

平成27(2015)年度

慶應義塾大学入学試験問題

看護医療学部

化学

- 注意
1. 受験番号と氏名を解答用紙の所定の欄にそれぞれ記入してください。
 2. 解答用紙は1枚です。解答は、必ず所定の欄に記入してください。
解答欄外の余白、採点欄および裏面には一切記入してはいけません。
 3. 問題用紙の余白は計算および下書きに用いてもかまいません。
 4. この冊子の総ページ数は12ページです。問題文は2～9ページに書かれています。
試験開始直後、総ページ数および落丁などを確認し、不備がある場合はすぐに手を上げて監督者に知らせてください。
 5. 不明瞭な文字・まぎらわしい数字は採点の対象としませんので注意してください。
 6. 問題冊子は終了後必ず持ち帰ってください。

《 指示があるまで開かないこと 》

(注意) 必要があれば, 次の原子量を用いなさい。

H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, Ca = 40.1, Ag = 107.9, Cl = 35.5

[1] 以下の文章を読み設問に答えなさい。なお, 気体については理想気体であるとする。

◇構成粒子が規則正しく配列した構造を持つ固体は [あ] とよばれ, その規則性は [い] 格子, [う] 数などの概念によって表現することが出来る。一方で, 構成する原子・分子の配列に空間的な規則性のない固体物質を [え] という。その例として, 太陽電池などの半導体材料として広く利用されている [お] や日常で用いられている [か] などがある。[え] には決まった [き] はなく, ある [く] の幅で軟化する。

◇[あ] には, 粒子間の結合の様式によって, A, B, C, D の 4 種類が存在する。A であるハロゲン化 [け] の [い] 格子の形状は [こ] で, [う] 数が [x] の [あ] 構造を持つ。また, ハロゲン化 [け] は ① 構成原子であるハロゲンの原子量が大きくなるほど [き] が [さ] なる。 B は一般に軟らかく, [し] や [す] のように [せ] しやすいものが多い。一方, C のうちで, [そ] や [た] のように正 [y] 面体を基本単位とする立体網目構造を形成しているものは非常に硬く [ち] である。しかし, 中には [そ] の同素体である [つ] のように比較的柔らかく [て] を示す例外も存在する。② [つ] は [と] 結合で結ばれた正 [x] 角形を基本単位とする [な] 層状構造が, 比較的弱い [に] によってお互い引きつけられ積み重なっている。

◇一定の [く] に保った真空の密閉容器の中に液体を入れて放置すると, やがて単位時間に [む] する分子の数と [ね] する分子の数が等しくなる。このような状態のことを [の] 平衡とよび, このとき [む] した気体が容器内で示す圧力を [は] という。一方で, 液体を開放容器に入れて加熱すると, 液体の [は] が [ひ] に等しくなった時に液体の内部からも盛んに [む] が起こるようになる。この時の [く] が [ふ] である。

◇Aを[へ]に入れると固体の表面から[ほ]が電離して拡散していくため速やかに溶解する。これは、[ほ]が[ま]され安定化されるためである。一方で、[し]のような[み]分子は、[へ]にほとんど溶けないが、[む]などの[み]溶媒には溶けやすい。一般に不揮発性の物質を溶媒に溶かすと、溶液の[は]は純粋な溶媒の[は]より[さ]なる。この現象のため、希薄溶液の[ふ]には純溶媒の[ふ]を基準にしてΔだけの差が生じる。

◇Dの一種である[け]は銀白色の固体で軟らかく、密度が常温の[へ]よりも小さい。また、還元力が強く常温の[へ]と激しく反応して[め]を発生する。[け]の[い]格子の構造は[も]格子であり、[う]数は[ぞ]である。

