

平成23(2011)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。

原子量：Na = 23.0, C = 12.0, O = 16.0, H = 1.01, N = 14.0, S = 32.1

[ 1 ] 次の文章を読み、設問に答えなさい。

化合物Aはもっとも単純なジカルボン酸である。純粋なものが得やすく秤量しやすい固体であり、

(あ) 及び (い) 剤の双方として働くため、(あ) ・ (う) 滴定、(え) ・ (い) 滴定の両方において標準物質としてよく使用される。

化合物Bは無色の腐卵臭をもつ有毒な気体で、水に溶けると弱 (あ) 性を示す。また、強い (い) 作用があり、自身は (え) されて (お) を生じる。

また、銅イオンや銀イオンを含む水溶液に化合物Bを通じると水に溶けにくい (色1) の (か) 物が沈殿する。

化合物Cは (き) によって工業的につくられている。この方法では、化合物Fの飽和水溶液に (く) と化合物Hを吹き込むと、溶解度の小さい化合物Eが沈殿するので、それを集めて加熱することにより化合物Cを得ている。化合物Cの水和物結晶を乾いた空气中に放置すると水和水の一部が失われて、(け) と呼ばれる現象がおこり結晶表面が (色2) 粉末状になる。

化合物Dは実験室では、化合物Fに濃 (こ) を加え、加熱することによって得られる。化合物Dは水によく溶け、水溶液の (さ) は、強 (あ) 性を示し、多くの金属と反応して (し) を発生する。

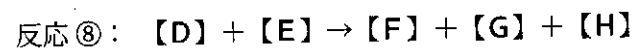
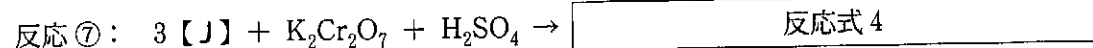
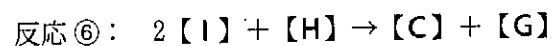
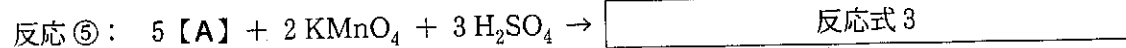
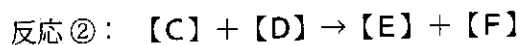
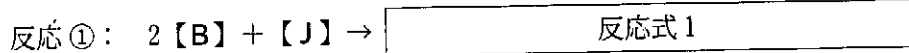
化合物Eは (色2) の固体で、(す) と呼ばれ、胃腸薬やベーキングパウダー、入浴剤などに使用されている。また、(あ) を加えたり、加熱すると分解して化合物Hを発生する。

化合物C及び化合物Eはいずれも水に溶けると弱 (う) 性を示す。

化合物Iは工業的には化合物Fの水溶液の (せ) によって製造されている。この際、陽極には (そ) ，陰極には (し) が発生する。化合物Iは (色2) の固体で、水によく溶けその水溶液は強 (う) 性を示す。また、化合物Iの固体を空气中に放置すると、水分を吸収して固体の表面がぬれてくる。この現象は (た) と呼ばれる。

化合物Jは無色の刺激臭をもつ有毒な気体で、水によく溶け、その水溶液は (あ) 性を示す。多くの場合、(い) 剤として働くが、化合物Bと反応するときは (え) 剤として働き、このとき単体の (お) が生成する。

以下は、化合物A～Jが関与する反応の化学反応式である。なお、【A】～【J】にはそれぞれ化合物A～Jに対応する化学式が入る。



設問1 空欄 (あ) ～ (た) に当てはまる語句を【選択肢】から選び記号で答えなさい。ただし、同じ選択肢を二回使用しないこと。また、空欄 色1 , 色2 に当てはまる色の名前を答えなさい。

