

## 2011年度 一般化学重視入学試験

# 理 科〔化学〕

### 〔注 意 事 項〕

1. 試験開始の合図があるまで、問題冊子の中を見てはいけません。
2. 問題冊子は19ページです。監督者の指示に従って確認下さい。
3. 解答用紙はマーク・シート1枚です。
4. 問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせ下さい。
5. マークは、マーク・シートに記載してある「記入上の注意」をよく読んだうえで、正しくマーク下さい。
6. 受験番号及び氏名は、マーク・シートの所定欄に正確に記入し、また受験番号欄の番号を正しくマーク下さい。
7. 監督者の指示があってから、マーク・シートの左上部にある「科目欄」に受験する科目名を記入下さい。
8. 問題冊子の中にある余白ページを下書き用紙として利用して下さい。
9. 試験終了後、問題冊子は持ち帰り下さい。

# 化 学

(60分 100点)

必要ならば，原子量，数値は次の値を使うこと。

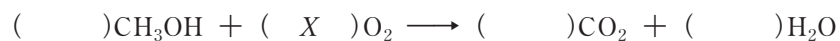
H 1.0 C 12 N 14 O 16

I 次の〔問1〕～〔問3〕に答えなさい。(40点)

〔問1〕 次の(1)～(6)の問いの答として最も適当なものを，それぞれの解答群の中から1つ選び，マークしなさい。

(1) 次の化学反応式中の空欄は係数を表している。Xに当てはまる係数はどれか。

ただし，係数は最も簡単な整数比になるようにつけるものとする。



① 1    ② 2    ③ 3    ④ 4    ⑤ 5    ⑥ 6

(2) 次の記述 a，b に最も関係が深い法則名の組合せはどれか。

a 標準状態の水素 2.0 L と酸素 2.0 L には，同数の気体分子が含まれる。

b 標準状態の水素 6.0 L と窒素 2.0 L が反応すると，アンモニアが 4.0 L 発生する。

	a	b
①	気体反応の法則	アボガドロの法則
②	気体反応の法則	倍数比例の法則
③	気体反応の法則	定比例の法則
④	アボガドロの法則	気体反応の法則
⑤	アボガドロの法則	倍数比例の法則
⑥	アボガドロの法則	定比例の法則

(3) 同質量の一酸化炭素，メタン，酸素を同温・同圧で比較したとき，体積が大きい順に並べたものはどれか。 3

- ① 一酸化炭素 > メタン > 酸素      ② 一酸化炭素 > 酸素 > メタン  
③ メタン > 一酸化炭素 > 酸素      ④ メタン > 酸素 > 一酸化炭素  
⑤ 酸素 > 一酸化炭素 > メタン      ⑥ 酸素 > メタン > 一酸化炭素

(4) 反応熱に関する次の記述のうち，正しいものはどれか。 4

- ① 吸熱反応を熱化学方程式で表すときは，一の符号をつけた反応熱の値を左辺に書く。  
② 反応熱は化学変化にともなって出入りする熱量で，物質の状態変化にともなう熱量は反応熱に含まれない。  
③ 1 mol の酸と 1 mol の塩基が中和するときに発生する熱量を中和熱という。  
④ 物質が 1 mol の酸素と反応して完全燃焼するときに発生する熱量を燃焼熱という。  
⑤ 物質 1 mol が多量の水に溶解するときに入出力する熱量を溶解熱という。

(5) 次の記述 a，b から，金属 X，Y，Z をイオン化傾向の大きい順に並べたものはどれか。 5

- a Y の単体だけが冷水と反応し気体を発生した。  
b X と Y の単体は希塩酸と反応し気体を発生したが，Z の単体は反応しなかった。

- ①  $X > Y > Z$       ②  $X > Z > Y$       ③  $Y > X > Z$   
④  $Y > Z > X$       ⑤  $Z > X > Y$       ⑥  $Z > Y > X$

(6) 塩化ナトリウム水溶液に炭素電極を用いて，電気分解を行った。次の記述のうち，陽極で起こる変化として最も適当なものはどれか。 6

- ① 水分子が酸化され，酸素が発生する。  
② 水素イオンが還元され，水素が発生する。  
③ 塩化物イオンが酸化され，塩素が発生する。  
④ 炭素電極が酸化され，二酸化炭素が発生する。  
⑤ ナトリウムイオンが還元され，ナトリウムが析出する。

