

神戸大学

化学

問題

2017年度入試

【学部】 国際人間科学部、理学部、医学部、工学部、農学部、海事科学部
【入試名】 前期日程
【試験日】 2月25日



「過去問ライブラリーは、(株)旺文社が刊行する「全国大学入試問題正解」を中心とした過去問、研究・解答(解答・解説)を掲載しています。本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は、(株)旺文社または各情報提供者に帰属します。本サービスに掲載の全部または一部の無断複製、配布、転載、譲渡等を禁止します。各設問に対する「研究・解答」は原則として旺文社が独自に作成したものを掲載しています。掲載問題のうち★印を付したものは、著作権法第67条の2第1項の規定により文化庁長官に裁定申請を行った上で利用しています。

裁定申請日 【2017年】8/1 【2018年】4/24、9/20 【2019年】6/20

〔注意〕 計算のために必要であれば、以下の値を用いなさい。

原子量：H 1.00 C 12.0 N 14.0 O 16.0 Mg 24.3 Al 27.0 S 32.0 Ca 40.0
Mn 55.0 Fe 55.9 Cu 63.5 Zn 65.4 Ag 108 Cd 112 Pb 207

1 次の文章を読んで、問1～6に答えなさい。計算結果は、すべて有効数字2桁で答えなさい。(配点18点)
ある純溶媒、分子量120の不揮発性物質X、および中央を半透膜で仕切った左右対称なU字型の容器(U字管)を用いて、以下に示す2種類の実験A、Bを行った。物質Xは、用いた溶媒中において電離度 α で Y^+ と Z^- に電離する。なお、溶液中では、これらのイオンも溶質粒子として働く。

実験温度 T [K]は一定で、気体定数 R [Pa·L/(mol·K)]との積を $RT=2.5\times 10^6$ Pa·L/molとする。実験時の大気圧は 1.0×10^5 Paで、空気は理想気体とする。空気は溶媒に溶解せず、溶媒は蒸発しないものとする。U字管の内径の断面積は 1.0cm^2 で一定であり、かつ、高さ1000cmの溶液の液柱が底面に及ぼす液柱による圧力は、溶液の濃度に関わらず 1.0×10^5 Paとする。

実験A(図1参照)

15mgの物質Xを純溶媒に溶解し、全体積が500mLとなるように溶液を調製した。その溶液のうち、20mLをU字管の右側に入れた。一方、U字管の左側には、純溶媒を20mL入れた(図1(a))。その後、十分な時間放置すると右側の液面が上昇し、左右の液面の高さの差が10cmで一定となった(図1(b))。以降、U字管の右側の溶液を溶液1と呼ぶ。

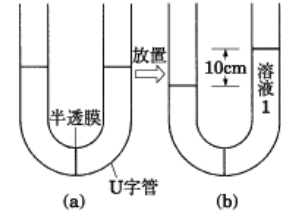


図1

問1 希薄溶液の浸透圧 Π [Pa]は、溶液中の溶質粒子のモル濃度 C [mol/L]と絶対温度 T [K]に比例し、溶媒や溶質の種類によらない。この法則を、提唱者の名前にちなんで何と呼ぶか答えなさい。

問2 図1(b)の状態にある溶液1の浸透圧は何Paとなるか答えなさい。

問3 溶液1中の全溶質粒子のモル濃度 C_1 を、溶液1中に存在する物質Xの電離前のモル濃度 C_x と、物質Xの電離度 α を用いて表しなさい。

問4 図1(b)の状態にある溶液1中の物質Xの電離度 α を求めなさい。なお、解答に際しては計算過程も示しなさい。

実験B(図2参照)

U字管の左側に純溶媒、右側に同じ溶媒に物質Xを溶解させた濃度未知の溶液を、それぞれ20mL入れ、直後にしっかりと栓をして空気の入りを遮断した。このとき、左右の液面の高さは等しく、液面から栓までの距離は15cmで、閉じ込められた空気相の圧力は左右いずれも 1.0×10^5 Paであった(図2(a))。その後、十分な時間放置すると右側の液面が上がり、左右の液面の高さの差が実験Aと同じ10cmで一定となった(図2(b))。以降、U字管の右側の溶液を溶液2、左側の空気相を空気1、右側の空気相を空気2と呼ぶ。