【選択肢】

- |           |          |          |               |
|-----------|----------|----------|---------------|
| 1. アンモニア  | 2. 電気分解  | 3. ミョウバン | 4. ハーバー・ボッシュ法 |
| 5. 過酸化水素  | 6. 硫化    | 7. 潮解    | 8. 過マンガン酸カリウム |
| 9. 窒素     | 10. 酸    | 11. 塩酸   | 12. オストワルド法   |
| 13. リン    | 14. 還元   | 15. 水素   | 16. 塩素        |
| 17. 酸化    | 18. 硫酸   | 19. 硫黄   | 20. テルミット反応   |
| 21. 重曹    | 22. 電気泳動 | 23. 塩基   | 24. 窒化        |
| 25. ソルベー法 | 26. 風解   | 27. 王水   | 28. ヨウ化       |
| 29. 吸着    | 30. ケイ素  | 31. 加水分解 | 32. 蛍石        |
| 33. 電解精錬  | 34. 乾燥   | 35. けん化  | 36. 展性        |

設問2 化合物A～Jの化学式を答えなさい。

設問3 反応①, ③, ⑤, ⑦について空欄 反応式1 ～ 反応式4 を埋めて化学反応式を完成させなさい。また、反応①～⑧について、酸化還元反応, 酸塩基反応にあたるものをそれぞれ反応の番号で答えなさい(複数回答可)。

設問 4 以下の 4 種類の水溶液を用いて滴定実験を行った。

- ・水溶液 A：化合物 A の水溶液
- ・水溶液 I：化合物 I の水溶液
- ・水溶液 D：化合物 D の水溶液
- ・水溶液 X：化合物 C と化合物 I の混合物の水溶液

この滴定実験に関する以下の文章を読み、設問に答えなさい。

- ・化合物 A の二水和物 6.303 g を正確にはかり、器具 1 に入れて秤線まで純水を加え正確に 1.0 L の水溶液 A を調製した。
- ・水溶液 I の濃度を決定するために、以下の滴定を行った。この際、器具 2 を用いて水溶液 A 10 mL を正確にはかり取り器具 3 に入れ、指示薬として薬品 1 を加えた。これに、器具 4 から水溶液 I を滴下したところ、ちょうど 8.0 mL 滴下したところで透明だった溶液が色 3 に変化した。
- ・水溶液 D の濃度を決定するために、以下の滴定操作を行った。この際、器具 2 を用いて水溶液 D 20 mL を正確にはかりとり器具 3 に入れ、指示薬として薬品 1 を加えた。これに、器具 4 から水溶液 I を滴下したところ、誤って中和点を過ぎるまで入れてしまい溶液の色が透明から色 3 に変化した。そこで、水溶液 I を 20 mL 入れたところで滴下をやめ、次に溶液の色が消失するまで器具 4 から水溶液 A を滴下したところ、ちょうど 5.0 mL を要した。
- ・水溶液 X 20 mL を器具 3 にはかりとり、薬品 1 を滴下したところ溶液の色は色 3 になった。溶液が透明になるまで水溶液 D を器具 4 から滴下したところ、6.0 mL 必要であった。この溶液に、薬品 2 を数滴加えたところ溶液の色は橙黄色であった。さらに、水溶液 D を 2.0 mL 滴下したところ水溶液の色は赤色に変化した。

設問 4-1 上記の文章中の器具 1，器具 2，器具 3，器具 4 に当てはまる器具名、薬品 1，薬品 2 に当てはまる指示薬の名称、色 3 に対応する色をそれぞれ答えなさい。

