

福岡大学医学部 化学

2023年 2月 2日実施

1

問 1 (2) 問 2 (3) 問 3 (4)

解説

問 1 それぞれの記述で起こる反応の化学反応式と現象は以下のとおり。

- (a) $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{S} \longrightarrow \text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ の反応で生じた硫黄がコロイド状となり，溶液が白濁する。
- (b) $2\text{KBr} + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{KCl} + \text{Br}_2$ の反応で生じた臭素により，溶液が褐色になる。
- (c) $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 \longrightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}_2$ の反応により二酸化窒素が発生する。

問 2 気体の溶解度はその気体の分圧に比例する。これをヘンリーの法則という。

問 3 それぞれの記述の正誤については以下のとおり。

- (a) 誤；プラスチックは一般に，分子量の異なる高分子の混合物である。
- (b) 正；ポリエチレンテレフタレートは，繊維としてはポリエステル，樹脂としては PET 樹脂として用いられる。
- (c) 正；フェノールとホルムアルデヒドの付加縮合で合成されるフェノール樹脂，尿素とホルムアルデヒドの付加縮合で合成される尿素樹脂などが代表的な熱硬化性樹脂である。
- (d) 誤；シリコンゴムの代表はジメチルジクロロシランなどから得られる高分子化合物で，単結合のみからなり安定性が高いため医療器具などに利用されている。

〈〈 模試・講座のご案内 〉〉

受験相談会・後期模試・攻略講座を実施します

※詳細は最終面をご確認ください

2

- 問1 ア：(12) 酸素 イ：(30) 14 ウ：(20) 4 エ：(43) 共有 オ：(51) 正四面体
 カ：(37) 半導体 キ：(36) 太陽 ク：(20) 4 ケ：(45) 光ファイバー コ：(53) 水ガラス
 サ：(56) ケイ酸 シ：(55) シリカゲル



問3 $N_A = \frac{8M}{dI^3}$ 問4 $\text{SiO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \longrightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2$

的 中 !!

福岡大学医学部直前 (2月1日)

問題 2-1 次の文を読み、下の問 1~問 6 に答えよ。解答は解答用紙の該当欄に正しく記入すること。

(中略)

原子 A では、14 個の電子のうち **a** 個が K 殻に、**b** 個が L 殻に入り、残りの **c** 個が M 殻に入る。したがって、原子 A の **エ** は **d** 個であり、原子 A どうしが **オ** を出し合い、共有結合からなる結晶を作る。原子 A の結晶は、図に示すように粒子どうしが共有結合してできた四面体構造が、立体的に積み重なった構造をしている。この立体構造における最小の繰り返し単位を単位格子という。この単位格子には **e** 個の原子 A が含まれる。原子 A の結晶は、灰色で金属光沢があり、半導体の性質を示す。高純度の単体は、太陽電池などの電子材料として広く用いられている。

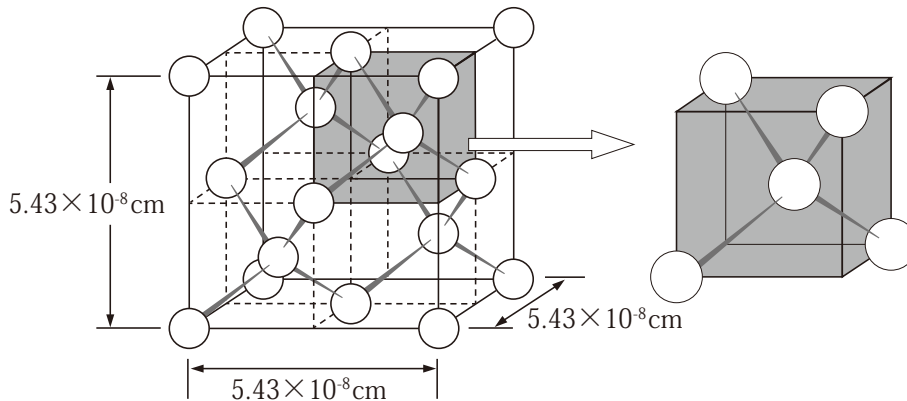


図 原子 A の単位格子

- 問1 文中の空欄 **ア** ~ **オ** に最も適する語句を解答欄に記せ。
 問2 文中の空欄 **a** ~ **e** に最も適する数字を次の (11)~(22) から選び、番号で答えよ。ただし、同じ番号を何度用いてもよい。


