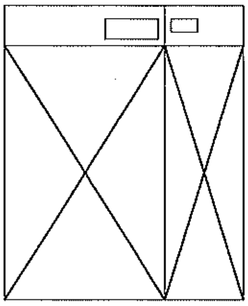
平成30年度入学試験問題（一般入試）

理　　　　科

注　意

1. 問題冊子は，指示があるまで開かないこと。
2. 問題文は，物理：1～8ページ，化学：9～14ページ，生物：15～22ページである。
3. 解答紙は計3枚で，物理：1枚，化学：1枚，生物：1枚である。
4. 解答開始前に，試験監督者の指示にしたがって，選択しない科目も含めすべての解答紙それぞれ2カ所に受験番号を記入すること。
5. 試験監督者の指示にしたがって，選択しない科目の解答紙に下記のように╳印を大きく2カ所記入すること。



6. 「始め」の合図があったら，問題冊子のページ数を確認すること。
7. 解答は，黒色鉛筆（シャープペンシルも可）を使用し，すべて所定の欄に丁寧な字で正確に記入すること。英文字，ギリシャ文字は大文字・小文字の区別をすること。欄外および裏面には記入しないこと。
8. 下書き等は，問題冊子の余白を利用すること。
9. 試験終了後，監督者の指示にしたがって，解答紙を物理，化学，生物の順番にそろえること。
10. 解答紙は持ち帰らないこと。

問題訂正

６ページ
物理〔３〕

本文下から４行目

誤　・・・$+g(V_x, V_y,$ ・・・

正　・・・$+\underline{\underline{g}}(V_x, V_y,$ ・・・

13 ページ
化学〔３〕

本文　４行目
②　１行目
③　１行目　　（計　３箇所）

誤　・・・$AgNO_3$ を滴下・・・

正　・・・$AgNO_3$ <u>水溶液</u>を滴下・・

化　　　学

必要があれば，原子量を H = 1.0，C = 12.0，N = 14.0，O = 16.0，Na = 23.0，S = 32.0，Cl = 35.5，Ca = 40.0 として用いなさい。

〔1〕 次の文を読み，問 1 ～ 5 に答えなさい。

硫酸の工業的製法は接触法と呼ばれ，以下のような手順でつくられる。

① 硫黄の燃焼により二酸化硫黄を生成させる。
② 二酸化硫黄を触媒存在下で酸素と反応させ，気体の三酸化硫黄を生成させる。
③ A に三酸化硫黄を過剰に溶かし込んで B を得た後，これを希硫酸で薄めて濃硫酸とする。

硫酸製造工場では，②の行程で反応しなかった二酸化硫黄が環境中に放出されるのを防ぐため，排出するガスから石灰石を用いて以下の反応で二酸化硫黄を取り除いている。

i．二酸化硫黄が水の存在下で石灰石の主成分と反応し，化合物 C と二酸化炭素が生成する。
ii．化合物 C が酸素および水と反応し，化合物 D が生成する。最終的に二酸化硫黄は化合物 D として回収される。

問 1　②の反応で用いられる触媒は何か，化学式で答えなさい。

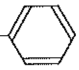
問 2　③の工程のＡとＢは何か，それぞれ漢字 4 字以内で答えなさい。

問 3　化合物Ｃは亜硫酸イオン SO_3^{2-} を含む塩で，半水和物である。ｉの反応の反応式を答えなさい。

問 4　化合物Ｄは水和物であり，約 140 ℃ に加熱すると水和水の一部を失って半水和物が生成される。この半水和物を適量の水と混合すると，再び化合物Ｄとなり硬化することが知られている。これを踏まえて，ⅱの反応の反応式を答えなさい。

問 5　800 g の硫黄を原料として①から③の順に処理し，2401 g の硫酸を得た。②の工程では一部の二酸化硫黄が反応しなかった。未反応の二酸化硫黄はｉとⅱの反応により処理され，化合物Ｄとしてすべて回収された。このとき回収された化合物Ｄの質量を有効数字 3 桁で答えなさい。

