

平成 22 年度 入学 試験 問題 (前期)

理 科

注 意

1. 合図があるまで表紙をあけないこと。
2. 物理, 化学, 生物のうちから 2 科目を選択し, 別紙解答用紙に受験番号, 氏名を記入すること。
(ただし受験票, 入学願書に記入した 2 科目に限る。)
3. 選択した科目以外の科目(例えば物理, 化学を選択した場合は生物)の解答用紙にも受験番号, 氏名を記入し, 全体に大きく×印をすること。
4. 解答は解答用紙の枠内に記入すること。
5. 選択した科目以外の解答用紙に解答を記入した場合, 及び解答用紙に解答以外のことを書いた場合, その答案は無効とする。
6. 出題数は物理, 化学, 生物おのこの 4 題, 別紙解答用紙は各科目それぞれ 1 枚である。
7. 受験票は机に出しておくこと。

I 金属結晶とは金属原子が金属結合により規則正しく配列してできた結晶である。金属の原子は が小さいので各原子の価電子は、 となって全ての原子に共有される。代表的な金属の結晶格子には 立方格子、 立方格子、六方最密構造などがあり、各単位格子には 立方格子では 個、 立方格子では 個の原子が含まれる。また、1個の金属原子に隣接する原子の個数は 立方格子では8個、 立方格子では 個である。しかしこれらの結晶構造は、温度や圧力などを変えると変化(相転移)するものもあり、例えば鉄は温度が910℃以下では 立方格子である α 鉄、910℃以上だとより充填率の高い 立方格子である γ 鉄となる。このように同一の元素から構成される単体であり、結晶構造、結合様式などが異なる物質群を互いに と呼ぶ。

解答に平方根が含まれる場合は、小数に直さないで答えよ。

問 1 ~ に入る適切な語句、数値を記せ。

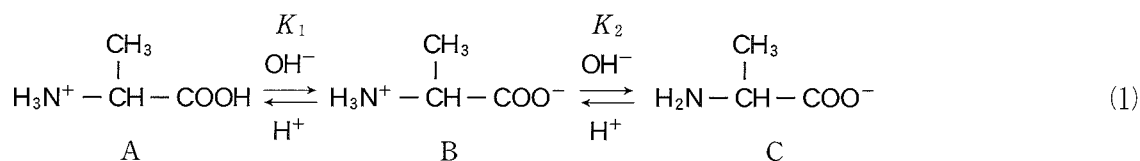
問 2 立方格子、 立方格子の単位格子の1辺の長さをそれぞれ a 、 b とし、鉄原子の半径を r とするとき、 a 、 b を r を用いて表せ。

問 3 鉄原子の半径が変わらなると仮定すると、 α 鉄から γ 鉄に相転移する場合、 γ 鉄の密度は α 鉄の何倍になるか。

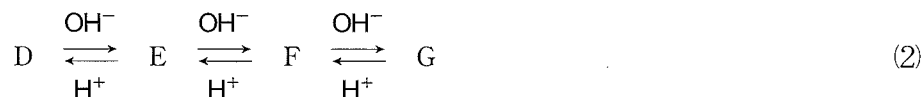
問 4 γ 鉄は最大の充填率を持つが、格子内には炭素原子などの他原子が侵入できる多数の隙間をもつ。炭素を0.02~2%含ませることにより鉄のもつ強度を高めたものを何と呼ぶか答えよ。また、原子半径 r の 立方格子の格子中心の隙間に他の原子を含ませると仮定した場合、含ませることのできる原子半径の最大値を計算し、 r を用いて表せ。

問 5 α 鉄と γ 鉄以外で の組合せの例を一つ示せ。

II 分子内にアミノ基とカルボキシル基をもつ化合物をアミノ酸という。また、この2種類の官能基が同一炭素に結合しているものを α -アミノ酸といい、一般式 $R-CH(NH_2)-COOH$ で表す。アラニン($R = CH_3$)は式(1)のように水溶液中でアミノ基やカルボキシル基が電離した構造をとり、互いに平衡状態にある3種類のイオンA、B、Cとして存在する。 イオンであるA、 イオンであるB、 イオンであるCの割合は溶液のpHによって変化する。A、B、Cの平衡混合物の電荷が全体として0になるpHを と呼ぶ。



リシン($R = (CH_2)_4 - NH_2$)は式(2)のように水溶液中で互いに平衡状態にある4種類のイオンD、E、F、Gとして存在する。



複数のアミノ酸がカルボキシル基とアミノ基間で結合することによって生じたアミド結合を特に 結合という。アミド結合を形成すると、結合に関与したアミノ基とカルボキシル基は電離しなくなる。

