

平成 24 年度 日本医科大学入学試験問題

[理 科]

受験番号	
------	--

注 意 事 項

1. 指示があるまで問題用紙は開かないこと。
2. 受験科目はあらかじめ受験票に記載された 2 科目とし、変更は認めない。
3. 問題用紙および解答用紙配布後、監督者の指示に従い、配布枚数の確認を行うこと。
(表紙を除き、問題冊子 21 ページ、うち 2 ページは計算用紙、解答用紙 物理 1 枚、化学 1 枚、
生物 1 枚)
落丁、乱丁、印刷の不鮮明の箇所があったら、手を挙げて監督者に知らせること。
4. 解答時間は 14 時 10 分から 16 時 10 分までの 120 分。
解答が終わってもまたは試験を放棄する場合でも、試験終了までは退場できない。
5. 机上には、受験票と筆記用具および時計（計時機能のみ）以外は置かないこと。
6. 筆記用具は鉛筆、シャープペンシル、消しゴムのみとする。
(コンパス、定規等は使用できない。)
7. 止むを得ず下敷を使用する場合は、監督者の許可を得ること。
8. 解答はすべて解答用紙の所定の解答欄に記入すること。欄外には何も書かないこと。
9. この問題用紙の余白および計算用紙は草稿や計算に自由に用いてよい。
10. 耳栓の使用はできない。
11. 携帯電話等の電源は必ず切り、鞆の中にしまうこと。
12. 質問、用便、中途退室など用件のある場合は、無言のまま手を挙げて監督者の指示に従うこと。
13. 受験中不正行為があった場合は、試験の一切を無効とし、試験終了時間まで別室で待機を命じる。
14. 退室時は、試験問題および解答用紙を裏返しにすること。

化 学

必要であれば、原子量として $H=1.00$, $C=12.0$, $N=14.0$, $O=16.0$, $Mg=24.0$, $Cl=35.5$, $Cu=63.5$, $Ag=108$ を用いなさい。

[I] ~ に最も適した語句、化学式または数値を書きなさい。

- (1) 塩素酸カリウムは、酸化マンガンとともに加熱すると、分解して気体の を生じる。
- (2) ハロゲン化ナトリウムは、ハロゲン化物イオンの半径が いほど、融点と沸点が低くなる。
- (3) K^+ と同じ電子配置をもつ 2 価の陰イオンは である。
- (4) 二酸化炭素、水(液体)、アセチレンの生成熱が、それぞれ 394 kJ/mol , 286 kJ/mol , -228 kJ/mol のとき、アセチレンの燃焼熱は kJ/mol である。
- (5) アルミニウムのように、酸とも塩基とも反応する元素を 元素という。
 1.0 mol のアルミニウムを水酸化ナトリウム水溶液に完全に溶かすと、気体の が mol 発生する。
- (6) Mg , Zn , Al , Cu , Ag の金属結晶は、原子を最も密につめ込んだ構造をもつ。これらの結晶内では 1 個の金属原子に 個の金属原子が接しているが、原子の配列構造には 2 種類がある。それらのうち、 とよばれる構造の単位格子に含まれる原子の数は 2 個である。
- (7) Xe , Kr , Ar , Ne の原子の電子配置は、最外殻の電子数が 個で安定している。これらの元素の単体は常温で気体であり、原子番号の大きいものほど沸点が くなる。

[II] 下記の文章を読んで、問いに答えなさい。ただし、塩化マグネシウムは水溶液中で完全に解離し、また文章中の溶液 A に対して希薄溶液の凝固点降下度を示す式が成立すると仮定しなさい。なお、水 100 g に溶ける塩化マグネシウム無水塩の最大の質量は 25.0℃で 55.0 g、60.0℃で 61.0 g であり、水のモル凝固点降下は 1.85 K·kg/mol としなさい。

塩化マグネシウムは、水溶液中から沈殿させると n 水和物の結晶として析出する。60.0 g の塩化マグネシウム無水塩を 60.0℃の蒸留水 100 g に溶かし、この溶液を 25.0℃まで冷却すると $\text{MgCl}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ の結晶が質量 x [g] だけ析出した。この結晶のうちの 5.40 g を 25.0℃の蒸留水 50.0 g に溶かし、これを溶液 A とした。溶液 A の凝固点降下度を測定したところ、2.78 K であった。