(中略)

- 問6 原子 A の結晶の密度は、 2.33 g/cm^3 であり、この単位格子の 1 辺の長さは $5.43 \times 10^{-8} \text{ cm}$ である。原子 A の原子量はいくらか。有効数字 3 桁で答えよ。ただし、アボガドロ定数は $6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$ 、 $(5.43 \times 10^{-8})^3 = 1.60 \times 10^{-22}$ とする。

解説

問1 地表付近の元素の質量百分率をクラーク数といい、大きいものから順に $O > Si > Al > Fe > \dots$ となっている。これは岩石の主成分が SiO_2 であることが理由。

単体ケイ素の結晶はダイヤモンドと同じ構造をしている。シリカゲルは二酸化ケイ素から作られる、表面積の大きな吸着剤である。

問3 単体ケイ素の結晶は、に描かれた図のような構造をとっている。この単位格子内にはケイ素原子が8個存在するので、その質量は $\frac{M}{N_A} \times 8$ [g]。一方この単位格子の質量は (密度) \times (体積) = dl^3 [g]。

これより $\frac{M}{N_A} \times 8 = dl^3 \iff N_A = \frac{8M}{dl^3}$ とわかる。

問4 シリカゲル製造の工程は次のようになっている。

- ・ 二酸化ケイ素を $NaOH$ または Na_2CO_3 と融解させる。 $SiO_2 + Na_2CO_3 \longrightarrow Na_2SiO_3 + CO_2$ など
- ・ これに水を加えて煮沸する。 $Na_2SiO_3(固) + aq \longrightarrow Na_2SiO_3aq$ (水ガラス)
- ・ 塩酸を加える。 $Na_2SiO_3 + 2HCl \longrightarrow H_2SiO_3 \downarrow + 2NaCl$
- ・ ケイ酸を乾燥させる。 $H_2SiO_3 \longrightarrow SiO_2 \cdot nH_2O + (1-n)H_2O$

3

問1 あ：(1) エネルギー保存 い：(5) 燃焼熱 問2 (i) (1) (ii) (6)

問3 (i) A:9 B:3 (ii) (2) (iii) (1) (iv) 1273 問4 (i) 18 °C (ii) (3)

解説

問1 **あ** エネルギー保存の法則は、問題文にある通り「化学反応によってエネルギーが姿を変えても反応の前後でエネルギーの総量は変わらない」といったものである。なお、総熱量保存の法則は「反応熱の総和は反応の経路によらず反応の最初と最後の状態だけで決まる」といったもので、ヘスの法則と呼ばれるものである。

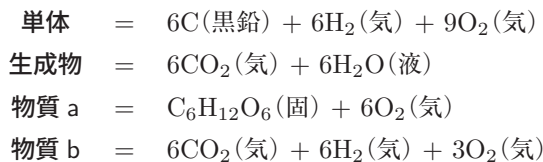
い 燃焼熱は「物質 1 mol が完全燃焼するとき発生する熱量」であり、②は黒鉛の燃焼熱、③は水素の燃焼熱を表す熱化学方程式である。

問2(i) 液体の水の生成熱 Q kJ/mol の熱化学方程式は $H_2(気) + \frac{1}{2}O_2(気) = H_2O(液) + Q$ kJ であるので

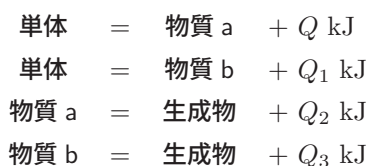
③より $Q = 286$ kJ/mol である。

(ii) 光合成によりグルコース 1 mol が生じる反応の反応熱 Q kJ/mol の熱化学方程式は $6CO_2 + 6H_2O = C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + Q$ kJ であるので④より $Q = -2807$ kJ/mol である。

