

愛媛大学

化学

問題

2017年度入試

- 【学部】 教育学部、理学部、医学部、工学部、農学部
- 【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] 問題を解くのに必要があれば、次の数値を用いなさい。原子量 H=1.0, C=12.0, O=16.0, Al=27.0

アボガドロ定数 $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$ ファラデー定数 $F=9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

1 次の文章を読み、問1～問6に答えなさい。

単体のアルミニウムは銀白色の軽くてやわらかい物質であり、展性や延性を示す。これらの性質は ア結合の特徴であり、イが結晶全体を移動できるため、原子核の位置が多少ずれても結合が切れないためである。①単体のアルミニウムの結晶格子は面心立方格子である。単体のアルミニウムは、鉱石のボーキサイトから純粋な酸化アルミニウムをつくり、さらにこれをウ電解して製造される。

単体のアルミニウムを空气中に放置したり、濃硝酸に入れたりすると、表面に酸化被膜を形成し、エになる。また、単体のアルミニウムはオ元素であり、②塩酸にも水酸化ナトリウム水溶液にも溶解する。

問1 ア～オに適切な語句を記しなさい。

問2 下線部①について、1個のアルミニウム原子に接している原子の数を答えなさい。

問3 下線部①について、単位格子中に含まれるアルミニウム原子の数を答えなさい。

問4 下線部①について、アルミニウムの単位格子の1辺の長さが $4.0 \times 10^{-8} \text{ cm}$ であるとする、アルミニウムの結晶 1.0 cm^3 当たりの質量は何 g か。有効数字2桁で答えなさい。

問5 下線部②について、単体のアルミニウムが塩酸と反応する反応式を示しなさい。

問6 下線部②について、単体のアルミニウムが水酸化ナトリウム水溶液と反応する反応式を示しなさい。

2 次の文章を読み、問1～問4に答えなさい。

酸素は、周期表においてア族に属する典型元素である。酸素原子は価電子をイ個もち、酸素原子同士あるいは他の原子と結合し、分子を構成する。酸素分子は植物のウによって生成し、人間の生命活動を維持するために必要な物質である。①酸素分子と水素分子が反応すると水が生成する。水分子は酸素原子の価電子のうちエ個が水素原子と共有結合をつくり、残りの価電子はオをつくる。

酸素の水素化合物である水は、②圧力や温度によって状態が変化し、固体・液体・気体の状態をとる。0℃における水(液体)の密度は氷の結晶(固体)の密度よりも大きい。また、水は、第3周期、第4周期の同族元素の水素化合物である H_2S や H_2Se に比べて分子量は小さいが、沸点が高い。このような水の特異的な性質は水分子の間に働く③分子間力に起因している。

問1 ア～オに適切な語句または数字を記しなさい。

問2 下線部①について、この反応を利用した水素-酸素燃料電池に関する以下の問いに答えなさい。

(A) 電解質にリン酸を用いたとき、正極では酸素の還元反応が、負極では水素の酸化反応が起こり、正極側に水が生じる。各電極で起こる反応を、電子(e^-)を含むイオン反応式で示しなさい。

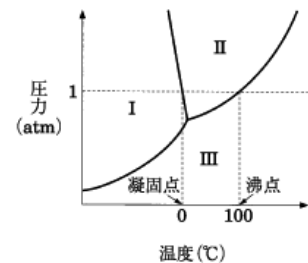
(B) 正極で標準状態の酸素を 672mL 消費したときに、生成する水の重量(g)および発生する電気量(C)を有効数字3桁で答えなさい。

問3 下線部②について、右図に示す水の状態図に関する以下の問いに答えなさい。

(A) 状態Ⅰ、Ⅱ、Ⅲの状態名を答えなさい。

(B) 状態Ⅰから状態Ⅱ、状態Ⅰから状態Ⅲ、状態Ⅱから状態Ⅲの状態変化は何と呼ばれているか答えなさい。

(C) 圧力が大気圧から低下するにつれて、水の凝固点と沸点はそれぞれどのように変化するか答えなさい。

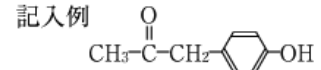


問4 下線部③について、この分子間力は何と呼ばれているか答えなさい。

また、この分子間力を「電気陰性度」という語句を用いて、40文字以内で説明しなさい。

3 次のⅠ、Ⅱの問いに答えなさい。

なお、構造式は右の記入例にならって書きなさい。



Ⅰ. 次の文章を読み、問1～問3に答えなさい。

ベンゼン環をもつ化合物は芳香族化合物とよばれ、医療、染料などのほか、樹脂の原料として用いられている化合物もある。ベンゼンを原料として、① 法と呼ばれる工業的製法により合成されるフェノールは、その1つである。フェノールは、ナトリウムと反応することでナトリウムフェノキシドと を生成し、得られたナトリウムフェノキシドに高温・高圧のもとで二酸化炭素を反応させ、これに希硫酸などを加えることで、a サリチル酸が合成される。サリチル酸を 化したサリチル酸メチルやアセチル化した bアセチルサリチル酸は、医薬品として広く用いられている。フェノールは水に溶けると 性を示し、 水溶液を加えると紫色の呈色反応を示す。

フェノールはベンゼンと比べて置換反応を起こしやすく、フェノールの水溶液に臭素水を加えると、c 白色沈殿を生じることから、フェノールの検出反応にも利用される。一方、フェノールのニトロ化において得られる、1つの水素原子をニトロ基で置換したニトロフェノールは、主に d 2種類の混合物として存在する。一方の化合物を精製するためには、溶解度の違いを利用した や、溶媒に対する溶解性とシリカゲルに対する吸着力の差を利用する による分離・精製が必要となる。