溶液の凝固点とは、溶液が溶媒成分の固体と平衡状態にあるときの温度である。凝固点降下度とは、純粋な溶媒の凝固点と溶液の凝固点との差であるから、溶液の凝固点と溶質濃度との関係は凝固点降下度を示す式から導くことができる。溶液 A を -3.33℃まで冷却し、この温度で溶液が氷と平衡状態にあれば、この溶液中の塩化マグネシウム濃度は mol/kg である。このとき、塩化マグネシウムの結晶が生じていなければ、氷の全質量は g である。

問 1 仮に $n=2$ であれば、 x はいくつになりますか。有効数字 2 桁で単位をつけて書きなさい。

問 2 凝固点降下の実験結果から、25.0℃の溶液 A に含まれる塩化マグネシウムの質量モル濃度を求め、有効数字 2 桁で単位をつけて書きなさい。

問 3 凝固点降下の実験結果から、 n として最も適切な数値を求め、整数で書きなさい。

問 4 と に正しい数値を入れなさい。ただし、数値は有効数字 2 桁で書きなさい。

[III] 下記の文章を読んで、問いに答えなさい。ただし、1 価の弱酸 HX および HY の電離定数はそれぞれ $K_X = 1.0 \times 10^{-5}$ mol/L および $K_Y = 1.0 \times 10^{-9}$ mol/L である。また、水のイオン積を $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$ (mol/L)² とする。必要であれば、 $\log_{10} 2 = 0.30$ として計算しなさい。

いま、弱酸 HX と弱酸 HY の混合水溶液を溶液 A とする。溶液 A の pH は 3.00 である。このときの弱酸 HX および弱酸 HY のモル濃度はそれぞれ C_X [mol/L] および C_Y [mol/L] であり、 C_Y は C_X の 4.0 倍である。また、溶液内では電離平衡 (a) および (b) がそれぞれ成り立つ。



溶液 A の弱酸 HX に着目すると、(a) のように一部が電離して X^- イオンとなっているため、HX 分子のモル濃度 $[\text{HX}]$ と X^- イオンのモル濃度 $[\text{X}^-]$ には次の関係がある。

$$[\text{HX}] + [\text{X}^-] = \boxed{\text{ア}}$$

また、弱酸 HX の電離度 α_X は、 $\boxed{\text{ア}}$ および $[\text{X}^-]$ のみを用いて次のように定義される。

$$\alpha_X = \boxed{\text{イ}}$$

よって、 α_X は、 K_X および $[\text{H}^+]$ のみを用いて次式で表される。

$$\alpha_X = \boxed{\text{ウ}}$$

つぎに、濃度が C_X [mol/L] の NaOH 水溶液を溶液 A に加えて pH を 4.70 としたものを溶液 B とした。このとき、溶液 A の場合と同様に、HX と X^- の間に (a) の電離平衡が成立する。したがって、溶液中の濃度比 $[\text{X}^-]/[\text{HX}]$ は、 K_X および pH と次の関係にある。

$$\log_{10} \frac{[\text{X}^-]}{[\text{HX}]} = \boxed{\text{エ}}$$

最後に、 C_X [mol/L] の NaOH 水溶液を溶液 B に加えて溶液 C とした。溶液 C を得るために溶液 A に加えられた NaOH 水溶液の総体積は溶液 A の体積と等しい。

溶液 A~C においては、HX 分子および HY 分子と、それらが電離してできる X^- イオンおよび Y^- イオンとが、さまざまな濃度で共存する。この 4 種類の分子やイオンを比較すると、溶液 C では $\boxed{\text{オ}}$ 分子と $\boxed{\text{カ}}$ イオンが他の 2 つに比べて低い濃度で存在する。

問1 に最も適したものを a~f の中から選んで記号を書きなさい。

- a. $[H^+]$ b. C_X c. $C_X + [H^+]$ d. $C_X - [H^+]$ e. $C_X [H^+]$ f. $\frac{[H^+]}{C_X}$

