

山口大学 前期

平成 25 年度 入学者選抜学力検査問題

理 科

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、問題冊子及び解答用紙の中を見てはいけません。
- 2 出題科目、ページ及び解答用紙の枚数は、下表のとおりです。

出題科目	ページ	解答用紙枚数
物 理	1 ～ 9	4
化 学	10 ～ 16	4
生 物	17 ～ 26	5
地 学	27 ～ 39	6

- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の枚数の過不足や汚れ等に気がついた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- 4 試験開始後、すべての解答用紙に受験番号、志望学部及び氏名を記入してください。受験番号の記入欄はそれぞれ2箇所あります。
- 5 解答はすべて解答用紙の指定された解答欄に記入してください。
- 6 問題冊子の余白は適宜使用してください。
- 7 各問題の配点は100点満点としたときのものです。
- 8 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

化 学

必要であれば、次の値を用いなさい。

原子量：H = 1.0, C = 12.0, O = 16.0, Na = 23.0, Al = 27.0

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

アボガドロ定数： $N_A = 6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$

$\sqrt{2} = 1.41$, $\sqrt{3} = 1.73$

1 気圧を $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ とせよ。0 °C を 273 K とせよ。

- 1 次の から に適当な語句または数字を入れなさい。(配点 20)

脱水反応は有機化学のみならず生体分子や高分子の変換では大変よく見られる重要な反応である。たとえばフタル酸は を酸化すると合成できるが、フタル酸の2つのカルボキシル基から脱水して を与える。エタノールを酸性条件で 170 °C に加熱すると脱水して を与える。それよりやや低温でエタノールを酸性条件で反応させれば、エタノール2分子から脱水反応が進行して が得られる。2つの分子から脱水する反応として、エステル化がある。サリチル酸をメタノールと酸の存在下で加熱すると、脱水して を生じる。

脱水反応は合成高分子でも進行する。ポリビニルアルコールは 基を多数もつ合成高分子である。これを酸の存在下でホルマリンと反応させると、ポリビニルアルコールとホルムアルデヒドの間で脱水反応して、ビニロンを生じる。この脱水反応を 化反応という。

生体関連分子でも脱水反応は大変よく見られる反応である。 α -アミノ酸が2分子で脱水すると 結合ができる。たとえばL-アスパラギン酸とL-フェニルアラニンメチルエステルが脱水縮合したものは として用いられている。多数の α -アミノ酸が脱水縮合した生体高分子が である。この

生体高分子を構成する主要な α -アミノ酸は約 11 種類ある。このうち 12 を除くすべてが光学活性な α -アミノ酸である。

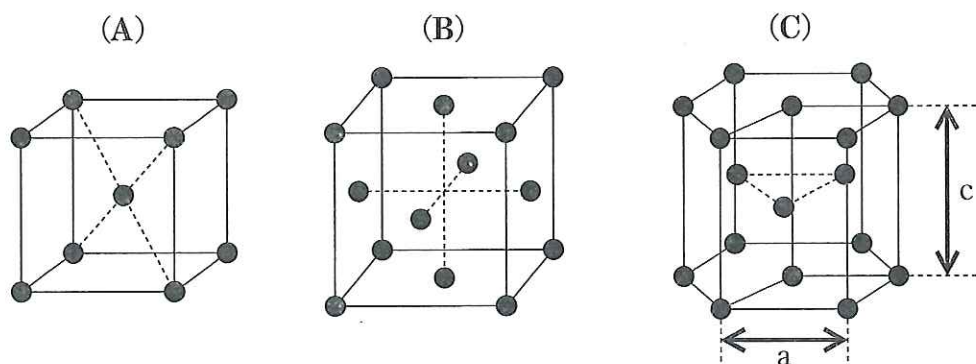
油脂はグリセリンと炭素数が 18 程度の脂肪酸から 13 分子の水が脱水反応してできたエステルである。エステル化のような脱水反応の逆反応を 14 反応と呼ぶ。油脂を水酸化ナトリウムと反応させると脂肪酸ナトリウム塩が得られる。これは 15 として広く用いられている。

