

山口大学 前期

平成 26 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 ～ 19	5
生 物	20 ～ 32	5
地 学	33 ～ 45	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, N = 14.0, O = 16.0, S = 32.1, Cl = 35.5,

K = 39.1, Br = 79.9, Cs = 132.9

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： $N_A = 6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$

$1 \text{ nm} = 10^{-7} \text{ cm}$, $\sqrt{2} = 1.41$, $\sqrt{3} = 1.73$

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

1 次の文章を読んで、後の問いに答えなさい。(配点 20)

C_5H_{12} の分子式をもつアルカンには 種類の構造異性体が存在する。このうち沸点が最も高いものは である。一方、 $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ の分子式をもつアルコールには 種類の構造異性体が存在する。このうち濃硫酸を加えて加熱すると幾何異性体を生じるのは である。 $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$ で表されるキシレンの位置異性体のうち を するとテレフタル酸が得られる。テレフタル酸とエチレングリコールを縮合重合すると、 反応が繰り返され、ポリエチレンテレフタレートができる。ポリエチレンテレフタレートは耐久性に優れた高分子であるため飲料容器などに用いられている。

マレイン酸とフマル酸は、 $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4$ の分子式をもつ不飽和二価カルボン酸で互いに幾何異性体の関係にある。 体であるマレイン酸は加熱すると分子内で脱水縮合反応を起こして になることが知られている。

$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ の分子式をもつ単糖のうち、アルデヒド基をもつものをアルドースと呼ぶ。このアルドースが鎖状構造の時には、分子内にアルデヒド基が存在するため を示し、アンモニア性硝酸銀水溶液から銀を析出させる。また、不斉炭素原子が 個あり、 種類の光学異性体が存在する。アルデヒド

基とヒドロキシ基が分子内反応すると、ピラノースと呼ばれる環状構造ができる。この環状構造には、 α 型と β 型の2種類の立体異性体が存在する。⑤ グルコースが縮合した生体高分子がセルロースで、植物の細胞壁の主成分であることが知られている。

問 1 a ~ d に入る数字を書きなさい。

問 2 A ~ D に入る適切な構造式を書きなさい。

問 3 ① ~ ⑤ に入る適切な語句を次の選択肢の中から選び、記号で答えなさい。

- | | | |
|-----------------|--------------|----------|
| ① ア. 酸 化 | イ. 還 元 | ウ. エステル化 |
| ② ア. 酸 化 | イ. 還 元 | ウ. エステル化 |
| ③ ア. シ ス | イ. トランス | |
| ④ ア. 酸化性 | イ. 還元性 | |
| ⑤ ア. α - | イ. β - | |

問 4 不斉炭素原子をもたない油脂 1 mol を完全に加水分解したところ、グリセリン 1 mol, $C_{17}H_{35}COOH$ 2 mol, $C_{15}H_{31}COOH$ 1 mol が生成したとする。この油脂の構造式を書きなさい。

2 次の文章を読んで、後の問いに答えなさい。(配点 16)

アミノ酸は、酸性の 基と塩基性の 基をもつ両性の物質である。アミノ酸の水溶液に正負の電極を浸し電圧をかけると、酸性では に、塩基性では に向かってアミノ酸が移動する。しかし、水溶液中に存在するアミノ酸のイオン電荷の総和が になる pH においては、電圧をかけてもアミノ酸は電極に移動しなくなる。この pH をそのアミノ酸の等電点という。等電点では、アミノ酸の大部分は正負の両電荷をもつ になっている。

タンパク質は、種々の α -アミノ酸がペプチド結合により多数連なって形成される。タンパク質の検出に用いられる反応に 反応がある。この反応では、タンパク質の水溶液に水酸化ナトリウムを加えた後、少量の硫酸銅(II) CuSO_4 の水溶液を加える。ペプチド結合を2つ以上もつ分子では、この操作により、銅イオン Cu^{2+} がペプチド結合部位に配位し、溶液が 色を呈する。

タンパク質は、熱を加えたり、化学的な刺激を与えたりすると凝固する。この変化をタンパク質の という。タンパク質には、生体内の化学反応の触媒として機能するものがある。このタンパク質を という。