問3(ii) 図1には矢印の向きに反応が進んだときの反応熱が記されている。



として図中の反応熱を熱化学方程式にすると次のようになる。



単体、生成物、物質 a、物質 b を消去すると $Q + Q_2 = Q_1 + Q_3$ という関係式が得られる。つまり、単体から生成物にいたるまでにやり取りする熱量は、物質 a を経由しても物質 b を経由しても等しいということである。

(iii) Q_2 は④より $Q_2 = 2807$ で、物質 a のエネルギーは生成物のエネルギーよりも 2807 kJ 高い。 Q_3 は $6\text{H}_2(\text{気}) + 3\text{O}_2(\text{気}) = 6\text{H}_2\text{O}(\text{液}) + Q_3 \text{ kJ}$ であるので③より $Q_3 = 286 \times 6 = 1716$ で、物質 b のエネルギーは生成物のエネルギーより 1716 kJ 高い。この 2 つのエネルギーより物質 a のエネルギーは物質 b のエネルギーより $2807 - 1716 = 1091$ kJ 高い。よって、エネルギーが最も高いのは物質 a で、次に物質 b、最も低いエネルギーは生成物である。

(iv) Q_1 は $6\text{C}(\text{固}) + 6\text{O}_2(\text{気}) = 6\text{CO}_2(\text{気}) + Q_1 \text{ kJ}$ なので②より $Q_1 = 394 \times 6 = 2364$ となる。 $Q + Q_2 = Q_1 + Q_3$ の関係式により $Q = 2364 + 1716 - 2807 = 1273$ が得られる。

問 4 (i) グルコース $\frac{1.0}{180}$ mol の完全燃焼により得られたエネルギーは④より $\frac{2807}{180}$ kJ である。一方、1 kg の水の温度が 14°C から $t^\circ\text{C}$ まで上昇したときに水が吸収したエネルギーは $4.2 \times 1000 \times (t - 14) \times 10^{-3}$ kJ と表せることから $\frac{2807}{180} = 4.2 \times 1000 \times (t - 14) \times 10^{-3}$ となり $t - 14 = \frac{2807}{180 \times 4.2} = 3.71$ となって $t = 17.71^\circ\text{C}$ が得られる。

(ii) 各操作による影響は以下のとおり。

操作 a 反応容器の材質の断熱性を高めると反応容器内で発生したエネルギーが水に伝わりにくくなって水の温度変化が小さくなり発熱量の実験値は真の値より小さくなってしまふ。

操作 b 水より比熱の小さい物質に替えると同じエネルギーを吸収したときの温度上昇が水よりも大きくなってしまふ。外側の空気の温度との温度差が大きいほど外へ逃げていくエネルギーの量が大きくなるので発熱量の実験値は真の値より小さくなってしまふ。

操作 c 反応後は水だけでなく反応容器の温度も上昇しているので反応容器が温度上昇によって吸収したエネルギーも加えて発熱量を計算すれば実験値は真の値のより近くなる。

4

問 1 (5)

問 2 D : (15) ギ酸 E : (24) 2-プロパノール F : (25) アセトン G : (19) メタノール

H : (17) プロピオン酸 J : (27) ホルムアルデヒド K : (16) 酢酸 L : (28) アセトアルデヒド

問 3 (2) 問 4 A : $\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3$ B : $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_3$ 問 5 酢酸ビニル

解説

問 1 エステルに酸または塩基を加えて加熱すると加水分解が起こり、一般にカルボン酸（またはその塩）とアルコールが生じる。

問 2 実験Ⅱから、エステル A を加水分解して得られる D は還元性を持つカルボン酸であり、ギ酸であると推定できる。すると E は炭素数が 3 のアルコールとなるが、実験Ⅲからヨードホルム反応を示すことがわかるため、2-プロパノールと決まる。その酸化体 F はアセトンである。

実験Ⅳから、エステルの加水分解で得られ、かつ、酸化によりギ酸を生じる G はメタノールであると推定できる。G（の蒸気）を赤熱した銅線に触れさせることで生じる J はホルムアルデヒドである。一方で、B の加水分解で得られた H は炭素数 3 のカルボン酸であるため、プロピオン酸である。