〔問2〕 原子は原子核と電子からなり、さらに原子核は一般に、電荷をもつ **ア** と電荷をもたない **イ** から構成される。原子がもつ **ア** の数は元素の種類によって決まっており、この数を原子番号とする。**ア** と電子の数は等しく、原子は電氣的に中性であるが、イオンになっているときは電子の数が変化するため、電氣的に中性にはならない。元素によっては、原子番号が等しく **ウ** の数が異なる原子が存在する。このような原子を互いに **エ** とよぶ。**エ** が存在する元素の原子量は、**エ** の相対質量と存在割合から求めた平均値で表される。

これについて、次の (1)~(5) の問いに答えなさい。答は、それぞれの解答群の中から最も適当なものを1つ選び、マークしなさい。

- (1) **ア** , **イ** に当てはまる語句の組合せはどれか。 **7**

	ア	イ
①	価電子	陽子
②	価電子	中性子
③	陽子	価電子
④	陽子	中性子
⑤	中性子	陽子
⑥	中性子	価電子

(2) 

ウ
---

 , 

エ
---

 に当てはまる語句の組合せはどれか。 

8
---

	ウ	エ
①	電子	同位体
②	電子	同素体
③	陽子	同位体
④	陽子	同素体
⑤	中性子	同位体
⑥	中性子	同素体

(3) 原子番号 26, 質量数 56 の鉄原子が, 鉄(Ⅱ)イオンになっているとき, 鉄(Ⅱ)イオンがもっている電子の数はいくらか。 

9
---

- ① 24    ② 26    ③ 28    ④ 54    ⑤ 56    ⑥ 58

(4) 天然のホウ素には, 相対質量が 10 の  $^{10}\text{B}$  と相対質量が 11 の  $^{11}\text{B}$  の 2 種類が存在する。ホウ素の原子量が 10.8 のとき,  $^{10}\text{B}$  の存在割合は何%か。

10
----

 %

- ① 10    ② 15    ③ 20    ④ 25    ⑤ 30    ⑥ 40

(5) 電子は, いくつかの電子殻に分かれて存在している。内側から 3 番目の電子殻の, 名称と電子の最大収容数の組合せはどれか。 

11
----

	名称	最大収容数
①	M 殻	8
②	M 殻	18
③	M 殻	32
④	N 殻	8
⑤	N 殻	18
⑥	N 殻	32

〔問3〕 酸の水溶液の性質はオキシニウムイオンによるもので、オキシニウムイオンは略して水素イオン  $H^+$  として表される。酸の化学式中の水素原子のうち、水素イオンになることができるものの数を価数といい、塩酸は  価の酸、リン酸は  価の酸というように分類することができる。酢酸は塩酸と同じ  価の酸であるが、電離度が異なるため、同じ濃度でも、水溶液中の水素イオン濃度が異なる。たとえば、 $0.050 \text{ mol/L}$  の酢酸の電離度は  $0.020$  なので、水素イオン濃度は  である。酢酸水溶液を薄めると、電離度は  なる。

シュウ酸二水和物  $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  は安定な結晶であるため、正確な濃度の水溶液をつくることができる。濃度不明の水酸化ナトリウム水溶液の濃度を求めるため、 $0.100 \text{ mol/L}$  シュウ酸水溶液  $10.0 \text{ mL}$  に水酸化ナトリウム水溶液を滴下したところ、中和するために  $25.0 \text{ mL}$  要した。