問 1 ~ にあてはまる適切な語句、または数値を答えなさい。

問 2 ~ にあてはまる適切な語句を次の選択肢から選び、記号で答えなさい。

- | | | |
|-----------|---------------|------------|
| (a) 陽 極 | (b) 陰 極 | (c) ニンヒドリン |
| (d) ビウレット | (e) キサントプロテイン | (f) 黒 |
| (g) 橙 黄 | (h) 赤 紫 | |

問 3 ある α -アミノ酸の分子量は 89.0 である。このアミノ酸は、水溶液中で A, B, C の 3 種類のイオンとして存在する。A, B, C には以下の電離平衡が成立する。



①, ②の電離定数は、それぞれ $K_1 = 1.0 \times 10^{-2.3}(\text{mol/L})$, $K_2 = 1.0 \times 10^{-9.7}(\text{mol/L})$ である。

- (1) B の構造式を書きなさい。
- (2) このアミノ酸の等電点を求めなさい。また、計算過程も示しなさい。

問 4 α -アミノ酸であるグリシンの 2 分子がペプチド結合を形成した場合の構造式を書きなさい。

3 次の文章を読み、後の問いに答えなさい。(配点 18)

硫黄を空気中で完全燃焼すると、二酸化硫黄を生成する。二酸化硫黄を酸化すると三酸化硫黄となり、これは水に溶けて硫酸を生成する。大気中ではこの酸化反応は遅いが、触媒が存在すると迅速に進行する。工業的な硫酸の製造では、酸素と混合した二酸化硫黄を 触媒に接触させ、三酸化硫黄に変換する。生じた三酸化硫黄を濃硫酸に吸収させ とし、これを希硫酸で希釈して濃硫酸を製造している。

二酸化硫黄は、火力発電において石炭の燃焼の際に、また、銅精錬工場において 硫化銅(Cu_2S)から金属銅を生成する際に、副生成物として発生する。火力発電所①や精錬工場では、これらの過程で発生する二酸化硫黄を取り除き(脱硫)、大気汚染を防止している。脱硫の方法の一つとして石灰石を用いる方法がある。煙突内で二酸化硫黄を三酸化硫黄に酸化し、このガスを微粉末の石灰石—水懸濁液に吸収させ、セッコウを生成させる。生成させたセッコウは、② 建築材料やセメント原料として利用されている。

問 1 と にあてはまる適切な物質の名称を答えなさい。

問 2 下線①と②の反応を、化学反応式で示しなさい。

問 3 二酸化硫黄の性質を調べるために、以下の A, B, C の 3 本の試験管を用意した。これらの試験管に二酸化硫黄ガスを吹き込んだところ、試験管 A については溶液の色が変化した。試験管 B については白色沈殿が、試験管 C については淡黄色沈殿がそれぞれ生成した。試験管 A, B, C の中で起こった反応を、それぞれ 60 字以内で説明しなさい。

試験管 A : ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液

試験管 B : 過酸化水素と塩化バリウムを溶解した水溶液

試験管 C : 硫化水素ガスを吹き込んだ水溶液

問 4 ある石炭(組成式： $\text{C}_{134}\text{H}_{96}\text{O}_9\text{NS}$ ，式量 = 1894) 10 kg を完全燃焼させ，二酸化硫黄ガスを発生させた。温度 27°C のもとで，二酸化硫黄を含まない 1 気圧の空気が入っている容積 $1.0 \times 10^3 \text{ m}^3$ のタンクに，発生させた二酸化硫黄ガスを全量放出した。タンク内の二酸化硫黄の分圧 (Pa) を，有効数字 2 桁で答えなさい。計算過程も示しなさい。ただし，放出後も温度は変わらないものとする。また，気体はすべて理想気体とする。

4 次の文章を読んで、後の問いに答えなさい。ただし、すべてのイオンは球と仮定し、最も近接した陽イオンと陰イオンは接しているものとする。(配点 26)

陽イオンと陰イオンが によってイオン結合した結晶をイオン結晶という。その代表例である KCl(塩化カリウム)と CsCl(塩化セシウム)の結晶構造の単位格子をそれぞれ図 1 と図 2 に示している。KCl と CsCl の単位格子は、1 辺の長さがそれぞれ 0.630 nm, 0.410 nm の立方体である。KCl を構成している K^+ イオンと Cl^- イオンはともに、希ガスである と同じ電子配置をもつ。KCl の結晶は、NaCl(塩化ナトリウム)と同じ結晶構造をとり、 K^+ イオンと Cl^- イオンは単位格子中にそれぞれ 個ずつ含まれている。CsCl の結晶では、 Cl^- イオンの中心が単位格子の頂点に位置し、 Cs^+ イオンの中心は単位格子の中心に位置しており、 Cs^+ イオンと Cl^- イオンは単位格子中にそれぞれ 個ずつ含まれている。KCl および CsCl における Cl^- イオンの配位数は、それぞれ および である。

