

Y 3 物理 Y 4 化学 Y 5 生物

この冊子は、**物理**、**化学** 及び **生物** の問題を 1 冊にまとめてあります。

数学科は、物理または化学のどちらかを選択

物理学科は物理指定

情報科学科、応用生物科学科及び経営工学科は、物理、化学、生物のいずれかを選択

物理の問題は、1 ページより 18 ページまであります。
化学の問題は、19 ページより 29 ページまであります。
生物の問題は、30 ページより 59 ページまであります。

[注 意]

- (1) 試験開始の指示があるまで、この冊子を開いてはいけません。
- (2) 監督者から受験番号等記入の指示があったら、解答用マークシートに受験番号と氏名を記入し、さらに受験番号をマークしてください。
- (3) 解答は、所定の解答用マークシートにマークしたものが採点されます。
- (4) 解答用マークシートについて
 - ① 解答用マークシートは、絶対に折り曲げてはいけません。
 - ② マークには黒鉛筆(H B または B)を使用してください。
指定の黒鉛筆以外でマークした場合、採点できないことがあります。
 - ③ 誤ってマークした場合は、消しゴムで丁寧に消し、消しくずを完全に取り除いたうえ、新たにマークしてください。
 - ④ 解答欄のマークは、横 1 行について 1 箇所に限ります。
2 箇所以上マークすると採点されません。
あいまいなマークは無効となるので、はっきりマークしてください。
 - ⑤ 解答用マークシートに記載されている解答上の注意事項を、必ず読んでから解答してください。
- (5) 試験開始の指示があったら、初めに問題冊子のページ数を確認してください。
ページの落丁・乱丁、印刷不鮮明等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- (6) 問題冊子は、試験終了後、持ち帰ってください。

化 学

1 次の問(1)～(5)に答えなさい。

(17 点)

(1) 次のイオンの中でイオン半径が最大のものと最小のものの組み合わせで最も適当なものをA欄より選び、解答用マークシートにマークしなさい(番号の中の0という数字も必ずマークすること)。

(a) O^{2-} (b) F^{-} (c) Na^{+} (d) Mg^{2+}

A 欄

- | | |
|-------------------|-------------------|
| 01 最大：(a), 最小：(b) | 02 最大：(a), 最小：(c) |
| 03 最大：(a), 最小：(d) | 04 最大：(b), 最小：(a) |
| 05 最大：(b), 最小：(c) | 06 最大：(b), 最小：(d) |
| 07 最大：(c), 最小：(a) | 08 最大：(c), 最小：(b) |
| 09 最大：(c), 最小：(d) | 10 最大：(d), 最小：(a) |
| 11 最大：(d), 最小：(b) | 12 最大：(d), 最小：(c) |

(2) 次のイオンの中でイオン半径が最大のものと最小のものの組み合わせで最も適当なものをB欄より選び、解答用マークシートにマークしなさい(番号の中の0という数字も必ずマークすること)。

(a) K^{+} (b) Li^{+} (c) Na^{+} (d) Rb^{+}

B 欄

- | | |
|-------------------|-------------------|
| 01 最大：(a), 最小：(b) | 02 最大：(a), 最小：(c) |
| 03 最大：(a), 最小：(d) | 04 最大：(b), 最小：(a) |
| 05 最大：(b), 最小：(c) | 06 最大：(b), 最小：(d) |
| 07 最大：(c), 最小：(a) | 08 最大：(c), 最小：(b) |
| 09 最大：(c), 最小：(d) | 10 最大：(d), 最小：(a) |
| 11 最大：(d), 最小：(b) | 12 最大：(d), 最小：(c) |

- (3) 次の原子の対電子の数もしくは原子価として(ア)～(エ)にあてはまる最も適当なものをC欄より選び、解答用マークシートにマークしなさい。ただし、同じ番号を何回用いてもよい。

