

琉球大学

化学

問題

2014年度入試

【学部】 教育学部、理学部、医学部、農学部

【入試名】 前期日程

【試験日】 2月25日

【問題解答前の確認事項】

〔注意〕 医(医)は①～③のみ解答すること。その他は①～⑥すべて解答しなさい。



「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〕 必要があれば、原子量は次の値を使いなさい。H=1.00, C=12.0, O=16.0, I=127

1 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(17点)

私たちの身のまわりには様々な溶液が存在している。溶液は、ある液体に他の物質が溶けて均一な液体になる溶解という現象によってできる。ここでは、物質が液体にどのように溶解するかを考える。

イオン結晶には水によく溶解するものが多い。例えば、塩化ナトリウムを水に入れるとナトリウムイオンと塩化物イオンに□1して水中を拡散し、やがて均一な溶液になる。(a)このときナトリウムイオンや塩化物イオンは水分子と静電的な引力で結びついて存在している。

極性分子からなる物質は、(b)極性分子が水分子と静電的な引力で引きつけ合うので水に溶解しやすいものが多い。特に、(c)ヒドロキシ基やアミノ基などをもつ分子は□2結合により、水分子と結びつき水に溶解しやすい。また、塩化水素のように水の中に入ると□1し、イオンとなる極性分子もある。

(d)無極性分子からなる物質は、水に溶解しにくい。例えば、ナフタレンは水に溶解しにくい。このことは、(e)ナフタレン分子と水分子との引き合う力が、水分子どうしが引き合う力より小さいためである。一時的にナフタレン分子が水分子に取り囲まれても、再びナフタレン分子どうしや水分子どうしが結びつき水とは混じらない。これに対して、ナフタレン分子はベンゼンやヘキサンなどの無極性分子の液体には比較的良好に溶解する。

問1 上の文章中の□1および□2に入る最も適切な語句を答えなさい。

問2 下線部(a)~(c)のように、溶媒である水分子が溶質のイオンや分子に結びつく現象を何というか答えなさい。

問3 下線部(c)の例としてエタノールが挙げられる。エタノール分子には、水分子と結びつきやすい部分と結びつきにくい部分がある。次の(1)~(2)について答えなさい。

(1) エタノールの示性式を書きなさい。また、その示性式の水分子と結びつきやすい部分に下線を引きなさい。

(2) 水分子と結びつきやすい部分と結びつきにくい部分、それぞれの原子団(基)を総称して何というか、最も適切な語句を答えなさい。

問4 下線部(d)の理由を40字以内で答えなさい。

問5 下線部(e)のように無極性分子であるナフタレン分子どうしが集まるときに働く力を何というか答えなさい。

問6 1-ブタノールは、エタノールと同じように水分子と結びつきやすい原子団(基)を持っているが、エタノールに比べると水に溶解しにくい。その理由を40字以内で答えなさい。

2 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(16点)

中和滴定の実験を以下の手順で行った。

0.100mol/Lのシュウ酸標準溶液を250mL調製するために、天秤を用いてシュウ酸二水和物(COOH)₂・2H₂Oの結晶を□1g量り取った。その結晶を少量の蒸留水に溶かして□2に移し、さらに蒸留水を加えて全量を正確に250mLとした。この水溶液10.0mLを□3で正確に量り取ってコニカルビーカーに移し、指示薬を1~2滴加えた。そのあと、□4を用いて水酸化ナトリウム水溶液で滴定すると、10.30mL加えたところで、溶液の色が変化した。

問1 上の文章中の□1に入る数字を答えなさい。ただし、有効数字は3桁とする。

問2 上の文章中の□2~□4に入る最も適切な実験器具名を答えなさい。また、それぞれの使い方について、次の(ア)~(エ)の中で最も適切なものを1つ選び、記号で答えなさい。

(ア) 水道水で洗って、加熱乾燥して使う。 (イ) 蒸留水で洗って、ぬれたまま使う。

(ウ) 蒸留水で洗って、加熱乾燥して使う。

(エ) 蒸留水で洗った後、中に入れる水溶液で内部を数回洗って使う。

問3 上述の中和滴定に使用する指示薬として最も適切なものを次の(ア)~(ウ)の中から1つ選び、記号で答えなさい。また、それを選んだ理由を答えなさい。

(ア) メチルオレンジ (イ) メチルレッド (ウ) フェノールフタレイン

問4 シュウ酸と水酸化ナトリウムが完全に中和するときの反応を化学反応式で答えなさい。

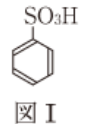
問5 滴定に用いた水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度を求めなさい。ただし、有効数字は3桁とする。