化合物の中には、その化合物を構成するイオンの一部を、結晶全体の電気的中性を保ちながら、他のイオンに置き換えることができるものもある。例えば、KCl において、 Cl^- イオンを Br^- イオンに置き換えることができ、その化合物の化学式を $KCl_{1-x}Br_x$ ($0 \leq x \leq 1$) と表すとする。この化学式は、 $x = 0$ のときの組成式が KCl, $x = 1$ のときの組成式が KBr(臭化カリウム)であることを示している。 x は $0 \leq x \leq 1$ の範囲内の任意の値をとり、つねに NaCl 型の結晶構造が保たれている。 Br^- イオンの半径は Cl^- イオンの半径よりも大きいので、 x の値が増加するにつれて、単位格子の 1 辺の長さが増加する。

問 1 文中の ～ に適切な語句、元素記号、または数値を入れなさい。

問 2 元素 の電子配置を例にならって答えなさい。

例) Li 原子の場合： K^2L^1

問 3 CsCl 結晶 1 mol あたりの体積 (cm^3/mol) を有効数字 2 桁で答えなさい。

問 4 KCl と CsCl における Cl^- イオンの半径は同じと仮定するとき、 Cs^+ イオンの半径 (nm) を計算し、有効数字 3 桁で答えなさい。計算過程も示しなさい。
ただし、 K^+ イオンの半径は 0.138 nm である。

問 5 K^+ 、 Cl^- 、 Br^- イオンの質量パーセントが、それぞれ 39.1 %、15.2 %、45.7 % である $\text{KCl}_{1-x}\text{Br}_x$ の結晶がある。単位格子の 1 辺の長さが x の一次関数で表わされると仮定するとき、この化合物の密度 (g/cm^3) を計算し、有効数字 2 桁で答えなさい。計算過程も示しなさい。ただし、KBr の単位格子の 1 辺の長さは 0.660 nm である。

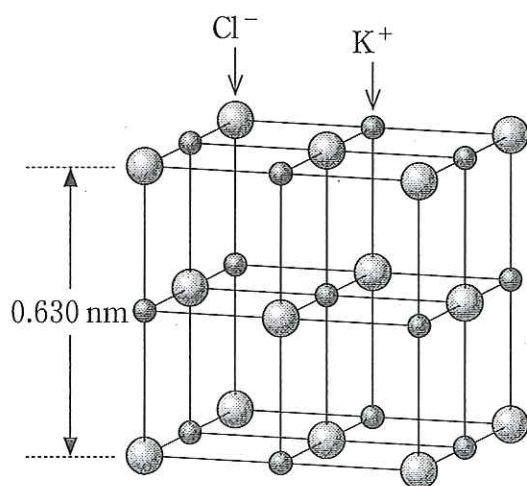


図 1 KCl の単位格子

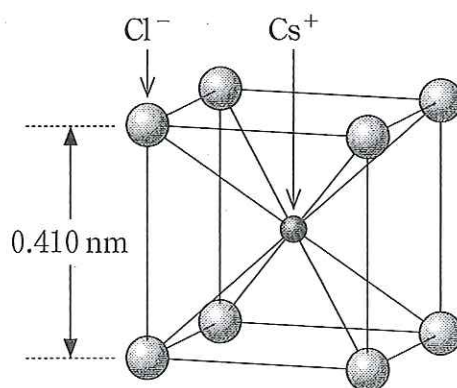


図 2 CsCl の単位格子

5 次の文章を読んで、後の問いに答えなさい。(配点 20)

水酸化ナトリウムの固体を溶解して正確な濃度の水溶液を調製することは困難である。このため、正確な濃度をもつ酸の標準溶液を調製し、これを用いて中和滴定により水酸化ナトリウム水溶液の正確な濃度を決定する必要がある。酸の標準溶液の調製には、微小な顆粒または粉末状のシュウ酸二水和物やアミド硫酸などが用いられる。水溶液中のシュウ酸あるいはアミド硫酸は、それぞれ以下のように水酸化ナトリウムと反応する。