ホウ素の対電子の数：

炭素の原子価：

窒素の対電子の数：

酸素の原子価：

C 欄

0 0	1 1	2 2	3 3	4 4
5 5	6 6	7 7	8 8	

- (4) 次の記述の(オ)～(ケ)に最も適当なものをD欄より選び、解答用マークシートにマークしなさい(番号のなかの0という数字も必ずマークすること)。ただし、同じ番号を何回用いてもよい。

^{12}C と ^{13}C は互いに である。それぞれの原子に含まれる陽子と中性子の数は、次の表にまとめることができる。

	^{12}C	^{13}C
陽子の数	(カ)	(ク)
中性子の数	(キ)	(ケ)

D 欄

01 同素体	02 同位体	03 同族体	04 1	05 2
06 3	07 4	08 5	09 6	10 7
11 8	12 9	13 10	14 11	15 12
16 13				

- (5) 次の記述の(i)と(ii)に最も適当な数値を、有効数字が2桁になるように3桁目を四捨五入し、次の形式で解答用マークシートにマークしなさい。指数 c が0の場合の符号 p には+をマークしなさい。

$$\boxed{a} \cdot \boxed{b} \times 10^{\boxed{p} \boxed{c}}$$

↑
小数点
↑
正負の符号

なお、必要ならば、下記の数値を用いなさい。

原子量：H 1.0, O 16.0, Na 23.0

十分に乾燥した水酸化ナトリウム 60 g を水に溶解させて、全量を 250 mL にした水酸化ナトリウム水溶液がある。このときの水溶液のモル濃度は (i) mol/L となる。また、この水溶液の密度が 1.2 g/cm^3 であるとする、質量パーセント濃度は (ii) % となる。

右のページは白紙です。

- 2 次の記述の(ア)～(キ)に当てはまる数値を求めなさい。解答は有効数字が2桁になるように3桁目を四捨五入し、次の形式で解答用マークシートにマークしなさい。指数 c が0の場合の符号 p には+をマークしなさい。(17点)

$$\boxed{a} \overset{\substack{\uparrow \\ \text{小数点}}}{.} \boxed{b} \times 10^{\overset{\substack{\uparrow \\ \text{正負の符号}}}{\boxed{p}}} \boxed{c}$$

なお、必要ならば下記の数値を用いなさい。

$$\text{気体定数 } R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$$

- (1) 電離定数が $2.75 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ である酢酸 $\boxed{\text{ア}}$ mol を水に溶解させて、pH 2.0 の水溶液 1.0 L を調製する。この水溶液に、酢酸ナトリウム $\boxed{\text{イ}}$ mol を加えると、pH 4.0 の緩衝液が得られる。ただし、酢酸ナトリウムは水溶液中で完全に電離するものとし、酢酸ナトリウムの溶解によって水溶液の温度および体積は変化しないものとする。

- (2) 300 K において、10 L の密閉容器に 0.20 mol のエタンと 0.80 mol の酸素を封入してある。この時、混合気体の全圧は $\boxed{\text{ウ}}$ Pa である。ただし、各気体は理想気体であると仮定する。

次に、この混合気体に点火して完全燃焼させ、その後ふたたび温度を 300 K として、十分な時間経過させた。完全燃焼による二酸化炭素の生成量は $\boxed{\text{エ}}$ mol であり、水の生成量は $\boxed{\text{オ}}$ mol である。また、生成した水が全て気体であると仮定すると、その分圧は $\boxed{\text{カ}}$ Pa と計算され、これは 300 K における水の飽和蒸気圧である $4.0 \times 10^3 \text{ Pa}$ よりも大きいため、水は一部液体として存在する。これらより、完全燃焼後の 300 K における容器内の全圧は $\boxed{\text{キ}}$ Pa と求められる。なお、生成した水(液体)の体積および水への気体の溶解は無視できるものとし、密閉容器の容積は変化しないものとする。