設問 4-2 水溶液 A，I，D の濃度を答えなさい。

設問 4-3 器具 1 及び 器具 3 に適している洗浄方法, 器具 2 及び 器具 4 に適している洗浄方法を答えなさい。

設問 4-4 下線部 a, 下線部 b で滴下された水溶液 D は反応 ① ~ ⑧ のうちどの反応に使用されるか。当てはまるもの全てを反応の番号で答えなさい。

設問 4-5 水溶液 X 20 mL に含まれている化合物 C, 化合物 I の物質量を答えなさい。

[2] 次の文章を読み、設問に答えなさい。

酢酸を水に溶かすと、電離したイオンと電離していない分子との間に、次式のような平衡が成り立つ。



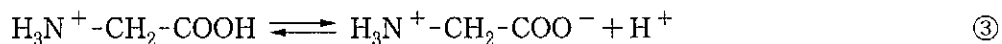
①式の平衡定数  $K_a$  は、酢酸の電離定数と呼ばれ、

$$K_a = \boxed{\text{(ア)}} \quad \text{②}$$

と表される。

濃度 0.20 mol/L の酢酸水溶液がある。①式の平衡における酢酸の濃度を 0.20 mol/L とみなすと、この水溶液の pH は、 $\boxed{\text{(A)}}$  であり、また、酢酸の電離度は、 $\boxed{\text{(B)}}$  である。ただし、酢酸の電離定数は、 $2.00 \times 10^{-5}$  mol/L とする。0.20 mol/L の酢酸水溶液 50.0 mL に 0.20 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を加えていく。このとき、①式の平衡は、 $\boxed{\text{(1)}}$ 。この水酸化ナトリウム水溶液を 25.0 mL を加えた際の混合溶液の pH は、 $\boxed{\text{(C)}}$  と算出される。また、水酸化ナトリウム水溶液を 50.0 mL を加え酢酸がちょうど中和されたときの溶液の pH は、 $\boxed{\text{(2)}}$ 。ただし、中和の過程で混合溶液中の酢酸イオンの物質量は、加えられた水酸化ナトリウムの物質量にほぼ等しいとみなせるとする。

アミノ酸のような両性化合物は水溶液中でいくつかのイオンの形をとることができ、その比率は pH によって異なる。グリシンを例にとると、水溶液中ではグリシンの陽イオン  $\text{H}_3\text{N}^+-\text{CH}_2-\text{COOH}$  の電離に関しては、③式のような平衡が成り立っている。



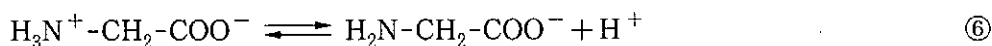
その電離定数  $K_1$  は、

$$K_1 = \frac{[\text{H}_3\text{N}^+-\text{CH}_2-\text{COO}^-] [\text{H}^+]}{[\text{H}_3\text{N}^+-\text{CH}_2-\text{COOH}]} \quad \text{④}$$

で与えられる。したがって、④式よりグリシン水溶液の pH は、

$$\text{pH} = \log_{10} \boxed{\text{(イ)}} - \log_{10} K_1 \quad \text{⑤}$$

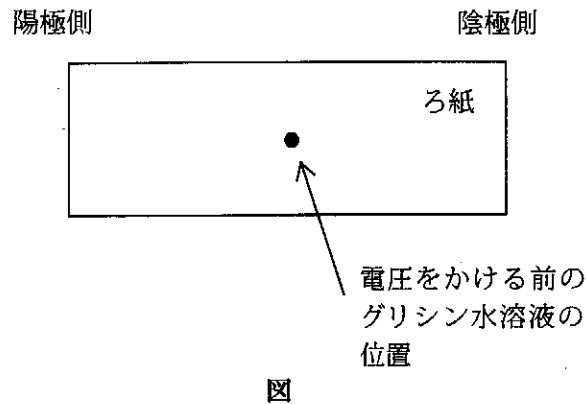
となる。グリシンの双性イオン  $\text{H}_3\text{N}^+-\text{CH}_2-\text{COO}^-$  がさらに水素イオンを放出するときの平衡は、



となる。その電離定数を  $K_2$  とすると、

$$\text{pH} = \log_{10} \boxed{\text{(ウ)}} - \log_{10} K_2 \quad \text{⑦}$$

グリシンの陽イオンと陰イオンが同じ濃度で存在する pH を  $K_1$  と  $K_2$  を用いて表すと、(エ) となる。グリシンの  $K_1$  を  $10^{-2.4}$  mol/L,  $K_2$  を  $10^{-9.6}$  mol/L とすると、電荷の総和が 0 となる pH は、(D) と求まる。この pH のグリシン水溶液を図のようにろ紙の中央に少量付け、直流電圧をかけ電気泳動実験を行った。呈色によりグリシン水溶液の位置を確認すると、電圧をかける前に比べ (3) ことがわかった。



設問 1 (ア) ~ (エ) に最も適した式を本文にならって書きなさい。例えば、物質 A の濃度は [A] で表すものとする。

設問 2 (1) ~ (3) に次の語群から最も適したものを選び、記号を書きなさい。  
(語群)