3 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(17点)

硫酸またはリン酸などの酸の存在下でベンゼンとプロペンを反応させると化合物Aを生じる。酸素で化合物Aを酸化して化合物Bとし、さらに硫酸で分解すると化合物CおよびDが生じる。化合物Dは、酢酸カルシウムの熱分解や2-プロパノールの酸化でも得られる。組成式 C_6H_6O で表される化合物Cは、無色で特異臭を持つ固体(融点 $41^\circ C$)であり、塩化鉄(III)水溶液によって青紫色を呈する。化合物Cのナトリウム塩は、高温・高圧の条件でクロロベンゼンを $NaOH$ 水溶液で処理することでも得られ、様々な化合物の合成に用いられる。例えば、化合物Cのナトリウム塩を高温・高圧の条件で二酸化炭素と反応させ、さらに希硫酸を作用させると化合物Eが生成する。ただし、(a)常温・常圧で化合物Cのナトリウム塩の水溶液に二酸化炭素を通じると化合物Cが遊離する。少量の硫酸とともに化合物Eをメタノール中で煮沸すると化合物Fを与える。化合物Fは強い芳香を持つ無色の液体であり、鎮痛消炎用塗布剤として用いられている。一方、化合物Eと無水酢酸との反応で、解熱鎮痛薬として用いられる化合物Gが生成する。

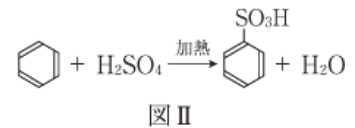
ベンゼンに濃硫酸と濃硝酸の混合物を加えて $60^\circ C$ で反応させると化合物Hを与える。化合物Hに塩酸とスズまたは鉄を作用させて還元し、水酸化ナトリウム水溶液を加えると化合物Iが得られる。

(b)化合物Iと無水酢酸を反応させるとアセトアニリドが生成する。また、化合物Iを塩酸に溶かし、冷却しながら亜硝酸ナトリウム水溶液を加えると化合物Jが得られ、化合物Jに化合物Cのナトリウム塩を反応させると橙色化合物Kが生成する。



問1 化合物A~Kの構造を右上の図Iにならって書きなさい。

問2 下線部(a)および(b)の化学反応式を右の図IIにならって書きなさい。



問3 化合物E~Gのうち最も酸性の強いものはどれか、物質名で答えなさい。

4 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(17点)

調味料として使われるしょうゆは、でんぷん水溶液やせっけん水と同じくコロイドである。そのため (a)5~10倍程度に水で薄めたしょうゆをガラス製のピーカーに入れ、レーザーポインターの光を照射すると、コロイド特有の[1]現象が観測される。また、(b)限外顕微鏡で光を当てながら薄めたしょうゆを観察すると、光る粒子が不規則に動く様子が観測できる。これを[2]運動という。(c)通常のしょうゆをセロハン製の袋に入れ、水に長時間浸すと塩分を低下させることができる。この操作を[3]という。

コロイドは粒子の構造で分類できる。例えば、でんぷん水溶液やしょうゆなどに含まれるタンパク質のコロイド溶液は[4]に分類され、せっけん水は[5]に分類される。また、しょうゆなどの流動性のあるコロイドとは対照的に、ゆで卵や寒天などは加熱または冷却により流動性を失って全体が固まっている。このような状態を[6]という。

(d)コロイド溶液に直流の電圧をかけると、コロイド粒子が一方の電極へ引き寄せられて移動する現象が観測される。この現象を[7]という。

問1 上の文章中の[1]~[7]に入る最も適切な語句を答えなさい。

問2 下線部(a)の現象を最も適切に表す説明を以下の(ア)~(ウ)の中から1つ選び、記号で答えなさい。

(ア) しょうゆ全体が輝く。 (イ) ピーカーだけが輝く。 (ウ) 光の通路が明るく見える。

問3 下線部(b)について、コロイド粒子が不規則に動く理由を35字以内で答えなさい。

問4 下線部(c)について、しょうゆ中のコロイド粒子がセロハンを通らない理由を答えなさい。

問5 下線部(d)の現象が起こる理由は、コロイド粒子が沈殿しないことや塩析・凝析と密接に関わっている。コロイド粒子が沈殿しない理由について、粒子の状態と起きている現象を答えなさい。