【選択肢】

- | | | | | |
|----------------|----------|----------------|----------|------------|
| 1. 水 | 2. 鉛 | 3. 亜鉛 | 4. 配位 | 5. 水和 |
| 6. 平面 | 7. 圧力 | 8. 温度 | 9. 極性 | 10. 沸点 |
| 11. 炭素 | 12. 融点 | 13. 昇華 | 14. 水素 | 15. 凝縮 |
| 16. 溶解 | 17. 窒素 | 18. 蒸発 | 19. 結晶 | 20. 単位 |
| 21. 気液 | 22. 共有 | 23. 酸化 | 24. 潮解 | 25. 展性 |
| 26. 低く | 27. 高く | 28. ヨウ素 | 29. 無極性 | 30. 非晶質 |
| 31. 蒸気圧 | 32. 浸透圧 | 33. ガラス | 34. イオン | 35. 絶縁体 |
| 36. 大気圧 | 37. 導電性 | 38. 立方体 | 39. 球型 | 40. 体心立方 |
| 41. 電気泳動 | 42. 面心立方 | 43. 分子間力 | 44. 電気分解 | 45. 六方最密 |
| 46. ベンゼン | | 47. ナフタレン | | 48. ナトリウム |
| 49. カルシウム | | 50. グラファイト(黒鉛) | | 51. エボナイト |
| 52. ドライアイス | | 53. ダイヤモンド | | 54. 二酸化ケイ素 |
| 55. アモルファスシリコン | | | | |

設問1 空欄[あ]～[も]にあてはまる語句を選択肢から選び、対応する数字で答えなさい。(ただし、同じ選択肢を重複して使用しないこと。)

また、空欄[x],[y],[z]にあてはまる数字を答えなさい。

設問2 文中の [う] 数, [ま] にあてはまる言葉の意味についてそれぞれ 40 字以内で説明しなさい。

設問3 ある物質の [は] についての記述で正しいものを以下の選択肢から選び答えなさい。

ア) [は] は [の] 平衡が達成されている密閉容器内に他の気体が共存しても変わらない。

イ) [は] は [の] 平衡が達成されている密閉容器の体積に反比例する。

ウ) [は] は一般に [く] が高いほど大きくなる。

エ) ある [く] における [は] は一般に [に] が大きいほど大きくなる。

設問4 気体の [し] 0.50 mol と気体の [め] 1.10 mol を密閉容器に入れて、一定 [く] でしばらく放置したところ平衡状態になり、新たな気体の物質 Q が 0.20 mol 生成した。

設問4-1 物質 Q の化学式を答えなさい。

設問4-2 平衡定数 K を求めなさい。

設問4-3 平衡状態が達成された密閉容器に様々な条件のもとでアルゴンを注入した。この時、正しい挙動を以下の選択肢から全て選び答えなさい。ただし、[く] は常に一定であるとする。

ア) 体積一定のもとでアルゴンを注入したところ、物質 Q の物質質量が増加した。

イ) 体積一定のもとでアルゴンを注入したところ、[し] の物質質量は変化しなかった。

ウ) 体積一定のもとでアルゴンを注入したところ、物質 Q の物質質量が減少した。

エ) 圧力一定のもとでアルゴンを注入したところ、[め] の物質質量は変化しなかった。

オ) 圧力一定のもとでアルゴンを注入したところ、[し] の物質質量が減少した。

カ) 圧力一定のもとでアルゴンを注入したところ、物質 Q の物質質量が増加した。

設問5 下線部①のようになる理由を [ほ] 半径と関係させて60字以内で述べなさい。

設問6 下線部②の正 [x] 角形の一片の長さを b 、密度を r とする。このとき、[つ] の層間の距離 c をアボガドロ数 N_A 、 b 、 r を用いて式で表しなさい。

設問7 下線部③の Δ についてあてはまる性質を選択肢から全て選び答えなさい。

- ア) $\Delta < 0$ イ) $\Delta = 0$ ウ) $\Delta > 0$
エ) Δ は溶媒の種類に依存しない オ) Δ は溶媒の体積に比例する
カ) Δ は溶質の質量モル濃度に比例する キ) Δ は溶質のモル濃度に比例する
ク) Δ は溶質の質量パーセント濃度に比例する ケ) Δ は溶質の種類に依存しない