〔2〕 次の文を読み，問１～４に答えなさい。

アミノ酸名	略号	構造式	分子量	等電点(pI)
グリシン	Gly	$H_2N-CH-COOH$ $\mid$ H	75	5.97
アラニン	Ala	$H_2N-CH-COOH$ $\mid$ CH_3	89	6.00
セリン	Ser	$H_2N-CH-COOH$ $\mid$ CH_2-OH	105	5.68
システイン	Cys	$H_2N-CH-COOH$ $\mid$ CH_2-SH	121	5.07
ロイシン	Leu	$H_2N-CH-COOH$ $\mid$ $CH_2-CH(CH_3)_2$	131	5.98
アスパラギン酸	Asp	$H_2N-CH-COOH$ $\mid$ CH_2-COOH	133	2.77
リシン	Lys	$H_2N-CH-COOH$ $\mid$ $(CH_2)_4-NH_2$	146	9.75
グルタミン酸	Glu	$H_2N-CH-COOH$ $\mid$ $(CH_2)_2-COOH$	147	3.22
フェニルアラニン	Phe	$H_2N-CH-COOH$ $\mid$ CH_2- 	165	5.48
アルギニン	Arg	$H_2N-CH-COOH$ $\mid$ $(CH_2)_3-NH-C(NH_2)=NH$	174	10.76

左表に示すα-アミノ酸のうち4種類各1個，計4個のアミノ酸で構成される直鎖状のテトラペプチド(ペプチドX)がある。このペプチドXを用いて以下の実験結果を得た。

① ペプチドXを塩基性アミノ酸のカルボキシ基側で加水分解する酵素を用いて切断するとアミノ酸(A)とトリペプチドが生じた。生じたトリペプチドを酸性アミノ酸のカルボキシ基側で加水分解する酵素を用いるとアミノ酸(B)およびジペプチド(C)とが得られた。アミノ酸(A)，アミノ酸(B)およびジペプチド(C)は，いずれも不斉炭素原子を1個含んでいることがわかった。

② 0.10 mol/Lの酢酸水溶液400 mLと0.10 mol/Lの酢酸ナトリウム水溶液100 mLを混合して<u>緩衝液</u>(a)を作成した。この緩衝液に浸したろ紙上にアミノ酸(A)とアミノ酸(B)をスポットし，電気泳動を行うとどちらのアミノ酸も陽極に移動することがわかった。

③ pH 2.0でアミノ酸(A)とアミノ酸(B)を混合した溶液を陽イオン交換樹脂に通してアミノ酸を全て吸着させた。<u>アミノ酸を樹脂から溶出させるための溶出液のpHを徐々に上げるとアミノ酸(A)，アミノ酸(B)の順に溶出した</u>(b)。

④ ジペプチド(C)69.3 mg中の窒素を全てアンモニアに変え，<u>発生したアンモニア</u>(c)を0.10 mol/Lの硫酸20.0 mLに完全に吸収させた。この溶液を0.10 mol/LのNaOH水溶液で滴定したところ，中和するのに25.0 mL要した。

酢酸の電離定数$K_a = 2.0 \times 10^{-5}$ mol/L，$\log_{10} 2 = 0.30$，$\log_{10} 3 = 0.48$とする。

問 1 下線部aの緩衝液のpHを有効数字2桁で答えなさい。

問 2 下線部bのアミノ酸(A)がアミノ酸(B)より早く溶出した理由を簡潔に答えなさい。

問 3 下線部cで発生したアンモニアの物質量を有効数字2桁で答えなさい。

問 4 ペプチドXのアミノ酸配列を下の例のように表中の略号を用いて示しなさい。

例 Gly-Ala-Ser-Cys

(Glyがアミノ末端アミノ酸，Cysがカルボキシ末端アミノ酸)

〔3〕 次の文を読み，a ~ f の数値を答えなさい。

塩化物イオン Cl^- を含む試料に濃度既知の $AgNO_3$ 水溶液を滴下すると，塩化銀 AgCl の白色沈殿が以下の反応式のように生成する。

$$Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl\text{(白色沈殿)}$$

AgCl の白色沈殿が新たに生成しなくなるまで $AgNO_3$ を滴下したときの滴下量から試料中の塩化物イオン濃度 $[Cl^-]$ を求める方法を銀滴定という。

滴定前に K_2CrO_4 を少量加えておくと AgCl の白色沈殿が生成しなくなってから Ag_2CrO_4 の赤褐色沈殿が以下の反応式のように生成する。

$$2Ag^+ + CrO_4^{2-} \rightarrow Ag_2CrO_4\text{(赤褐色沈殿)}$$

このとき試料中の Cl^- は，ほとんどすべて AgCl になっているので滴定の終点と見なせる。K_2CrO_4 を加えずに AgCl の白色沈殿が生成しなくなる点で検知するより，K_2CrO_4 を加えて Ag_2CrO_4 の赤褐色沈殿の生成で検知する方が終点を判定しやすく精度も高い。

