右の例にならって記せ。光学異性体は区別しなくてよい。(22 点)



- (1) 炭素と水素と酸素からなる分子量 354 の化合物 A に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加水分解したのち、希塩酸を加えて酸性にしたところ、化合物 B、化合物 C および化合物 D が 1 : 1 : 1 のモル比で得られた。
- (2) 化合物 B の元素分析を行ったところ、炭素と水素の質量%はそれぞれ 78.7 %、8.2 % であった。
- (3) 化合物 C は化合物 B と同じ分子式を持つ化合物であり、化合物 B および化合物 C はともにベンゼン環を有することが分かった。
- (4) 化合物 B および化合物 C を金属ナトリウムと反応させると、どちらも水素を発生した。
- (5) 化合物 B および化合物 C に塩化鉄(III)水溶液を加えると、化合物 C のみが呈色した。
- (6) 化合物 B を過マンガン酸カリウム水溶液で十分に酸化すると化合物 E が生じた。この化合物 E を加熱すると分子内で反応が進行し化合物 F が得られた。
- (7) 核磁気共鳴分光装置により有機化合物の測定を行うと、有機化合物中の物理的・化学的性質の異なる水素原子がそれぞれ何種類存在するかを観測することができる。例えば右に示すクロロベンゼンの測定を行うと、 H_a 、 H_b および H_c という 3 種類の水素原子が存在し、その存在比率は 2 : 2 : 1 であることが分かる。化合物 C の核磁気共鳴分光測定を行い、化合物 C のベンゼン環に直接結合した水素原子を分析したところ、異なる性質を持つ水素原子が 2 種類観測され、2 種類の水素原子の存在比率は 1 : 1 であった。
- (8) 化合物 D は 2 つのカルボキシル基を有しており、ヘキサメチレンジアミンと縮合重合するとナイロン 66 を生じた。
- (9) 化合物 D は分子式 C_6H_{10} の化合物 G を過マンガン酸カリウム水溶液と反応させることによっても得られた。



問 1. 化合物 B の分子式を記せ。

問 2. (3)~(5)において化合物 B および化合物 C が示したのと同じ性質をもつ構造異性体は、化合物 B および化合物 C も含めてそれぞれ何種類存在するか答えよ。

問 3. 化合物 E から化合物 F を生じる反応を化学反応式で表せ。なお、化合物 E と化合物 F は構造式で示せ。

問 4. 化合物 G の構造式を記せ。

問 5. 化合物 A の構造式を記せ。

〔6〕 次の文章を読み、問1～問3に答えよ。(24点)

我々の生命活動に欠かすことのできない食品には、五つの栄養素、すなわち、炭水化物、タンパク質、脂質、ビタミン、無機塩類が含まれている。これらのうち、特に三大栄養素(炭水化物、タンパク質、脂質)は、摂食後、消化器官において分解を受け、分解物は種々の生命活動に利用される。

主に穀物から供給される炭水化物の一種であるデンプンは、唾液ならびにすい液に含まれる酵素〔ア〕の作用によりデキストリンを経て、二糖であるマルトースとなり、最終的には、酵素〔イ〕の作用によって単糖のグルコースまで分解される。その後、腸管で吸収され、エネルギー源として利用されるほか、主に肝臓中でグリコーゲンへと変換され、^(a)貯蔵される。

脂質の分解酵素である〔ウ〕は食事成分として摂取された脂質を胃や小腸において、その基本骨格であるグリセリンと脂肪酸に加水分解する。これらの分解生成物は吸収後、エネルギー源として利用されるほか、^(b)生体膜の構成要素などになる。