右のページは白紙です。

- 3 次の(1), (2)の記述を読み, (i)から(iv)にあてはまる数値を有効数字が3桁になるように4桁目を四捨五入して求め, 次の形式で解答用マークシートにマークしなさい。指数 d が0の場合の符号 p には+をマークしなさい。(16点)

$$\boxed{a} \cdot \boxed{b} \boxed{c} \times 10^{\boxed{p} \boxed{d}}$$

↑
小数点
↑
正負の符号

なお, 必要ならば, 下記の数値を用いなさい。

標準状態(温度 0°C , 圧力 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$)での気体 1 mol の体積: 22.4 L

気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

- (1) 分子量が 46.0 , 融点が 8.40°C , 沸点が 100.8°C である物質 A の融解熱は 12.7 kJ/mol , 蒸発熱は 20.1 kJ/mol , 比熱(この物質 1 g の温度を 1 K 上げるのに必要な熱量)は $2.15 \text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ である。 1.00 mol の物質 A の温度を 1.00°C から 101.0°C に上げるのに必要な熱量は $\boxed{\text{(i)}}$ J であり, これは同じ量の物質 A の温度を 50.0°C から 100.0°C に上げるのに必要な熱量の $\boxed{\text{(ii)}}$ 倍である。ただし, 物質 A の比熱は三態(固体・液体・気体)によらず一定であるとする。

- (2) ある気体の溶媒に対する溶解度は, その気体の圧力が $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ のときに溶媒 1 L に溶ける体積を, 標準状態(温度 0°C , 圧力 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$)における体積に換算した値と定義される。

0°C の水に対する溶解度がそれぞれ 1.72 L , 0.0490 L である気体 B と気体 C がある。容積 3.00 L の容器に, 液体の水 1.00 L , 標準状態の気体 B 1.00 L , 標準状態の気体 C 1.00 L を封入し, 温度 0°C において平衡に達したとき, 水に溶けている気体 B および気体 C の物質量は, それぞれ $\boxed{\text{(iii)}}$ mol および $\boxed{\text{(iv)}}$ mol である。ただし, 気体 B, C はいずれも理想気体とみなすことができ, ヘンリーの法則に従うものとし, 気体, 水溶液中いずれの状態でも互いに反応しない。また, 平衡状態において水は液体としてのみ存在し, 気体の溶解に伴って溶液の体積は変化しないものとする。

右のページは白紙です。

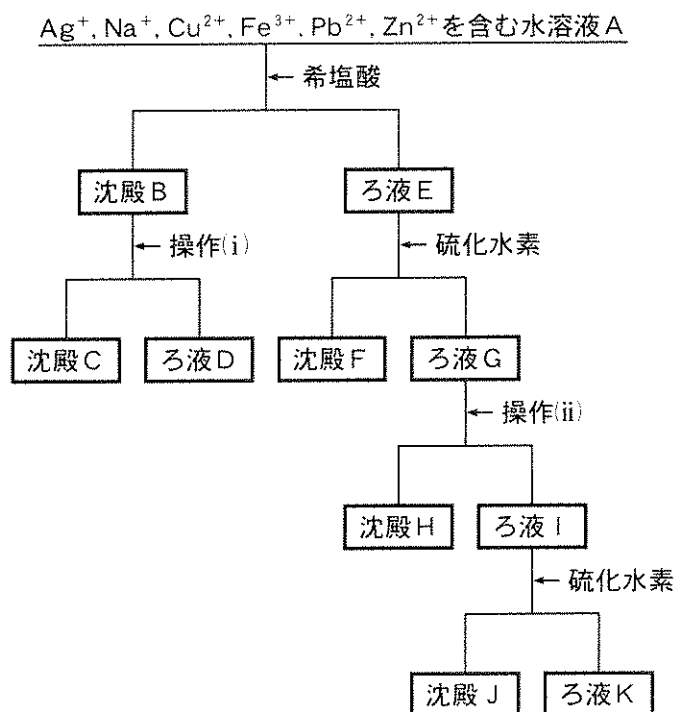
- 4 以下は Ag^+ , Na^+ , Cu^{2+} , Fe^{3+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} の 6 種類の金属イオンを含む水溶液に関する記述である。また図は水溶液から金属イオンを分離する操作を示したものである。適宜図を参考に、(ア)~(コ)にあてはまる最も適当な語句を A 欄より選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい(番号の中の 0 という数字も必ずマークすること)。なお、同じ番号を何回用いてもよい。また、各操作では、沈殿を形成すべき金属イオンはすべて沈殿し、溶液中にそのイオンは残存しないものとする。(16 点)