設問8 密閉容器に [む] とアルゴンを 0.110 mol ずつ入れ温度を 27°C に保つと、 0.0634 mol の [む] が液体として存在していた。次に、この容器をゆっくりと加熱したところ 50°C で全ての [む] が気体となり、さらに 77°C まで加熱したところ、容器内の全圧は $7.70 \times 10^4 \text{ Pa}$ になった。なお、液体の体積は無視できるとする。

設問8-1 50°C における [む] の [は] を求めなさい。

設問8-2 27°C における [む] の [は] を求めなさい。

[2] 次の文章を読み、設問に答えなさい。

物質の性質の違いを利用して、混合物から目的の物質を分離するには、[ア], [イ], [ウ] などの方法がある。[ア] は、目的の物質が溶けやすい [エ] を加えて、混合物中に含まれる目的の物質を分離する方法である。[イ] は、[エ] に溶かした混合物の成分を、[オ] 剤への [オ] しやすさなどによって分離する操作である。[ウ] は、混合物を適切な [エ] に溶かし、[カ] による溶解度の変化や [エ] を蒸発させるなどして、純粋な [キ] を得る操作である。

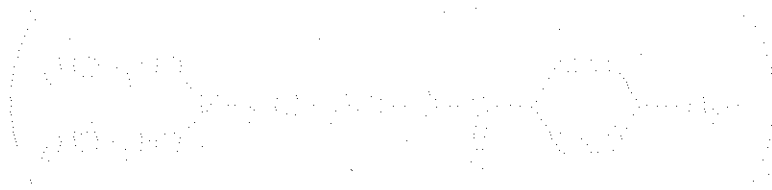
あるイオン M^+ と別のイオン X^- との反応で生成される塩 MX の水に対する溶解度は、その飽和水溶液中でのそれぞれのイオンの濃度から計算される [ク] によって決まる。これは、その塩の飽和水溶液と沈殿とが共存しているとき、例えば塩化銀については、反応① のようなイオンと沈殿との [ケ] がなりたっているため、温度 25°C における [ク] は 1.80×10^{-10} [コ] という値をとる。したがって、塩化銀の飽和水溶液に塩化ナトリウムを加えると、塩化銀は沈殿する。これは、塩化ナトリウムが溶解して [サ] の濃度が高まったが、[ク] は 1.80×10^{-10} [コ] のまま変化しないためである。このように、ある電解質の水溶液にその構成イオンと同じイオンを加えると、[ケ] が [シ] する現象を [ス] という。温度 25°C における純水に対する塩化銀の溶解度は $1.93 \times 10^{-4} \text{ g}/100 \text{ g H}_2\text{O}$ であり、その飽和水溶液のモル濃度は [a] mol/L となるが、モル濃度が 0.0200 mol/L の塩化ナトリウム水溶液 100 mL 中に塩化銀を加えると、塩化銀は [b] g しか溶解しない。また、pH が 3.00 である塩酸 100 mL には、塩化銀は [c] g 溶解する。

なお、塩化銀の飽和水溶液と沈殿との混合物に対してアンモニア水を加えると、反応② が進行して無色透明な液体になる。反応② の生成物のように、[セ] をもった分子やイオンが金属イオンに [ソ] してできたイオンを [タ] といい、[ソ] した分子またはイオンを [チ] という。また、硝酸銀の水溶液に塩基を加えると、反応③ が進行して褐色の [ツ] の沈殿が生成する。さらにアンモニア水を加えると、反応④ が進行して反応② と同じ生成物が得られ無色の水溶液になる。この銀イオンとアンモニアから生成された [タ] の水溶液に [テ] のような [ト] 基を有する単糖類を加えると、その [ト] 基が銀イオンを [ナ] して酸化数が [ニ] の銀が生成され、この反応を [ヌ] という。

設問1 [ア]～[ヌ] にあてはまる最も適切な語句、数字、あるいは単位を答えなさい。

設問2 反応①～反応④について、それぞれの反応式を書きなさい。

設問3 [a]～[c] にあてはまる数値を答えなさい。ただし、本問題の条件においては、溶質の溶解により生成した水溶液の体積は元の水の体積と同じであるとする。(有効数字3桁で計算しなさい。)