問2 ~ に最も適した式を書きなさい。

問3 および に最も適した分子式およびイオン式を書きなさい。

問4 溶液 A について、濃度比 $[Y^-]/[X^-]$ の値を求め、有効数字2桁で書きなさい。

問5 C_X は何 mol/L ですか。有効数字2桁で書きなさい。

問6 溶液 B における α_X の値を求め、有効数字2桁で書きなさい。

問7 溶液 C においては と のモル濃度は等しい。溶液 C の $[H^+]$ [mol/L] を求め、有効数字2桁で書きなさい。

[IV] (1)～(6)の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

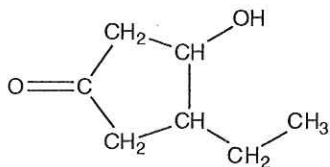


図 1

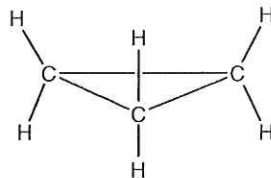


図 2

- (1) 分子中にヒドロキシ基をもつカルボン酸を という。発酵した牛乳に含まれる乳酸や、ブドウの果実に含まれフェーリング液の原料に用いられる も に分類される。
- (2) 乳酸は炭素原子を中心とした正四面体構造をしており、たがいに異なる4つの置換基が結合している。このような4つの異なる置換基が結合している炭素原子を という。 をもつ化合物には、 異性体が存在する。これらは、物理的性質や化学的性質はほとんど同じであるが、味覚や消化などの や平面偏光に対する性質が異なる。
- (3) 分子式 C_3H_6 で示される環状化合物(図2)の名称は である。この化合物の水素原子1つを塩素原子で置き換えても異性体は生じないが、さらにもう1つの水素原子を塩素原子で置き換えると、合計 種類の異性体が生じる。このうちの2つは 異性体の関係にある。
- (4) 分子式 C_4H_8 で示される炭化水素には、環状構造を含む異性体が 種類、含まない異性体が 種類存在する。
- (5) アルカンは一般的には反応性に乏しいが、明るいところでは塩素と反応する。例えば、メタンと塩素の混合気体に光をあてると、置換反応により水素原子が次々と塩素原子と置き換わり、塩化メチル、ジクロロメタン、、四塩化炭素が生成する。
- (6) ベンゼンは不飽和結合をもつが、 反応よりも 反応を受けやすい。しかし、ベンゼンと塩素の混合物に白色光や紫外線をあてると、塩素と 反応をおこして を生じる。

問1 文中の ~ に適当な語句を入れなさい。

問2 (2)の下線部で示された平面偏光とはどのような光をいいますか。20文字以内で答えなさい。

問3 乳酸の構造式を図1にならって書きなさい。

問4 (3)の下線部で示された異性体の構造式を図2にならってすべて書きなさい。

問5 適当な炭素数の は分子内で脱水させると、ラクトンと呼ばれる環状化合物を生成する。5-ヒドロキシペンタン酸($\text{HO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$)を脱水反応させたときに生成するラクトンの構造式を、図1にならって書きなさい。

[V] 下記の文章を読んで、問いに答えなさい。

サトウキビなどからとれるAにaを作用させるとグルコースとフルクトースが生成する。また、デンプンにbを作用させるとBが生じる。Bは2分子のグルコースが α -グリコシド結合してできている。一方、2分子のグルコースが β -グリコシド結合してできたものはCとよばれる。Cの構造が直線的に繰り返され、分子量が百万～数千万になったものがDである。

問1 文中のA～Dは糖類、a、bは酵素である。それぞれの名称を答えなさい。

問2 糖類A～Dの中でフェーリング液を還元しないものをすべて選び、記号で答えなさい。

問3 1.0gの糖類Aに酵素aを作用させ、完全に反応を進行させた。これに、フェーリング液を加えたときに生成する赤色沈殿は何gですか。有効数字2桁で書きなさい。

問4 グルコース 2.0g にチマーゼを作用させ、完全に反応を進行させた。このとき生成する二酸化炭素は標準状態で何Lですか。有効数字2桁で書きなさい。

問5 3.0gの糖類Dに無水酢酸を反応させたところ、質量が4.5gに増加した。このとき、ヒドロキシ基の何%がアセチル化されましたか。有効数字2桁で書きなさい。