図の水溶液 A に希塩酸を少量ずつ加え、さらに 1 滴加えても新たに沈殿が生じなくなることを確認した。このとき沈殿 B に含まれる化合物は (ア) である。ろ過した沈殿 B を操作(i)で適切な量の (イ) で処理してろ過した後、ろ液 D に二クロム酸カリウムを加えたところ、(ウ) 色の沈殿が生じた。ろ液 E に硫化水素を十分吹き込んだところ (エ) を含む沈殿 F が生じた。沈殿 F を加熱しながら少量の硝酸に溶かした後、過剰のアンモニア水を加えて塩基性にしたところ、(オ) 色の溶液になった。ろ液 G を操作(ii)で煮沸して、加熱により硫化水素を除去し、少量の硝酸を加えた後、アンモニア水を少量ずつ加えて弱塩基性にしたところ、(カ) 色の沈殿 H が生じた。この操作では硝酸は (キ) として作用する。ろ液 I に硫化水素を十分に吹き込んだところ、(ク) 色の沈殿 J が生じた。ろ液 K を白金線につけた後、バーナーで加熱したところ、炎色反応は (ケ) 色を示した。

一方で、水溶液 A を試験管にとり、下線部(a)の操作の代わりに少量の硝酸を加えて溶液を弱酸性にした後に硫化水素を十分に吹き込んだところ、沈殿が生じた。この沈殿に含まれるものは (コ) である。

A 欄

01 AgCl	02 PbCl ₂	03 AgCl, PbCl ₂
04 AgCl, CuCl ₂	05 AgCl, ZnCl ₂	06 PbCl ₂ , CuCl ₂
07 硫化水素	08 硫 酸	09 水酸化ナトリウム
10 希塩酸	11 硝 酸	12 冷 水
13 熱 水	14 黄	15 白
16 赤 褐	17 深 青	18 青 白
19 黒	20 緑 白	21 緑
22 橙	23 桃	24 紫
25 酸化剤	26 還元剤	27 CuS
28 Ag ₂ S, CuS	29 CuS, PbS	30 ZnS
31 CuS, ZnS	32 CuS, ZnS, FeS	33 Ag ₂ S, PbS, CuS
34 Ag ₂ S, ZnS, CuS	35 Ag ₂ S, PbS, ZnS	36 Ag ₂ S, ZnS, CuS, FeS



図

- 5 次の記述の(ア)~(ケ)に最も適する 0 ~10 の数を解答用マークシートにマークしなさい。(17 点)

(1) C_nH_{2n+2} の組成式で表される化合物について、 n が (ア) 以下の直鎖状アルカンは常温常圧において気体である。また、 n が 6 のアルカンには (イ) 個の構造異性体がある。

(2) C_nH_{2n} の組成式で表される化合物について、 n が (ウ) 以上のアルケンには幾何異性体がある。

(3) $C_nH_{2n+2}O$ の組成式で表される化合物について、 n が 3 のときには (エ) 個の構造異性体がある。また、 n が (オ) 以上のときに光学異性体がある。

(4) C_3H_6O の組成式で表される化合物について、その構造異性体および幾何異性体のうち不飽和結合を持つものは (カ) 個である。また、カルボニル化合物は (キ) 個である。なお、ビニルアルコールの構造を持つ化合物は、常温・常圧で不安定なため除くものとする。

(5) C_9H_{12} の組成式で表される化合物について、その構造異性体のうち芳香族炭化水素は (ク) 個ある。また、酸化により安息香酸が得られるのは (ケ) 個である。

右のページは白紙です。

6

次の記述(1)～(3)および問 1 ～ 8 に関して、①～⑪に最も適するものを A 欄から
 選り解答用マークシートにマークしなさい(番号の中の 0 という数字も必ずマ
 ークすること)。ただし、必要ならば下記の数値を用いなさい。(17 点)