[3] 次の文章を読み、設問に答えなさい。

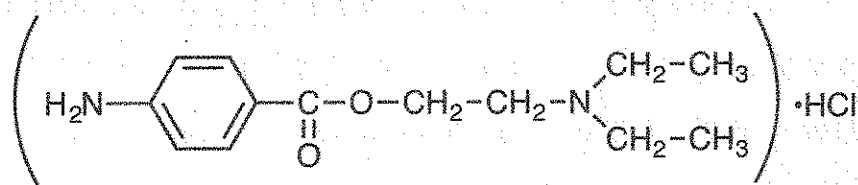
(1) 化合物 A, B, C は、いずれもベンゼン環をもち、炭素、水素、酸素からなる有機化合物で、同一の分子式で表される。化合物 A の 24.4 mg を完全燃焼させたところ、二酸化炭素 70.4 mg と水 18.0 mg が生成した。化合物 A, B, C の分子量は 122 であった。よって、化合物 A, B, C の分子式は [ア] である。

化合物 A は水にあまり溶けなかったが、水酸化ナトリウム水溶液を加えてよく振ると溶解した。この溶液に希塩酸を加えると白濁が生じ、これをスポイトで数滴とり、[イ] 水溶液に加えると青～赤紫色の呈色反応を示した。

化合物 B はナトリウムと反応して [ウ] を発生した。また、化合物 B にヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて反応させると、ヨードホルムの黄色沈殿を生じた。よって、化合物 B の構造は [あ] である。

化合物 C にナトリウムを加えても反応しなかった。また、化合物 C を過マンガン酸カリウムと反応させると、酸性を示す化合物のカリウム塩が得られた。よって、化合物 C の構造は [い], [う] もしくは [え] である。

(2) 化合物 D は塩基性を示す有機化合物で、*p*-ニトロ安息香酸とヒドロキシ基をもつ化合物との縮合により [エ] 結合を形成して合成される。化合物 D に [オ] と濃塩酸を加えて反応させるとニトロ基が還元され、局所麻酔剤として用いられているプロカイン塩酸塩を生成する。化合物 D の構造は [お] である。なお、プロカイン塩酸塩の構造式は以下の通りである。



プロカイン塩酸塩

(3) グルタミン酸は側鎖に [カ] 基をもつ酸性アミノ酸であり、不斉炭素原子が 1 個あるの
で一對の [キ] が存在する。そのうちの一方の [ク] 型グルタミン酸ナトリウムは、
うま味調味料として用いられている。

(4) スクロースは砂糖の主成分で、強い甘味をもつ。その構造中には、[数字 a] 個の不斉炭素原子がある。スクロースに酵素スクラーゼを作用させると、転化糖と呼ばれるグルコースと [ケ] の等量混合物を生じる。[ケ] の分子はその結晶中において六員環構造をとっており、[数字 b] 個の不斉炭素原子をもっているが、水に溶かすと環状構造と鎖状構造の平衡状態となる。この水溶液を [コ] と反応させると、赤色の酸化銅 (I) が沈殿する。

(5) ナフサの熱分解により得られる [サ] に塩素を付加させると、1,2-ジクロロエタンが生じる。これを触媒の存在下で熱すると、塩化水素が脱離し [シ] になる。[シ] の付加重合によって合成される高分子化合物は、熱可塑性を有する。一方、フェノールとホルムアルデヒドから塩基を触媒として付加縮合させると [ス] が合成される。これを熱すると硬化し、フェノール樹脂 (ベークライト) になる。

設問 1 [ア] にあてはまる分子式を答えなさい。さらに、[イ] および [ウ] にあてはまる物質を分子式で答えなさい。

設問 2 [エ] ~ [ス] にあてはまる物質名または適切な語句を答えなさい。ただし、[ク] はアルファベット 1 文字で答えなさい。

設問 3 [あ] ~ [お] にあてはまる構造式を示しなさい。なお、構造式はプロカイン塩酸塩の構造式にならって書きなさい。

設問 4 [数字 a] および [数字 b] にあてはまる整数を答えなさい。