グルコースのような単糖類 2 分子から 1 分子の水が脱水して縮合すると二糖類と呼ばれる化合物を与える。砂糖を構成するスクロースは二糖類の一つであり、 16 とグルコースが脱水してできた糖である。グルコース 2 分子が脱水縮合すると、二糖類であるマルトースまたは 17 が得られる。多数のグルコースの間で脱水縮合して得られる高分子の代表例がデンプンとセルロースである。これらの高分子はピラノース構造をとるグルコースの 1 位と 4 位の水酸基の間で脱水して高分子鎖を形成している。デンプンは 18 などの酵素によってマルトースを経由してグルコースに変換されやすいが、セルロースは溶解しにくい強固な高分子として知られている。これはセルロース分子間の 19 結合によるためであると考えられている。セルロースをグルコースに変換するには強酸と高温処理する方法が知られている。セルロースは硝酸と硫酸の混合物と反応させると脱水して 20 を生じる。

2 次の文章を読んで、後の問いに答えなさい。(配点 30)

金属結合によって同じ大きさの金属原子が規則正しく配列した結晶を金属結晶という。金属結晶は、多くの場合、以下の図(A)のような単位格子の各頂点と中心に原子が位置する , 図(B)のような単位格子の各頂点および各面の中心に原子が位置する , 図(C)のような、正六角柱の上面および底面の各角および中心と、正六角柱の内部で高さ $\frac{1}{2}$ のところに原子が位置する のいずれかの構造をとる。例えば、ナトリウム、カリウムなどは , 銀、銅などは , マグネシウム、亜鉛などは のような結晶構造を持つ。それぞれ結晶構造には、以下のような特徴がある。

- ・ では、各金属原子は、 個の原子と接しており、単位格子に含まれる金属原子の数は、 個である。
- ・ では、各金属原子は、 個の原子と接しており、単位格子に含まれる金属原子の数は、 個である。
- ・ では、各金属原子は、 個の原子と接しており、単位格子に含まれる金属原子の数は、 個である。



問 1 文中の , , に適当な語句を、 ~ には適当な数値を入れ、文章を完成させなさい。

問 2 X線分析によりアルミニウムの結晶を調べたところ、イの配列を取り、単位格子の1辺の長さは、 $4.0 \times 10^{-8} \text{ cm}$ であった。アルミニウムの原子を球とみなした場合、その半径は何 cm か有効数字2桁で計算しなさい。計算過程も示しなさい。

問 3 問2におけるアルミニウムの密度(g/cm^3)を有効数字2桁で計算しなさい。計算過程も示しなさい。

問 4 理想的なウでは、単位格子の軸比(図中の c/a)は、約1.63となることが知られている。このことを計算で証明しなさい。計算過程も示しなさい。

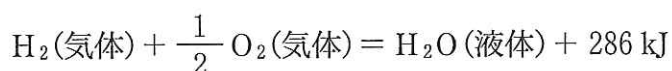
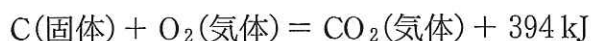
3 次の文章を読み後の問いに答えなさい。(配点 25)

簡易コンロ用の燃料ボンベに液体のブタンが 290 g 入っている。このコンロを用いた燃料のブタンの燃焼について考えた。但し、ここでは、ブタンはすべて直鎖状のブタンとし、気体は理想気体としなさい。

計算問題は計算過程も書き、解答は有効数字 3 桁で書きなさい。気体の体積は 27.0 °C, 1.00 気圧での値を求めなさい。

問 1 ブタンが完全燃焼したときの化学変化を化学反応式で書きなさい。

問 2 ブタンは、コンロの使用条件では気化したのちに燃焼する。ブタン(気体)の生成熱は 127 kJ/mol である。次の熱化学方程式を利用して、ブタン(気体)の燃焼熱を求めなさい。