問1 ～に適切な語句を記しなさい。

問2 下線部 a～d の化合物の構造式を書きなさい。

問3 下線部①について、この方法で得られる副生成物も溶媒や化学製品の原料として用いられている。

この化合物の構造式を書きなさい。

Ⅱ. 次の文章を読んで、問1～問2に答えなさい。

分子式 $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ で示される4種類のエステル A～Dのうち、エステル A、B の加水分解で得られるカルボン酸 E は還元作用があり、銀鏡反応を示した。また、カルボン酸 E はエステル C の加水分解で得られるアルコールを酸化することによっても得られた。一方、エステル B の加水分解で得られるアルコールを酸化するとケトンが得られた。

問1 エステル A～D の構造式を書きなさい。

問2 カルボン酸 E の化合物の名称と、還元性を示す理由を20文字以内で説明しなさい。

4 次の文章を読み、問1～問4に答えなさい。なお、問題を解くのに必要があれば、下記の数値を用いなさい。 $\log_{10} 2 = 0.301$, $\log_{10} 3 = 0.477$

ヒトの血液の pH はほぼ一定に保たれており、その主な調節に二酸化炭素が関連する。二酸化炭素は水に溶解し炭酸となって電離するが、この電離には下記のような2段階の電離平衡が成立している。



体液不足が疑われるヒトには輸液(点滴)治療が行われることがあるが、点滴の中には組成として酢酸と酢酸ナトリウム塩を含むものがある。

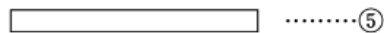
酢酸水溶液では次の③に示す電離平衡が成り立つ。 $\cdots \cdots \textcircled{3}$

ここに酢酸ナトリウムの結晶を加えると、酢酸ナトリウムの電離度がほぼ1に近いので、③の電離平衡は1方向に傾き、水溶液中には と が多量に存在することになる。そのため、 の濃度は酢酸溶液濃度に近似し、 の濃度は酢酸ナトリウム濃度に近似すると考えられる。

この時、 H^+ が加わると $\cdots \cdots \textcircled{4}$

の反応が起こるため、 H^+ の濃度はほとんど増加しない。

一方、 OH^- が加わると⑤に示す以下の中和反応が起こり OH^- の濃度もほとんど増加しない。



このように、両物質の含まれた点滴を投与することは、血液の が大きく変化しないようにするために都合がよい。こうした水溶液を という。

問1 ①、②の電離平衡に関して、平衡状態の炭酸、水素イオン、炭酸イオンの濃度をそれぞれ、 $[\text{H}_2\text{CO}_3]$ 、 $[\text{H}^+]$ 、 $[\text{CO}_3^{2-}]$ (いずれも単位は mol/L)とし、①の電離定数を K_a (mol/L)、②の電離定数を K_b (mol/L)とした時、 $[\text{CO}_3^{2-}]$ を求める式を答えなさい。

問2 体温(37℃)における K_a 値を 8.00×10^{-7} mol/L、 K_b 値を 4.00×10^{-11} mol/L とする時、血液の pH 値を有効数字3桁で答えなさい。ここでは血液の pH 値に二酸化炭素以外の影響は考えないものとし、血液中の炭酸濃度は炭酸イオン濃度の100倍として答えなさい。

問3 ③～⑤に入る電離平衡を表す式を答えなさい。

問4 ～に入る適切な化学式あるいは語句を答えなさい。

5 次のⅠ、Ⅱの問いに答えなさい。

Ⅰ. 次の文章を読み、問1～問4に答えなさい。

ビーカーに卵白を取り、適量の水と塩化ナトリウムを加えてかき混ぜ、タンパク質溶液を作製した。

このタンパク質溶液を一部試験管に取り、水酸化ナトリウム水溶液を加えて塩基性にし、硫酸銅(Ⅱ)水溶液を少量加えたところ、色になった。このビウレット反応は、タンパク質中の結合が Cu^{2+} とを形成することにより起こる。

作製したタンパク質溶液を別の試験管に取り、水酸化ナトリウムと沸騰石を加えて加熱した。溶液が沸騰した後、①濃塩酸をつけたガラス棒を試験管の口に近づけたところ、白煙が発生した。この溶液を酸で中和後、酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を適量加えたところ②黒色沈殿が生じたことから、卵白に含まれるタンパク質を構成するアミノ酸としてが含まれる可能性があることが分かった。

問1 ～に適切な語句を記しなさい。

問2 下線部①について、この時発生した白煙の化学式を答えなさい。

問3 下線部②について、この沈殿の化学式を答えなさい。

問4 に当てはまるアミノ酸の構造式を1つ答えなさい。

Ⅱ. 次の文章を読み、問1～問3に答えなさい。なお、単糖類を構成する炭素原子の位置番号を「位」と表現する。構造式は右の記入例にならって書きなさい。

デンプンは、 α -グルコースの1位と位の炭素に結合するヒドロキシ基同士の間で脱水縮合した直鎖状構造をもつと、と同様の結合の他に、 α -グルコースの1位と位の炭素に結合するヒドロキシ基同士の間でも縮合した分岐の多い構造をもつの混合物である。一方、多数の β -グルコースが縮合重合した直線状の構造をもつ高分子化合物をという。

デンプンの水溶液は示すが、の水溶液は示さない反応の1つとして、反応が挙げられる。また、グルコースの水溶液は還元性を示すが、これは、水溶液中で一部分の①グルコース分子が鎖状構造となっているためである。

問1 ～に適切な語句または数字を記しなさい。

問2 下線部①について、この構造式を答えなさい。

問3 デンプン 23.0g を溶かした水溶液に希硫酸を加えて長時間加熱し、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。有効数字3桁で答えなさい。

記入例