これについて、次の (1)~(5) の問いに答えなさい。答は、それぞれの解答群の中から最も適当なものを1つ選び、マークしなさい。

- (1)  ,  に当てはまる数値の組合せはどれか。

	ア	イ
①	1	2
②	1	3
③	2	1
④	2	3
⑤	3	1
⑥	3	2

(2) 

ウ
---

 , 

エ
---

 に当てはまる数値と語句の組合せはどれか。 

13
----

	ウ	エ
①	0.0010	大きく
②	0.0010	小さく
③	0.40	大きく
④	0.40	小さく
⑤	2.5	大きく
⑥	2.5	小さく

(3) 0.100 mol/L のシュウ酸水溶液を 100 mL つくるには、シュウ酸二水和物  $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  は何 g 必要か。 

14
----

 g

- ① 0.450    ② 0.630    ③ 0.900    ④ 1.26    ⑤ 2.52

(4) 水酸化ナトリウム水溶液の濃度は何 mol/L か。 

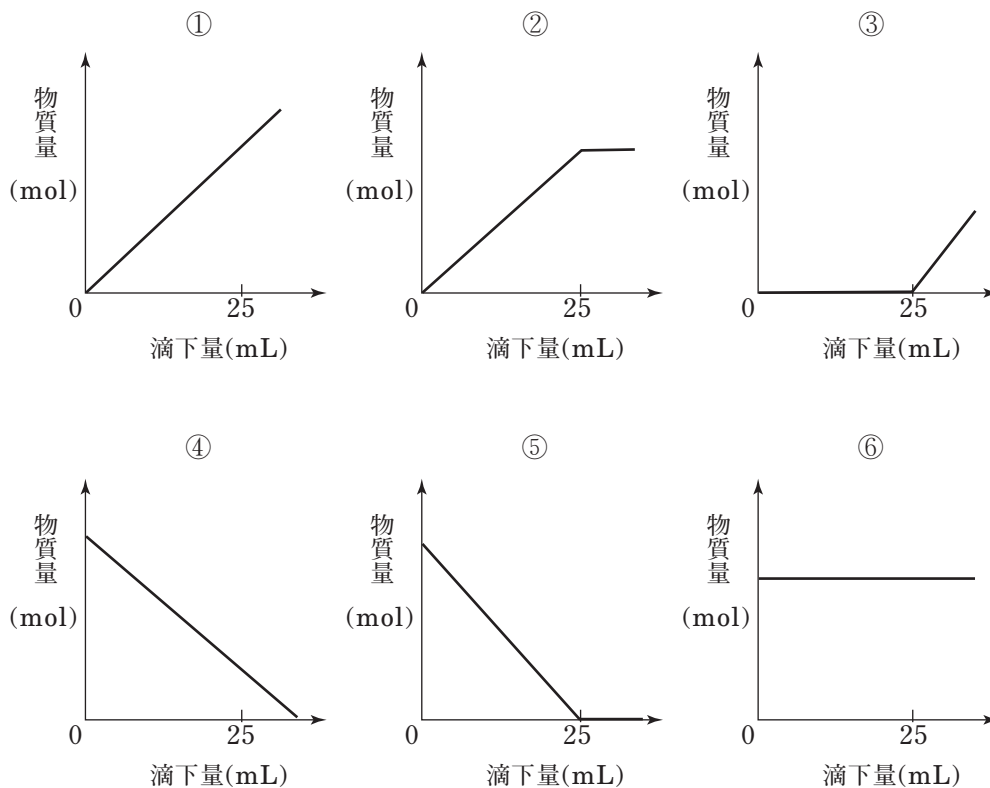
15
----

 mol/L

- ①  $2.00 \times 10^{-3}$     ②  $4.00 \times 10^{-3}$     ③  $8.00 \times 10^{-3}$   
④  $2.00 \times 10^{-2}$     ⑤  $4.00 \times 10^{-2}$     ⑥  $8.00 \times 10^{-2}$

- (5) シュウ酸水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を滴下していくとき、水溶液中の水酸化物イオンの物質量的変化はどのように表されるか。正しいグラフを選べ。