この滴定法を定量的に考察した以下の①~③の文章中の a ~ f に該当する数値を有効数字 2 桁で答えなさい。ただし，滴定における液量の変化はないものとする。

AgCl の溶解度積は，$[Ag^+][Cl^-] = 1.69 \times 10^{-10}$ (mol²/L²)，Ag_2CrO_4 の溶解度積は，$[Ag^+]^2[CrO_4^{2-}] = 4.0 \times 10^{-12}$ (mol³/L³) とする。

① AgCl と Ag_2CrO_4 それぞれの飽和水溶液中で溶解している銀イオン濃度 $[Ag^+]$ を比較すると AgCl の場合 [a] mol/L，Ag_2CrO_4 では [b] mol/L となり，AgCl より Ag_2CrO_4 のほうが大きい。

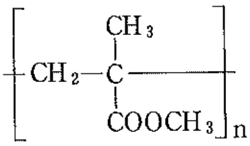
② 1.0×10^{-2} mol/L の NaCl と 1.0×10^{-2} mol/L の K_2CrO_4 を含む水溶液に $AgNO_3$ を滴下していくと，溶解している銀イオン濃度 $[Ag^+]$ が [c] mol/L から AgCl が沈殿し始める。一方，Ag_2CrO_4 は $[Ag^+]$ が [d] mol/L から沈殿し始める。

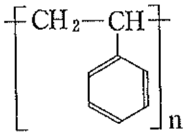
③ 1.0×10^{-2} mol/L の NaCl を含む水溶液に $AgNO_3$ を滴下して，Cl^- が AgCl として 99.9 % 沈殿した。このとき溶解している銀イオン濃度 $[Ag^+]$ は [e] mol/L である。この銀イオン濃度で K_2CrO_4 が Ag_2CrO_4 として沈殿する場合は，K_2CrO_4 の濃度が [f] mol/L のときである。従って，試料中の塩化物イオン濃度が 1.0×10^{-2} mol/L のときに K_2CrO_4 を [f] mol/L 以上の濃度になるように加えると定量の精度が低くなる。

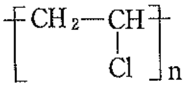
〔4〕 次の文を読み，問1～4に答えなさい。

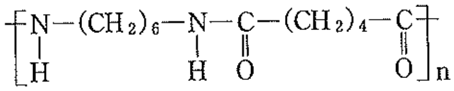
合成高分子化合物は，私達の生活の中の身近な製品の材料として使用されている。ポリスチレン(A)は発泡スチロール，ポリ塩化ビニル(B)はラップフィルム，ポリ酢酸ビニル(C)はガムや接着剤，ポリアクリロニトリル(D)はアクリル繊維に使用されている。さらに，メタクリル樹脂(E)は水族館の水槽，ポリエチレンテレフタラート(F)はペットボトル，ナイロン66(G)は衣類と様々な製品に使用されている。

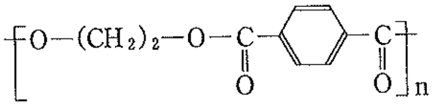
問1 下線部(A)～(G)の合成高分子の構造は，以下の(1)～(7)のどれか，数字で答えなさい。

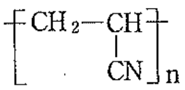
(1) 

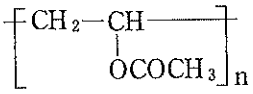
(2) 

(3) 

(4) 

(5) 

(6) 

(7) 

問2 ポリスチレン0.50 gを適当な溶媒に溶かして200 mLにした。調製した溶液の27 ℃における浸透圧を測定したところ，50 Paであった。この溶液中のポリスチレンの平均分子量と重合度を有効数字2桁で答えなさい。

ただし，気体定数 $R = 8.31 \times 10^3$ Pa・L/(K・mol)とする。

問3 ポリエチレンテレフタラートは，テレフタル酸とエチレングリコールを原料とし，化学反応させると生成されるポリエステルである。このポリエチレンテレフタラートを1.6 kg合成するのに必要なテレフタル酸の物質量は何molか，有効数字2桁で答えなさい。

問4 ナイロンには，様々な種類が存在する。そのなかで，ナイロン6とナイロン66が，もっとも多く使用されている。このナイロン6の重合反応を表す反応式を書きなさい。