問 1 ~ に適切な語句を記せ。

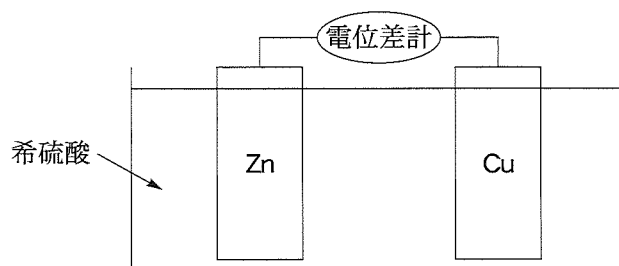
問 2 リシンの イオンを示すのはどれか、イオンD~Gから選べ。

問 3 イオンA、B、Cおよび H^+ の濃度を、それぞれ[A]、[B]、[C]および $[H^+]$ として、アラニンの電離定数 K_1 、 K_2 をイオンの濃度で表せ。

問 4 アラニンの平衡混合物の電荷が全体として0になるときのpHを求めよ。アラニンの電離定数は、 $K_1 = 10^{-2.35}$ mol/L、 $K_2 = 10^{-9.87}$ mol/Lである。

問 5 リシンに無水酢酸を完全に反応させた。この生成物を強酸性にしたときの分子全体の電荷はいくつになるか、数値で答えよ。また、その理由を簡潔に述べよ。

Ⅲ 竹田治君は希硫酸中に亜鉛板と銅板を入れてボルタ電池を作った。図のように電位差計に接続したところ、最初、電位差は約1Vを示したが、その後、すぐに大幅に低下した。希硫酸中に過酸化水素水を加えると、電位差の低下は大幅に抑えられた。



- 問 1 放電時の正極と負極での反応をそれぞれ化学反応式で示せ。
- 問 2 電位差がすぐに低下したのはなぜか、その理由を答えよ。
- 問 3 過酸化水素水を加えたとき、電位差の低下が抑えられたのはなぜか。
- 問 4 ダニエル電池も電極として亜鉛板と銅板を用いているが、ボルタ電池と違って、電位差の低下が起りにくい仕組みになっている。ダニエル電池とボルタ電池の違いを簡潔に述べよ。
- 問 5 ボルタ電池やダニエル電池のように、電極に亜鉛を用いた電池は充電することができない。その理由を述べよ。
- 問 6 正極に酸化鉛(IV)、負極に鉛、電解液に希硫酸を用いた鉛蓄電池は充電が可能である。
- ① 放電時に鉛蓄電池の正極と負極で起る反応を化学反応式で示せ。
 - ② 充電時に鉛蓄電池全体ではどのような反応が起るか、一つの化学反応式で示せ。

Ⅳ トウモロコシから得られるデンプンをグルコースに変えてから、酵母を用いた発酵によってエタノールを作ることができる。得られたエタノールは蒸留により濃度を高めて、代替燃料としても用いられる。グルコースから燃料用エタノールを作るために以下の実験を行った。10.0% グルコース水溶液 1000 g に適量の乾燥酵母を加えた後、無酸素状態にして室温で放置した。細かい泡が出てきたので、この気体を回収して、その体積を測ったところ標準状態で 17.7 L であった。気体を回収した直後に、液を加熱して発酵を止めた。⁽¹⁾ 次いで、この発酵液の蒸留を行い、エタノールを含む蒸留液 19.9 g を得た。このうちの 1.99 g に蒸留水を加えて正確に 100 mL にした。この液の 10.0 mL を硫酸酸性にして 0.200 mol/L 過マンガン酸カリウム水溶液で滴定したところ、すべてのエタノールを酢酸に変えるのに 16.5 mL を要した。⁽²⁾

数値はすべて有効数字 3 桁で答えよ。ただし、加えた酵母の重量、および下線部(1)で発生した気体に含まれる水蒸気量は無視するものとする。原子量は以下の値を用いよ。H: 1.0, C: 12.0, O: 16.0

- 問 1 デンプンをグルコースに変える方法を一つ述べよ。
- 問 2 下線部(1)で発生した気体の名称を記せ。化学的にその気体の種類を調べるための反応の反応式を書け。
- 問 3 グルコースが発酵によってすべてエタノールに変化した場合、何 g のエタノールが生成するか。
- 問 4 気体を回収した直後の発酵液のエタノール濃度は、下線部(1)の気体の量から計算すると何%になるか。
- 問 5 気体を回収した直後の発酵液のエタノール濃度は、実際には問 4 で求めた値よりも大きい。その理由を述べよ。
- 問 6 下線部(2)の滴定の終点はどのようにして決められるか。
- 問 7 下線部(2)の反応の反応式を書け。
- 問 8 蒸留後のエタノール濃度は何%か。

化学(前期)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

受験番号

化学(前期)

I

問 1	ア	イ	ウ	エ
	オ	カ	キ	ク
問 2	a		b	
			問 3	
問 4	名称		原子半径の最大値	
問 5				

II

問 1	ア	イ	ウ	エ	オ
問 2			問 3	$K_1 =$	$K_2 =$
問 4					
問 5	電荷	理由			

III

問 1	正極	負極
問 2		
問 3		
問 4		
問 5		
問 6	①正極	
	負極	
	②	

IV

問 1		
問 2	名称	反応式
問 3		問 4
問 5		
問 6		
問 7		
問 8		

I	
II	
III	
IV	
計	