16





Ⅱ 次の〔問1〕～〔問3〕に答えなさい。(36点)

〔問1〕 周期表の第  族に属するハロゲンの原子は、 個の価電子をもち、その単体は2原子分子として存在する。このうち、臭素の単体は  色で、常温では  として存在し、水溶液は有機化合物の構造決定などに用いられる。ハロゲンの水素化物をハロゲン化水素といい、いずれも水溶液は酸性を示す。

これについて、次の(1)～(5)の問いに答えなさい。答は、それぞれの解答群の中から最も適当なものを1つ選び、マークしなさい。

(1)  ,  に当てはまる数字の組合せはどれか。

	ア	イ
①	7	1
②	7	5
③	7	7
④	17	1
⑤	17	5
⑥	17	7

(2) 

ウ
---

 , 

エ
---

 に当てはまる語句の組合せはどれか。 

18
----

	ウ	エ
①	赤褐色	固体
②	赤褐色	液体
③	赤褐色	気体
④	黄緑色	固体
⑤	黄緑色	液体
⑥	黄緑色	気体

(3) ハロゲンの単体のうち、水と反応すると酸素を発生するものはどれか。

19
----

- ① フッ素    ② 塩素    ③ 臭素    ④ ヨウ素

(4) フッ化水素の性質として最も適当なものはどれか。 

20
----

- ① フッ化水素は淡黄色の気体である。  
② フッ化水素は酸化力が非常に強い。  
③ フッ化水素の水溶液は強い酸性を示す。  
④ フッ化水素の水溶液はガラスを溶かす。  
⑤ フッ化水素に塩素を吹き込むとフッ素が発生する。

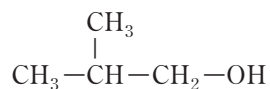
(5) ハロゲン化銀に関する次の記述 a～cのうち、正しい記述をすべて選んだものはどれか。 

21
----

- a フッ化銀は水に溶けにくい。  
b 臭化銀は感光性がある。  
c ヨウ化銀は黄色である。

- ① aのみ    ② bのみ    ③ cのみ  
④ aとb    ⑤ aとc    ⑥ bとc

〔問2〕 アルコールは炭化水素の水素原子を  で置き換えた構造をもち、Naと反応して  を発生する。アルコールは  が結合している炭素原子の炭素鎖における位置や  の数などにより命名される。たとえば次のアルコールは、 アルコールに分類され、名称は  である。



アルコールは反応性に富み、様々な有機化合物が合成される。

これについて、次の(1)~(3)の問いに答えなさい。答は、それぞれの解答群の中から最も適当なものを1つ選び、マークしなさい。

(1)  ,  に当てはまる語句の組合せはどれか。

	ア	イ
①	ヒドロキシ基	酸素
②	ヒドロキシ基	水素
③	カルボニル基	酸素
④	カルボニル基	水素
⑤	カルボキシル基	酸素
⑥	カルボキシル基	水素

(2) **ウ** , **エ** に当てはまる語句の組合せはどれか。

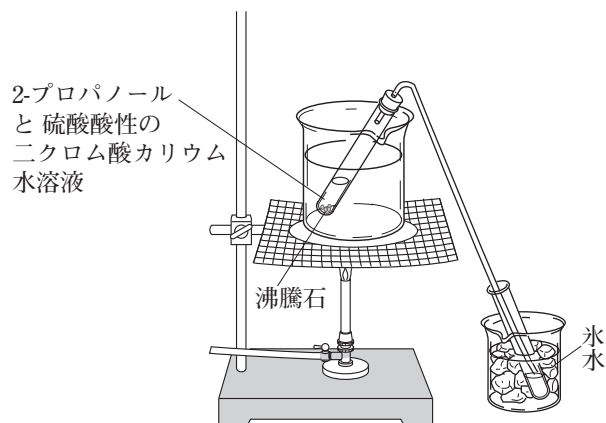
**23**

	ウ	エ
①	第一級	2-メチル-1-プロパノール
②	第一級	2-メチル-2-プロパノール
③	第一級	2-メチル-1-ブタノール
④	第一級	2-メチル-2-ブタノール
⑤	第二級	2-メチル-1-プロパノール
⑥	第二級	2-メチル-2-プロパノール
⑦	第二級	2-メチル-1-ブタノール
⑧	第二級	2-メチル-2-ブタノール

