

神戸大学

化学

問題

2019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
- 【試験時間】 理・医（医）・工・農・国際人間科学・海事科学は2科目で120分，その他は1科目で60分



「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 S 32.0

1 次の文章を読んで、問1～6に答えなさい。(配点18点)

白金は化学的に安定であり、特に酸に対する耐性が強い。そのため、白金を溶かすには、金を溶かす場合と同様に、アとと呼ばれる液体が用いられる。アは、共に強酸であるイとウを体積比1:3で混合した液体である。なお、銀はイには溶けるがウには溶けない。白金の結晶は面心立方構造を持つことが知られており、単位格子の中に含まれる原子の数はエ個である。この単位格子の一辺の長さを a [cm]とすると、基本定数であるアボガドロ定数 N_A は、 a と白金の原子量 M 、密度 d [g/cm³]を用いてオと表される。最近では、同位体濃縮したケイ素(²⁸Si 99.99%)の結晶で作製した球体の超精密計測により、高精度でアボガドロ定数が決定されている。ケイ素の結晶は図に示すようなダイヤモンド型構造を持ち、単位格子の中に含まれる原子の数はカ個である。この単位格子の一辺の長さを b [cm]とし、原子を互いに接する球と仮定すると、原子半径 r [cm]は b を用いてキと表される。

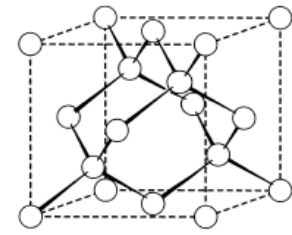
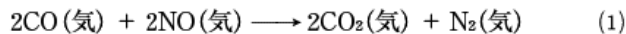


図. ダイヤモンド型構造の単位格子

また、白金は様々な化学反応にクとして用いられることが多い。例えば排気ガスの浄化装置では、排気ガスを白金などの微粒子を含むフィルターに通すことで有害物質を減少させている。このときに起こる反応の一つに、以下の反応がある。



この反応では一酸化炭素が酸化され、一酸化窒素が還元されている。一酸化炭素の燃焼熱が283kJ/mol、一酸化窒素の生成熱が-90kJ/molであるとき、反応式(1)で表される反応の反応熱はケkJである。

問1 空欄ア～ウにあてはまる語句を答えなさい。

問2 空欄エ、カにあてはまる数値を答えなさい。

問3 空欄オ、キにあてはまる文字式を答えなさい。

問4 ケイ素同位体²⁸Siのみでできた結晶の単位格子の体積は 1.6×10^{-22} cm³である。この結晶1.0kgの体積を有効数字2桁で算出しなさい。なお、²⁸Siの質量は1molあたり28gとし、アボガドロ定数 6.0×10^{23} /molを用いなさい。計算の過程も書きなさい。

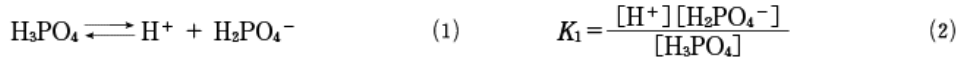
問5 空欄クにあてはまる語句を答えなさい。また、クが変化させるものを次の(A)～(E)からすべて選んで記号で答えなさい。

(A) 反応経路 (B) 反応熱 (C) 活性化エネルギー (D) 反応速度 (E) 平衡定数

問6 空欄ケにあてはまる数値を答えなさい。

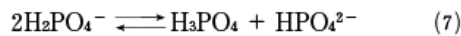
2 次の文章を読んで、問1～3に答えなさい。(配点19点)

リンには、代表的な2種類の□アが存在する。分子式が P_4 と示される黄リン(白リン)は、淡黄色のろう状の固体で反応性に富み、空気中では自然発火するため、通常は□イ中に保存する。一方、□ウは赤褐色の粉末であり、多数のリン原子が共有結合した構造を持ち、黄リンに比べて反応性が乏しい。リンを空気中で燃焼させると、□エが生成する。この粉末に水を加えて加熱すると、リン酸(H_3PO_4)が得られる。リン酸は水中において3段階で電離する。その電離平衡および電離定数は、以下のように表される。