原子量：H 1.0, C 12.0, N 14.0, O 16.0, S 32.1

- (1) タンパク質はデンプンやセルロースと同じ天然高分子であるが、デンプンやセルロースを単量体まで加水分解するとグルコースしか得られないのに対し、タンパク質を単量体まで分解すると、A 約 20 種類のアミノ酸が得られる。また、タンパク質を成分から分類すると、分解した場合にアミノ酸のみ得られるタンパク質を単純タンパク質、アミノ酸以外に糖類、リン酸、色素等も得られるタンパク質を複合タンパク質という。特に、B 単純タンパク質は形状からも分類でき、球状タンパク質、繊維状タンパク質等がある。
- (2) 同種のタンパク質においてはアミノ酸の種類や数だけではなく、その配列順序も一定である。このアミノ酸の配列順序を一次構造という。そして、C α -ヘリックス構造、 β -シート構造等のポリペプチド鎖に見られる基本構造を二次構造という。次に、D ポリペプチド鎖の側鎖間での相互作用や結合により、先ほどのタンパク質の基本構造が特有の折りたたみ構造を有しているものを三次構造という。さらに、E 三次構造をとったポリペプチド鎖(サブユニット)がいくつか集合して複合体を形成した状態を四次構造という。
- (3) 水に溶けるタンパク質の水溶液は、F コロイド溶液となるが、多量の電解質を加えると水和している水が奪われ、コロイド粒子同士が凝集して沈殿する。また、均一タンパク質水溶液に熱、酸、塩基、アルコール、重金属イオン等を作用させると、立体構造が変化して凝固、沈殿等が生じる。次に、タンパク質にある試薬を加えて反応させると、タンパク質の成分元素である窒素、硫黄等が検出できる。これ以外に、タンパク質の検出反応には、G ビウレット反応、H キサントプロテイン反応等の呈色反応がある。

A 欄

- | | | |
|--------------|--------------|-------------|
| 01 グリシン | 02 アラニン | 03 チロシン |
| 04 セリン | 05 システイン | 06 アスパラギン酸 |
| 07 グルタミン酸 | 08 リシン | 09 アルブミン |
| 10 コラーゲン | 11 ムチン | 12 カゼイン |
| 13 ミオグロビン | 14 ヘモグロビン | 15 イオン結合 |
| 16 水素結合 | 17 金属結合 | 18 ジスルフィド結合 |
| 19 疎水コロイド／凝析 | 20 疎水コロイド／塩析 | |
| 21 親水コロイド／凝析 | 22 親水コロイド／塩析 | |
| 23 保護コロイド／凝析 | 24 保護コロイド／塩析 | |
| 25 ジペプチド | 26 トリペプチド | 27 テトラペプチド |
| 28 オクタペプチド | | |

問 1 下線(A)に記載したアミノ酸は α -アミノ酸で、分子量146、窒素含有量19.2%のものは ①，分子中に不斉炭素を持たないものは ② である。

問 2 下線(B)に記載したように単純タンパク質は形状からも分類でき、③ は球状タンパク質および ④ は繊維状タンパク質である。

問 3 下線(C)に記載した α -ヘリックス構造、 β -シート構造等の基本構造ができる理由は、ペプチド結合の部分で ⑤ ができているためである。

問 4 下線(D)に記述した折りたたみ構造ができる一つの理由として、タンパク質中に含まれる ⑥ の間に作られる ⑦ がある。

問 5 下線(E)に記述した四次構造を形成しているタンパク質は ⑧ である。

問 6 下線(F)に基づくコロイドとその示す現象を ⑨ という。

問 7 下線(G)の呈色反応は、2 つ以上のペプチド結合が銅イオンを挟み込むように結合して形成するので、⑩ 以上のペプチドで見られる。

問 8 下線(H)の呈色反応は、 α -アミノ酸では、⑪ で見られる。

右のページは白紙です。