問 3 燃料ボンベ中のブタンが空気中ですべて完全燃焼したとき、燃焼に必要な空
気の体積^(イ)と発生する炭酸ガスの質量を求めなさい。但し、空気は N_2 と O_2 で構成されると仮定し、物質質量比で $\text{N}_2 : \text{O}_2 = 4 : 1$ の混合気体としなさい。

問 4 ブタンの燃焼はブタンを空気中に放出しただけでは起こらない。そのため、放出と同時にエネルギーを与える必要がある。しかし、一度燃焼が開始するとブタンを定常的に供給することで燃焼は継続的に起こる。これらの理由を 100 字以内で答えなさい。

4 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。(配点 25)

土壌中には様々な微生物が生息している。土壌からの二酸化炭素の発生量は、土壌中の微生物活性の指標として用いられている。その測定法の原理は以下の通りである。

あらかじめ水分を調節した土壌を広口瓶に入れ、これを懸垂式の捕集瓶(図)につるして密閉した後、一定温度で培養し二酸化炭素を発生させる。捕集瓶の底に入れた水酸化ナトリウム水溶液に、発生した二酸化炭素を吸収させて回収する。^①この水酸化ナトリウム水溶液に過剰の塩化バリウムを加えると、吸収された二酸化炭素は炭酸バリウムとなって沈殿する。^②残った水酸化物イオンを塩酸で中和滴定することにより、発生した二酸化炭素を定量する。

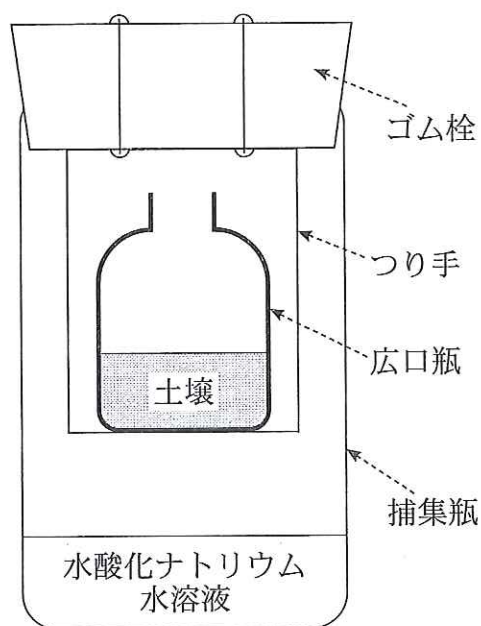


図. 二酸化炭素発生・捕集装置

ある土壌からの二酸化炭素発生量を測定するために、図に示した装置を用いて次のような実験を行った。水分を調節した土壌(乾燥土壌 50.0 g に相当)を広口瓶に入れ、懸垂式の捕集瓶につるした。濃度 0.500 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 20.0 mL を正確に捕集瓶の底にとり、密封した。これとは別に土壌のみを入れない^③

捕集瓶を同様に準備した。これらを 27.0°C で培養後，広口瓶を取り除いた捕集瓶に濃度 1.00 mol/L の塩化バリウム液 3.00 mL を加え，更にフェノールフタレインを $3\sim 4$ 滴加えて濃度 0.200 mol/L の塩酸で中和滴定した。結果は次表の通りであった。なお，この実験は， 1 気圧の下で行った。また，気体は理想気体とする。

表. 実験結果

捕集瓶	滴定値
土壌有り	34.5 mL
土壌なし	49.5 mL

問 1 下線部①における反応の化学反応式を答えなさい。

問 2 下線部②における反応の化学反応式を答えなさい。

問 3 下線部③のように，土壌のみを入れない捕集瓶を準備する理由を答えなさい。

問 4 実験結果から，この土壌から発生する二酸化炭素の量を乾燥土壌 1 kg あたりのモル数で答えなさい。計算過程も示すこと。

問 5 問 4 で求めた二酸化炭素の重量および体積を有効数字 3 桁で答えなさい。計算過程も示すこと。