実験Ⅴにおいて、L を酸化すると K が生じたことから、これら二つの物質の炭素数は等しいことがわかる。つまり、C を加水分解して得られるカルボン酸 K と（異性化により L となる）アルコールの炭素数がどちらも 2 であることがわかり、K は酢酸と決定できる。また、この異性化は $\text{C}=\text{C}$ に結合した $-\text{OH}$ の水素原子が転位することでカルボニル基を生じた反応（ケト-エノール互変）であると推定され、ビニルアルコール $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{OH}$ がアセトアルデヒド CH_3-CHO に変化したことがわかる。

問 3 この反応では銅は触媒として働き、 $2\text{CH}_3\text{OH} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{HCHO} + 2\text{H}_2\text{O}$ という反応式で表すことができる。したがって、1 分子の酸素は 2 分子のメタノールを酸化することができる。

問 4 化合物 A はギ酸と 2-プロパノールのエステルであることからギ酸イソプロピル、化合物 B はプロピオン酸とメタノールのエステルであることからプロピオン酸メチルと決まる。

問5 化合物Cの構造式は $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{O}-\text{CH}=\text{CH}_2$ となる.

講評

1 [小問集合] (やや易)

酸化還元反応, 身近な化学現象, 合成高分子化合物についての小問. 計算問題も, 答えを出すのに時間を取られるような設問もなく, 短時間でクリアして先に進んだ受験生が多かっただろうと思われる.

2 [ケイ素] (標準)

ケイ素の製法, 性質, 光ファイバーやシリカゲルなどのケイ素化合物に関する総合問題であった. シリカゲルの製法は有名. ケイ素の結晶構造はダイヤモンド型の結晶として学んでいると思う. 知識問題なので時間はかからなかっただろう.

3 [熱化学] (やや難)

問3以降で苦戦した受験生は多かったのではないだろうか. 小手先だけでは正解を出すのは難しく, きちんと熱化学方程式を書いて解く必要がある問題だった. また, 問4の(ii)もよく読んで考えないと引っ掛かりがちな問題だった.

4 [エステルの構造推定] (標準)

エステルの構造推定をテーマに, 脂肪族分野の基本的な知識をくまなく網羅できていたかどうか問われた. この設問での失点をどれだけ低く抑えられたかは合否の分かれ目の一つになりそう.

1の問2や3には新課程への移行を意識したような出題が見られ, そこに解きづらさを感じた受験生はいたかもしれない. 総合的な難易度としては2022年度から大きな変化はなく, 一次合格には80%を狙いたい.

メルマガ無料登録で全教科配信! 本解答速報の内容に関するお問合せは… メビオ ☎0120-146-156 まで

 医学部進学予備校 ☎0120-146-156 https://www.mebio.co.jp/	 医学部専門予備校 ☎03-3370-0410 https://yms.ne.jp/	 医学部専門予備校 ☎0120-192-215 https://www.mebio-eishinkan.com/	 登録はこちらから
--	--	---	---

医学部入試攻略ガイド

大阪	2.5(日)	14:00~15:00(ガイド) 14:00~15:00(個別相談) 阪急梅田グランドビル会議室
神戸	2.11(土)	14:00~15:00(ガイド) 14:00~15:00(個別相談) 三宮研修センター
京都	2.12(日)	14:00~15:00(ガイド) 14:00~15:00(個別相談) 京都経済センター (四条烏丸)

医学部受験相談会

名古屋	2.5(日)	11:00~16:00 オフィスパーク名駅プレミア会議室
広島	2.5(日)	11:00~16:00 TKPガーデンシティPREMIUM 広島駅前

後期模試

金沢医科大学 2.17 関西医科大学 2.22

後期攻略講座

近畿大学医学部 2.18・23
 関西医科大学 2.20・3.2
 金沢医科大学 2.21・27/2.24 (名古屋)
 藤田医科大学 2.24 (名古屋)
 久留米大学医学部 3.6
 大阪医科薬科大学 3.7

詳しくは Web またはお電話で