約 0.1 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液の濃度を正確に決定する手順の概要は、以下のとおりである。まず、試薬瓶に貯蔵した 0.10 mol/L アミド硫酸標準溶液を 100 mL ビーカーに約 50 mL とる。このビーカー中の標準溶液 10 mL をホール①ピペットで正確に②コニカルビーカーにとり、指示薬を加える。次に、水酸化ナトリウム水溶液を試薬瓶から③200 mL ビーカーにとる。この水酸化ナトリウム水溶液を、ろうとを用いて④ビュレットに注入する。ビュレット先端まで水酸化ナトリウム水溶液を満した⑤後、⑥水溶液の液面の目盛を正確に読む。0.10 mol/L アミド硫酸標準溶液が入ったコニカルビーカーに水酸化ナトリウム水溶液を滴下し、指示薬が変色したら滴下をやめ、再び正確に目盛を読みとる。

問 1 下線ア)の理由を 2 つあげ、それぞれ 50 字以内で答えなさい。

問 2 次ページの図は、シュウ酸とアミド硫酸について、種々の温度における飽和水溶液 100 g 中に含まれる溶質(無水化合物)の質量(g)を表している。この図から判断して、精製法として再結晶がより適している物質はどちらであるか答えなさい。また、その理由も 50 字以内で述べなさい。

問 3 水で濡れている実験器具に新たに調製した水溶液を入れる際、あらかじめその水溶液で実験器具の内部を洗う操作を共洗いと呼ぶ。下線①～⑥の中で、共洗いしてはいけない器具を1つ選び、その番号を答えなさい。また、それを選んだ理由を50字以内で述べなさい。

問 4 共洗いは、多量の溶液を一度に加えて行うよりも、少量の溶液で数回繰り返す方が好ましい。水によって実験後の器具を洗浄する場合も共洗いと同様の考え方ができる。

0.10 mol/L アミド硫酸溶液 1 mL が残存するビーカーの内部を全量 100 mL の水で洗浄する方法として、次の2通りの方法を考える。

- ① 100 mL の水を一度に加えてよく混合し、この液を捨てる。
- ② 10 mL の水を加えてよく混合し、この液を捨てる。この操作を 10 回繰り返す。

①に比べ②の方が、同じ水量を使っても、ビーカー内に残るアミド硫酸の物質量を大きく減らせることを証明しなさい。ただし、アミド硫酸は、濃度に関わらず均一な水溶液となり、このビーカーには、100 mL で洗浄する場合も 10 mL で洗浄する場合も、毎回 1 mL の液体が残存すると仮定する。

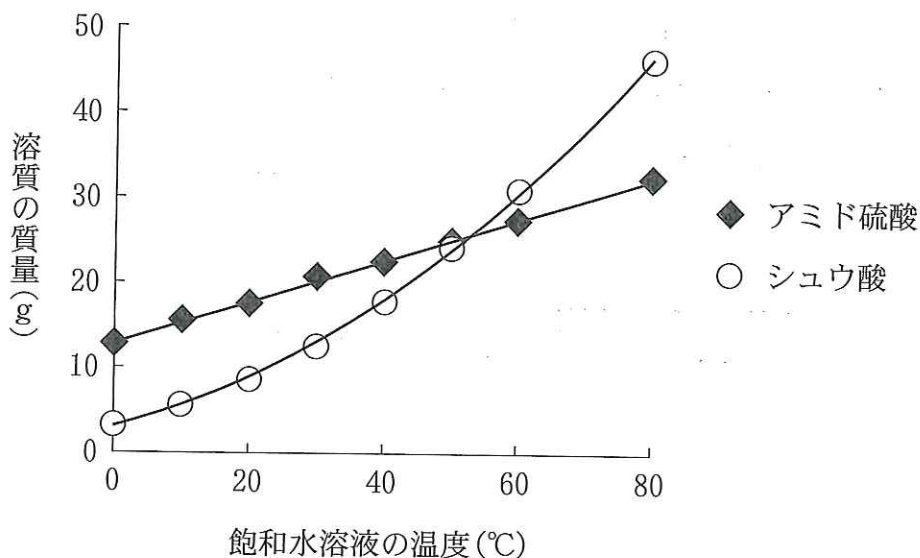


図. 異なる温度における飽和水溶液 100 g 中の溶質の質量