タンパク質は、胃で分泌される酵素〔エ〕、すい液に含まれる酵素〔オ〕、その他のペプチダーゼにより、ペプチドやアミノ酸にまで分解を受け、腸管で吸収される。

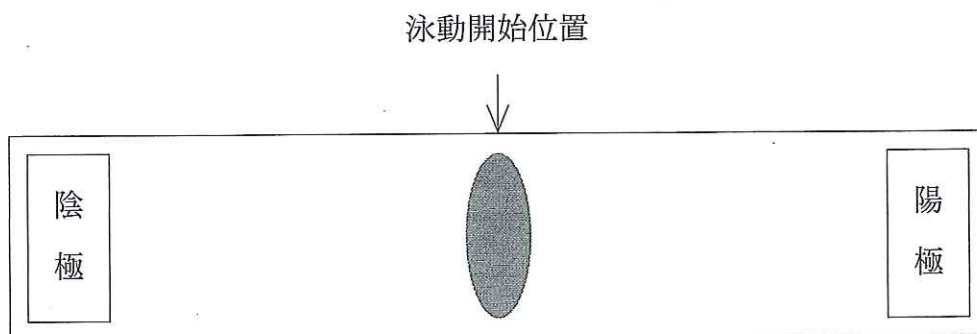
問 1. 文中の〔ア〕～〔オ〕に適切な酵素名を記せ。

問 2. 文中の下線(a)で示したように、グルコースは、体内においてエネルギー源として利用され、1個の分子の酸化過程で高エネルギーリン酸化合物であるATP(アデノシン三リン酸)38個の生成へとつながる。また、下線(b)の様に脂肪酸の一種であるパルミチン酸($C_{15}H_{31}COOH$)については、1分子の酸化によって、130個のATPが生成する。また、ステアリン酸($C_{17}H_{35}COOH$)については、1分子あたり146個のATPの生成へとつながる。ATPがADP(アデノシン二リン酸)に分解を受ける際に放出され、生命活動に利用できるエネルギーを30.5 kJ/molとした場合、ステアリン酸とパルミチン酸(モル比2 : 1)から構成されるトリグリセリド(脂質)1.00 gを酸化したときに生成するエネルギーを算出し、有効数字3桁で答えよ。ただし、脂質に関しては完全に分解されるものとし、分解に用いられるエネルギーとグリセリンから生じるエネルギーは考慮しないものとする。

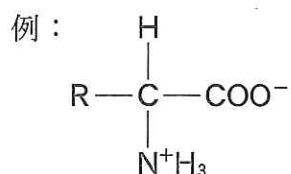
問 3. 下記の(1)~(4)のトリペプチドに関して以下の問いに答えよ。

- (1) グリシン—セリン—リシン
- (2) バリン—システイン—グルタミン酸
- (3) アラニン—イソロイシン—チロシン
- (4) メチオニン—プロリン—ロイシン

① これらのトリペプチド溶液をpH 6.0付近の溶液中で下図のような電気泳動によって分離を試みた場合、泳動終了後、最も陽極側、陰極側、それぞれに移動するトリペプチドの番号を答えよ。ただし、塩基性アミノ酸、酸性アミノ酸以外のアミノ酸はほぼ同じ等電点を有するものとする。



- ② 最も陰極側に移動するトリペプチドを構成するアミノ酸のうち、その位置に移動する主要な因子となっているアミノ酸名を答えよ。さらに、そのアミノ酸が pH 6.0 の溶液中に存在するときの荷電状態を示す構造式を例にならって記せ。



- ③ (1)~(4)のトリペプチド溶液のうち、キサントプロテイン反応(黄色の呈色反応)を示す溶液の番号を答えよ。また、そのトリペプチドを構成するアミノ酸のなかで、キサントプロテイン反応に関与しているのはどれか、アミノ酸の名称を答えよ。さらに、そのアミノ酸が pH 4.0 の溶液中で存在するときの荷電状態を示す構造式を②の例にならって記せ。

24

化学Ⅰ・化学Ⅱ

平成24年度入学試験問題

受験番号

受験番号

解答紙

(6枚のうち1枚目)

24

〔1〕 (22点)

〔1〕の採点

問1	(ア)	(イ)	(ウ)
	(エ)	(オ)	

--	--

問2	(1)	(2)

問3	
----	--

問4									

問5	(1)	(2)	(3)

問6	
----	--

問7	
----	--

問8	状態変化の名称	化合物名

25

化学 I ・ 化学 II

平成 24 年度入学試験問題

受験番号

受験番号

解答紙

(6 枚のうち 2 枚目)

25

[2] (25 点)

[2] の採点

問 1

(ア)	(イ)	(ウ)

--	--

問 2

--

問 3

(エ)	(オ)	(カ)

問 4

--

問 5

A	B	C

26

化学Ⅰ・化学Ⅱ

平成24年度入学試験問題

受験番号

受験番号

解答紙

(6枚のうち3枚目)

26

[3] (22点)

[3]の採点

問1

mol

採点欄

問2

電極 A	
電極 B	
電極 A から発生する気体	mol
電極 B から発生する気体	mol
金属イオン濃度	mol/L
水素イオン濃度	mol/L

問3

①の電極 A	
③の電極 A	

27

化学Ⅰ・化学Ⅱ

平成24年度入学試験問題

受験番号
| | | | |

受験番号
| | | | |

解答紙

(6枚のうち4枚目)

27

[4] (10点)

(ア)	(イ)	(ウ)

(エ)	(オ)

[4]の採点

--	--

28

化学Ⅰ・化学Ⅱ

平成24年度入学試験問題

受験番号				

受験番号				

解答紙

(6枚のうち5枚目)

28

[5] (22点)

問1

[5]の採点

--	--

問2

化合物Bの構造異性体数	化合物Cの構造異性体数

問3

問4

問5

29

化学 I ・ 化学 II

平成 24 年度入学試験問題

受験番号

受験番号

解答紙

(6 枚のうち 6 枚目)

29

[6] (24 点)

[6] の採点

問 1

(ア)	(イ)	(ウ)

--	--

(エ)	(オ)

問 2

kJ

問 3

①陽極側	①陰極側

②アミノ酸名	②構造式

③トリペプチドの番号	③構造式
③アミノ酸名	