問6 以下の(ア)~(オ)は「塩析」、「凝析」を起こすコロイドのどちらかに分類されるか、記号で答えなさい。

(ア) 水酸化鉄(III)コロイド (イ) 疎水コロイド (ウ) にかわなどの保護コロイド

(エ) 親水コロイド (オ) しょうゆなどに含まれるタンパク質のコロイド

5 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(16点)

過酸化水素は反応性が高いため様々な反応を引き起こす。

例えば、(a)過酸化水素水に少量の酸化マンガン(IV) MnO_2 を加えると酸素が発生する。このとき、酸化マンガン(IV)は反応の前後で変化しないが、反応が起こるために必要な[1]エネルギーを小さくする働きがある。このような物質を一般に[2]という。

同様に、(b)過酸化水素水に硫酸で酸性にした過マンガン酸カリウム水溶液を加えても酸素が発生する。このとき、過マンガン酸イオンは[3]されるため、過酸化水素は[3]剤として働くことになる。

また、(c)過酸化水素水に硫酸で酸性にしたヨウ化カリウム水溶液を加えるとヨウ素が析出する。このとき、過酸化水素は[4]剤として働いている。

問1 上の文章中の[1]～[4]に入る最も適切な語句を答えなさい。

問2 下線部(a)～(c)の反応について、化学反応式を書きなさい。

問3 下線部(a)～(c)の反応について、それぞれ質量パーセント濃度 3.4% の過酸化水素水 20.0g 中の過酸化水素を過不足なく反応させた場合、以下の(1)～(3)に答えなさい。ただし、発生する酸素は理想気体としてふるまうものとし、必要であれば気体定数は $8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ を用いなさい。また、有効数字は2桁とし、3桁目を四捨五入して答えなさい。

(1) 下線部(a)の反応について、発生する酸素の標準状態(0℃, $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$)における体積は何Lか答えなさい。

(2) 下線部(b)の反応について、発生する酸素の 27℃, $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ における体積は何Lか答えなさい。

(3) 下線部(c)の反応について、析出するヨウ素の質量は何gか答えなさい。

6 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(17点)

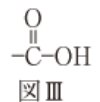
グルコースとフルクトースはいずれも単糖類であり、両者とも[1]の分子式を持つ。グルコース分子は、結晶中では[2]および[3]と呼ばれる六員環構造をとっていて、両者は立体異性体の関係にある。[2]分子が繰り返し縮合した高分子化合物がデンプンであり、[3]分子が直鎖状に繰り返し縮合した高分子化合物がセルロースである。一方、フルクトースは、グルコースの異性体であり、果実やハチミツ等に存在する。フルクトース分子は、結晶中では六員環の環状構造をしているが、水溶液中では六員環の環状構造の他、ケトン基を持つ鎖状構造や五員環の環状構造と平衡状態にある。(a)フルクトースの水溶液は、グルコースのそれと同様に還元性を示す。

タンパク質は高分子化合物であり、あらゆる生物体のあらゆる細胞に存在している。タンパク質を加水分解すると単量体として何種類ものアミノ酸が得られる。タンパク質を加水分解した時に、アミノ酸だけを生じるタンパク質を[4]タンパク質という。アミノ酸は分子中にアミノ基とカルボキシ基の2つの官能基を有し、特に、2つの官能基が同一の炭素に結合しているものを[5]という。アミノ酸が結晶を作る時は、(b)双性イオン(両性イオン)とよばれる構造をとっている。アミノ基とカルボキシ基が縮合してできる結合を一般にアミド結合というが、アミノ酸同士から生じるアミド結合を特に[6]結合という。(c)2個のアミノ酸分子が[6]結合したものを[7]という。

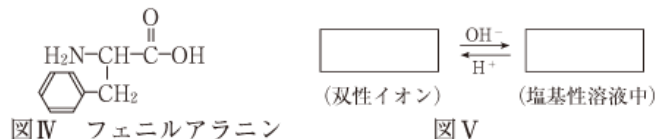
問1 上の文章中の[1]に入る最も適切な分子式を答えなさい。

問2 上の文章中の[2]～[7]に入る最も適切な語句を答えなさい。

問3 下線部(a)について、フルクトース分子の構造の中でフルクトースが還元性を示すことに関与する部分構造を図Ⅲにならって構造式で答えなさい。



問4 下線部(b)について、フェニルアラニン(図Ⅳ)の双性イオンの構造および塩基性溶液中におけるイオンの構造をそれぞれ書きなさい。



問5 下線部(c)について、グリシン1分子とアラニン1分子が縮合してできるアミド結合を持った化合物は2種類ある。これらの化合物の構造式を図ⅥおよびⅦにならって書きなさい。ただし、光学異性体は考えなくてよい。