(3) 次の操作 a ~ c で生成する有機化合物に当てはまる記述を 1 つずつ選びなさい。

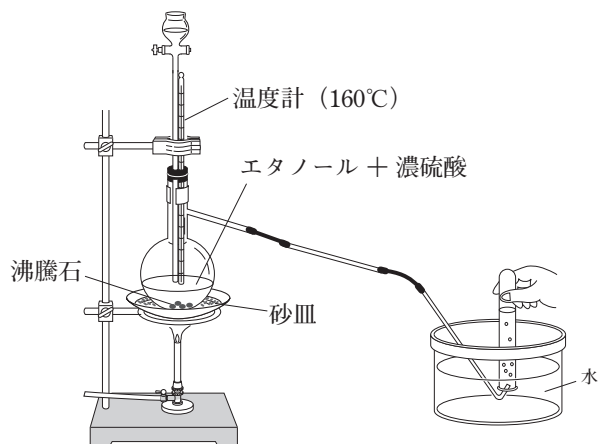
a 2-プロパノールに硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を加えて加熱。

**24**



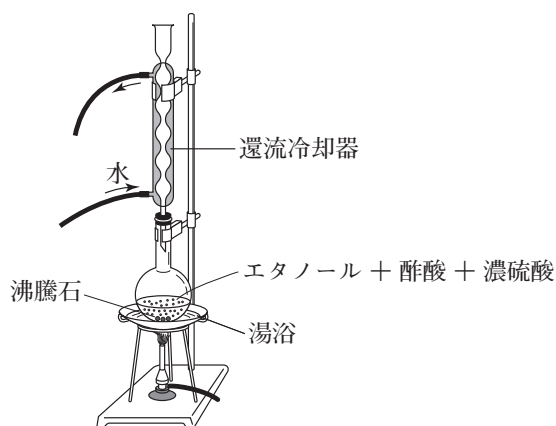
b エタノールに濃硫酸を加えて160℃で加熱。

25



c エタノールに酢酸と濃硫酸を加えて加熱。

26



- ① 全ての原子が、同一平面上に位置している。
- ② 赤熱した鉄管を通じて反応させると、ベンゼンが生成する。
- ③ フェーリング液を加えて加熱すると、赤色の沈殿が生成する。
- ④ 芳香をもつ液体で、水に溶けにくく水よりも軽い。
- ⑤ アルコールと異性体の関係にあり、異性体のアルコールより沸点が低い。
- ⑥ 食酢に含まれ、水溶液は弱酸性を示す。
- ⑦ 水酸化ナトリウム水溶液とヨウ素を加えて加熱すると、黄色い沈殿が生成する。
- ⑧ ヨウ化カリウムデンプン紙を青変させる。

〔問3〕 ベンゼンに **ア** を加えた後、**イ** ながら反応させて得られた化合物に、(a) スズと塩酸を加えて加熱した後、水酸化ナトリウム水溶液を加えるとアニリンが得られる。アニリンは塩基性の物質で、塩基としての強さはアンモニアよりも **ウ** く、アニリンの有無を確認するためには **エ** を用いる。(b) アニリンに無水酢酸を反応させると、解熱作用をもつ物質が得られる。