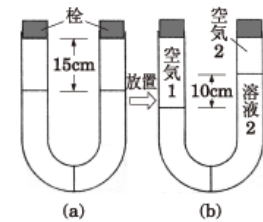


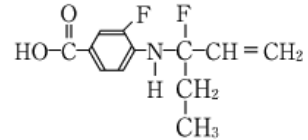
図2

問5 図2(b)の状態にある空気1、空気2の圧力はそれぞれ何Paであるか答えなさい。

問6 図2(b)の状態にある溶液2の全溶質粒子のモル濃度 C_2 は、実験Aの図1(b)の状態にある溶液1の全溶質粒子のモル濃度 C_1 の何倍であるか答えなさい。なお、解答に際しては計算過程も示しなさい。

2 次の文章(Ⅱ a), (Ⅱ b)を読んで, 問1~4に答えなさい。なお, 構造式は右記の例にならって書きなさい。(配点19点)

(Ⅱ a) 分子内に(ア)基を持つ化合物をカルボン酸という。カルボン酸の一つである酢酸は, 食酢中に4~5%含まれる, 刺激臭のある液体である。酢酸の純粋なものは気温が低いと凝固するので, 特に(イ)と呼ばれる。酢酸を十酸化四リン P_4O_{10} と共に加熱すると, (ウ)が得られる。サリチル酸を(ウ)と反応させることで, 解熱鎮痛剤としても知られる(エ)を合成することができる。



炭素数の多いカルボン酸は脂肪酸として, 動物の体内に存在している油脂から得ることができる。油脂は, (オ)が持つ3つのヒドロキシ基と脂肪酸が(カ)化することにより生成した化合物である。一般に, 油脂の融点は炭素数が(キ)いほど高くなり, 炭素数が等しい場合は二重結合の数が(ク)いほど高くなる。

問1 (ア)~(ク)に最も適した語句を書きなさい。構造式での解答は不可とする。

問2 サリチル酸10molと(ウ)10molを反応させた。1時間後, 目的生成物である(エ)の生成は確認されたが, 未反応のサリチル酸と(ウ)も確認された。この時点で, この反応液中に大量の水を加えて穏やかに加熱したところ, 未反応の(ウ)は完全に加水分解された。その後, 反応液中に存在する(エ)と酢酸の物質量の比を確認したところ, (エ)の物質質量:酢酸の物質質量=1:2

であった。今回の反応で生成した(エ)の物質量を有効数字2桁で答えなさい。ただし, 水を加えたのち反応液中では(エ)の生成も分解も起こらないものとする。

(Ⅱ b) 化合物A~Cは, 全て同じ分子式を持つ異性体であり, 炭素, 水素, 酸素からなる分子量88の化合物である。化合物A~Cの性質を調べたところ, 以下のことがわかった。

- 1) 88mgの化合物A~Cをそれぞれ完全燃焼させたところ, いずれの化合物からも220mgの二酸化炭素と108mgの水が生成した。
- 2) 化合物A~Cを二クロム酸カリウムの希硫酸水溶液と穏やかに反応させたところ, 化合物A, Bは酸化され, それぞれ化合物D, Eになったが, 化合物Cは変化しなかった。化合物D, Eの分子量は互いに異なり, その差は16であった。
- 3) 化合物A~Cそれぞれのジエチルエーテル溶液にナトリウムを加えたところ, いずれの溶液からも水素が発生した。
- 4) 化合物Aを脱水すると, 互いに構造異性体である2種類のアルケンが得られたが, いずれのアルケンも幾何異性体(シス-トランス異性体)は存在しなかった。

問3 化合物A~Cに共通する分子式を答えなさい。

問4 化合物A~Cの構造式を考えなさい。化合物の構造として一つの構造異性体に決定できる場合, その化合物の構造式を書きなさい。化合物の構造として複数の候補がある場合, その化合物の構造式を書かず可能な構造異性体の数を数字で書きなさい。ただし, 立体異性体は区別しないものとする。

3 次の文章を読んで、問1～8に答えなさい。(配点19点)