- |                |               |               |
|----------------|---------------|---------------|
| (a) どちらにも移動しない | (b) 左向きに移動する  | (c) 陰極側に移動する  |
| (d) 右向きに移動する   | (e) 陽極側に移動する  | (f) 7 より大きくなる |
| (g) ちょうど 7 になる | (h) 7 より小さくなる |               |

設問 3 (A) ~ (D) に適当な数値 (有効数字 2 けた) を示しなさい。なお、必要ならば次の値を用いなさい。

$$\sqrt{2} = 1.41, \sqrt{3} = 1.73, \sqrt{5} = 2.24, \log_{10} 2 = 0.30, \log_{10} 3 = 0.48, \log_{10} 5 = 0.70$$

[ 3 ] 次の文章を読み、設問に答えなさい。

- 最も簡単な芳香族化合物であるベンゼンは、同数の (a) 結合と (b) 結合を分子内に有している。これらの結合は、長さが異なるため本来ならば、ベンゼンはいびつな形を取るようになるが、(a) 結合と (b) 結合が絶えず入れ替わるために、各結合の長さは平均化される結果、ベンゼンは (c) 形となる。
- エチレンと臭素分子が反応して (d) が生成する通常のアルケンの (e) 反応と異なり、鉄触媒の存在下にベンゼンと塩素を反応させると、(f) 反応が起こり、(g) が生成する。
- 化学式  $C_7H_8$  を持つ芳香族化合物に、ニッケル触媒の存在下に水素を付加させると環式飽和炭化水素が生成する。生成した化合物と同じ化学式を持ち、水素 1 モルと反応させることが出来る化合物がある。水素との反応で生成した化合物の中、不斉炭素を含む化合物の構造 (構造式 1) を書きなさい。
- ベンゼンにプロピレンを作用させて出来る化合物は、様々な有機化合物の合成中間体となる。この化合物を酸化して分解すると (h) と (i) が生成する。このうち、塩化鉄(Ⅲ)と反応して呈色するのは (h) である。また、(i) は比較的安定で溶剤などに使用される。化合物(i)の異性体で還元性を有する化合物の構造 (構造式 2) を答えなさい。また、化学式  $C_7H_8O$  を持つ芳香族化合物に対して塩化鉄(Ⅲ)を反応させた。呈色する化合物(構造式 3, 4)としない化合物(構造式 5, 6)を答えなさい。
- ベンゼンに紫外線を当てながら塩素と反応させると  $C_6H_6Cl_6$  の化学式を持つ化合物が出来る。構造的に可能な立体異性体がすべて出来るものとして、それぞれが光学異性体の関係にある 2種類の異性体 (構造式 7, 8) の構造式を書きなさい。解答欄にある図形に塩素を書き込みなさい。塩素が環に対してどちらの方向にあるか、明確に記しなさい。ただし、水素は省略して良い。
- 第一級アルコールを酸化して出来るカルボン酸の酸性は、塩酸や希硫酸より弱い、(j) 酸より強い。従って、カルボン酸を (j) 酸のナトリウム塩と反応させると (k) が発生する。また、還元性を示すカルボン酸として、(l) 酸が知られている。

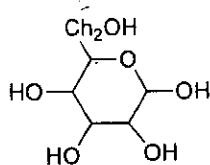


- ショ糖の水溶液をフェーリング試薬と反応させても何も起こらないが、ショ糖を酸性条件下で反応させた後、フェーリング試薬と反応させると (m) の沈殿が生じる。これは、(n) 結合の切断により還元作用を示す (o) とその異性体である (p) が生じたことによるものである。
- グルコース二分子が脱水縮合して出来る (q) は還元性を示す。では、グルコース二分子がどのように脱水縮合すれば、還元性を示さない糖が出来るか、構造式（構造式9）で答えなさい。ただし、グルコースは図に示したように表しなさい。

設問1 (a) から (q) に該当する語句を答えなさい。

設問2 構造式1～9の構造を指示に従って、答えなさい。

グルコースの表示形式



<このページは白紙です>

<このページは白紙です>