0.10mol/Lのリン酸10mLを純水で100mLに希釈した。この溶液を0.10mol/L水酸化ナトリウム(NaOH)水溶液で滴定する実験を行った。この時の滴定曲線を次頁の図に示した。

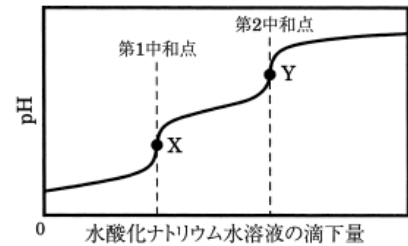
リン酸水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を滴下していくと、図のように急激にpHが上昇する第1中和点(点X)が見られる。点Xにおける0.10mol/L水酸化ナトリウム水溶液の滴下量は、□A mLである。点Xにおいては、以下の(7)式で示される平衡反応が生じ、 $[H_3PO_4] = [HPO_4^{2-}]$ となる。



したがって、(2)式と(4)式より、

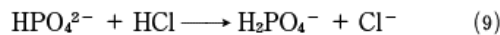
$$K_1 K_2 = \frac{[H^+]^2 [HPO_4^{2-}]}{[H_3PO_4]} = [H^+]^2 \quad (8)$$

という関係が成り立つ。よって、点XにおけるpHは□Bと計算される。0.10mol/L水酸化ナトリウム水溶液をさらに□C mL滴下すると、第2中和点(点Y)が見られる。点YにおけるpHは、第1中和点と同様に求めると9.6となる。点Xは、指示薬として(a) {フェノールフタレイン・メチルオレンジ}を用い、(b) {赤・青・緑・黄・無}色から(c) {赤・青・緑・黄・無}色への変色を確認することによって判定できる。



0.10mol/Lのリン酸水素二ナトリウム(Na_2HPO_4)水溶液10mLと0.10mol/Lのリン酸二水素ナトリウム(NaH_2PO_4)水溶液10mLを混合し、純水で100mLに希釈して溶液1を作製した。溶液1において、ナトリウム塩は完全に電離し、(3)式の平衡のみが起こるとすると、pHは(4)式より□Dと計算される。ここでは、(1)式と(5)式の平衡および水の電離が無視できると考える。

100mLの溶液1に1.0mol/Lの塩酸(HCl)を0.20mL添加し、溶液2を作製した。添加する塩酸の体積は少量であるので、溶液2の体積は100mLに近似できるとする。塩酸の添加により、以下に示した(9)式の反応が進むとすると、溶液2におけるリン酸水素イオン(HPO_4^{2-})の濃度は□E mol/Lに、リン酸二水素イオン($H_2PO_4^-$)の濃度は□F mol/Lになる。ここでは(9)式の反応で生じたリン酸二水素イオンの解離は無視してよい。



したがって、溶液2におけるpHは、(4)式により□Gと計算される。このように、溶液1は、少量の塩酸を添加してもpHはあまり変化せず、pHをほぼ一定に保つ緩衝液として使用できる。

問1 空欄□ア～□ウにあてはまる語句を答えなさい。また、空欄□エにあてはまる化学式を答えなさい。

問2 空欄□A～□Gにあてはまる数値を有効数字2桁で答えなさい。

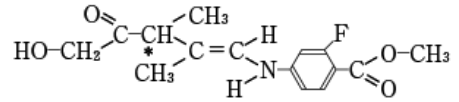
ただし、 $K_1 = 7.1 \times 10^{-3}$ mol/L, $\log_{10} K_1 = -2.1$, $K_2 = 6.3 \times 10^{-8}$ mol/L, $\log_{10} K_2 = -7.2$, $K_3 = 4.5 \times 10^{-13}$ mol/L, $\log_{10} K_3 = -12$ を用いなさい。

計算に必要であれば、 $\log_{10}(a \times b) = \log_{10} a + \log_{10} b$,

$\log_{10} a^n = n \log_{10} a$ の関係式、および $\log_{10} 2.0 = 0.30$, $\log_{10} 3.0 = 0.48$ の値を用いなさい。

問3 下線部(a)～(c)にあてはまる語句を、{ }の中からそれぞれ1つずつ選んで答えなさい。

3 以下の文章(a)~(i)を読んで、問1~5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)