2種類の金属A, Bの無水硫酸塩と純水を用いて次の溶液1, 2を調製した。

溶液1: 金属Aの無水硫酸塩0.807gを100gの純水に溶かした溶液

溶液2: 金属Bの無水硫酸塩0.581gを100gの純水に溶かした溶液

溶液1, 2の性質を調べたところ、以下のことがわかった。

- 1) 溶液1に少量の水酸化ナトリウム水溶液を加えると(a)沈殿が生じた。
(b)さらに過剰の水酸化ナトリウム水溶液を添加すると、この沈殿は溶解した。
- 2) 1)で生じた沈殿を含む溶液に塩酸を添加すると沈殿は溶解した。
- 3) 溶液1に少量のアンモニア水を加えると沈殿が生じた。
(c)さらに過剰のアンモニア水を添加すると、この沈殿は溶解した。
- 4) 溶液2に硫化水素を通じても、また水酸化ナトリウム水溶液、アンモニア水、塩酸をそれぞれ加えても沈殿は生じなかった。
- 5) (d)溶液1, 2の凝固点は等しかった。

問1 1), 2)より、金属Aの単体も、塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の両方に反応することが予想される。このように、その単体が酸の水溶液にも強塩基の水溶液にも反応し、塩を生成するような元素を一般に何と呼ぶか答えなさい。

問2 金属Aは、亜鉛、鉛、銅、カドミウム、銀、マンガン、鉄、アルミニウム、カルシウムのうちのいずれかであることがわかっている。1)～3)の記述より、金属Aを特定し、その元素名を元素記号で答えなさい。

問3 下線部(a)の沈殿の名称と色を日本語で答えなさい。名称については、化学式での解答は不可とする。

問4 下線部(b), (c)の反応を化学反応式で表しなさい。

問5 下線部(c)の反応の結果生じる錯イオンの名称と形を日本語で答えなさい。化学式や構造式での解答は不可とする。

問6 溶液1中に存在するすべての溶質粒子(電離したイオンを含む)の質量モル濃度を有効数字2桁で求めなさい。ただし、金属Aの硫酸塩は水溶液中で完全に電離しているものとする。

問7 金属Bは溶液中で1価の陽イオンの状態で存在していることがわかっている。下線部(d)の結果から、金属Bの原子量を有効数字2桁で求めなさい。ただし、金属Bの硫酸塩は水溶液中で完全に電離しているものとする。なお、解答に際しては計算過程も示しなさい。

問8 金属Bを元素記号で答えなさい。また、水溶液中に金属Bの陽イオンが含まれている場合、この金属陽イオンを定性分析する方法と、その分析を行った結果どのような現象が観測されるかを答えなさい。

4 次の文章(IV a), (IV b)を読んで、問1～5に答えなさい。(配点19点)

(IV a) 酵素は100～1000個程度のアミノ酸からできたタンパク質を主成分とする高分子化合物である。酵素は生体内の化学反応に対して触媒作用を示す。酵素が作用する物質を(ア)という。酵素は、(ア)と立体的に結合して反応を起こす(イ)と呼ばれる特定の分子構造をもつ。また、(a)酵素はそれぞれ決まった(ア)にしか作用しない。この性質を、酵素の(ウ)という。

一般の化学反応では、温度が高くなるほど反応速度は大きくなる。一方、酵素反応では、(b)ある温度を超えると反応速度は急激に低下する。酵素が最もよくはたらく温度を(エ)といい、これより高温になると多くの酵素は触媒作用を示さなくなる。このように、酵素の触媒作用がなくなる現象を、酵素の(オ)という。

問1 文章中の(ア)～(オ)にあてはまる適切な語句を答えなさい。

問2 下線部(a)について、油脂を加水分解する酵素の酵素名を一つ答えなさい。

問3 下線部(b)では、酵素の反応条件として温度が重要な因子であることが述べられている。温度以外に酵素の触媒作用に影響を与える因子を一つ答えなさい。

(IV b) (c)デンプンに酵素を作用させて加水分解を行い、グルコースを得た。後日、同じ手順で実験を行ったところ、デンプンが全く分解されず、グルコースは一切検出されなかった。この原因の一つとして、デンプンを分解させるために用いた酵素の中に、(d)異なる酵素Xが混入していたことが考えられる。

問4 下線部(c)について、45gのデンプンを完全に加水分解すると何gのグルコースが得られるか答えなさい。

問5 下線部(d)について、以下の(1), (2)に答えなさい。

- (1) 酵素Xの酵素名を一つ答えなさい。
- (2) デンプンが分解されなくなった理由を30字以内で答えなさい。ただし、句読点も字数に含めるものとする。