- (a) 化合物A(分子式 $C_9H_{12}O$)はベンゼン環をもつ化合物であり、2種類の構造異性体が存在する。
- (b) 化合物Aに濃硫酸を加えて加熱すると化合物Bが得られ、化合物B(1分子)に水素(1分子)を付加させると化合物C(1分子)が得られた。化合物Cはベンゼンとプロペンから合成することもできる。
- (c) 化合物Bをオゾン(O_3)と反応させると、化合物Dと化合物Eが生成した。
- (d) 化合物Dの水酸化ナトリウム水溶液に対してヨウ素を加えたところ、化合物Fのナトリウム塩および特有の臭気をもつ黄色の沈殿が生成した。化合物Fはトルエンを過マンガン酸カリウム水溶液中で加熱しても合成できる。
- (e) 化合物Eをアンモニア性硝酸銀水溶液へ加えたところ銀鏡反応が観察され、さらに酸化するとギ酸が得られた。
- (f) 化合物Cを酸素で酸化したのち、硫酸で分解すると化合物Gと化合物Hが生成した。
- (g) 化合物Gと塩化ベンゼンジアゾニウムを反応させると赤橙色の化合物が生成した。
- (h) 化合物Gに臭素水を十分に加えると、化合物Iの白色沈殿が生じた。
- (i) 化合物Hは化合物Jの熱分解(乾留)によって合成することもできる。

問1 下線部(a)の化合物名と分子式を書きなさい。

問2 化合物Cと化合物Jの化合物名を書きなさい。

問3 化合物Dと化合物Iの構造式を書きなさい。

問4 下線部(i)の化合物名と、この化合物が生成する反応名を書きなさい。

問5 化合物Aの2種類の構造異性体の構造式をそれぞれ書きなさい。不斉炭素原子が含まれている場合には、その炭素原子に*印を付けなさい。

4 次の文章を読んで、問1~6に答えなさい。(配点19点)

ニワトリ卵白に含まれる卵白タンパク質の50%以上は、オボアルブミンという複合タンパク質であり、栄養学的にアミノ酸供給源として重要な役割を果たしている。この卵白に約5倍量の水を加えて親水コロイドとし、(a)少量の塩化ナトリウムを加えた。得られた水溶液(A液とする)を試験管に3mL取り、6mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を1mL加えて振り混ぜ、さらに、0.05mol/Lの(b)ある水溶液を2~3滴加えたところ、赤紫色になった。これをア反応といい、一般的に、イ個以上のウ結合を有するペプチドの検出に用いられる。一方、別の試験管にA液を3mL取り、濃硝酸を数滴加えて加熱し、冷却後、6mol/Lのアンモニア水を加えると橙黄色を呈した。これをエ反応という。この呈色は、卵白タンパク質の構成アミノ酸のうち、(c)特定のアミノ酸の側鎖が、オ化されることによって生じる。さらに、卵白タンパク質を精製して得られたオボアルブミンを酸性水溶液に溶解後、加熱したところ、(d)沈殿が生じた。この沈殿をろ過し、ろ液にフェーリング液を加えて加熱したところ、(e)赤色沈殿が生じた。

問1 空欄ア~オにあてはまる語句もしくは数字を答えなさい。

問2 下線部(a)の操作のかわりに、多量の塩化ナトリウムを加える操作を行うと、この親水コロイドのコロイド粒子はどうか答えなさい。

問3 下線部(b)の水溶液中に含まれる金属イオンをイオン式で答えなさい。

問4 下線部(c)のアミノ酸の中の一つは、炭素、水素、酸素、窒素のみからなり、1分子中に $-NH_2$ を1個含んでいた。このアミノ酸の元素分析の結果は、炭素59.7%、水素6.1%、窒素7.7%(質量%)であった。このアミノ酸の組成式を答えなさい。

問5 下線部(d)の現象を何とよいか答えなさい。また、この現象が生じた理由を20字以内で説明しなさい。ただし、句読点も字数に含まれるものとする。

問6 下線部(e)から、ある官能基の存在がわかった。この官能基の存在から、オボアルブミンには糖類が含まれていることが推察される。この官能基名を日本語で答えなさい。また、下線部(e)の赤色沈殿の化学式を答えなさい。