これについて、次の(1)~(5)の問いに答えなさい。答は、それぞれの解答群の中から最も適当なものを1つ選び、マークしなさい。

(1) **ア** , **イ** に当てはまる語句の組合せはどれか。 **27**

	ア	イ
①	混酸	冷水で冷やし
②	混酸	60℃に温め
③	濃塩酸	冷水で冷やし
④	濃塩酸	60℃に温め
⑤	濃硫酸	冷水で冷やし
⑥	濃硫酸	60℃に温め

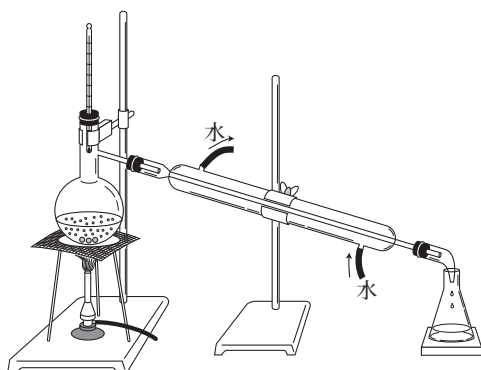
(2) **ウ** , **エ** に当てはまる語句の組合せはどれか。 **28**

	ウ	エ
①	強	塩化鉄(Ⅲ)
②	強	さらし粉
③	強	フェーリング液
④	弱	塩化鉄(Ⅲ)
⑤	弱	さらし粉
⑥	弱	フェーリング液

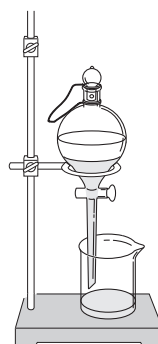
(3) 下線部(a)と(b)で起こる反応の種類はどれか。 29

	(a)	(b)
①	還元反応	中和反応
②	還元反応	アセチル化反応
③	縮合反応	アセチル化反応
④	縮合反応	エステル化反応
⑤	付加反応	エステル化反応
⑥	付加反応	中和反応

(4) アニリンとスチレンが溶けているエーテル溶液から、アニリンを取り除きたい。加える薬品と使用する装置として最も適当な組合せはどれか。 30



装置A



装置B

	薬品	実験装置
①	希塩酸	A
②	希塩酸	B
③	水酸化ナトリウム水溶液	A
④	水酸化ナトリウム水溶液	B
⑤	炭酸水素ナトリウム水溶液	A
⑥	炭酸水素ナトリウム水溶液	B

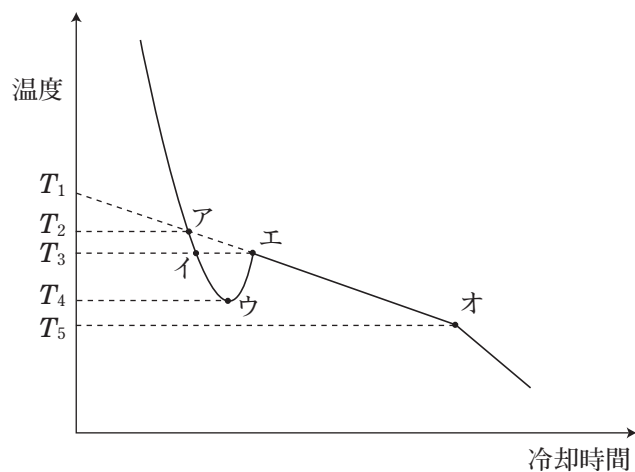
(5) ベンゼン 78 g を用いてアニリンを合成したところ、アニリンが 65 g 得られた。この反応におけるアニリンの収率（理論上得られる量に対する実際に得られた量の割合）は何%か。  %

- ① 65    ② 70    ③ 78    ④ 83    ⑤ 93



Ⅲ 次の〔問1〕,〔問2〕に答えなさい。(24点)

〔問1〕 次図は 0.20 mol/kg のグルコース  $C_6H_{12}O_6$  水溶液を冷却したときの温度変化を表している。



これについて、次の (1)~(4) の問いに答えなさい。答は、それぞれの解答群の中から最も適当なものを1つ選び、マークしなさい。

(1) この水溶液で固体が生じ始めるのは、ア~オのどの点か。 32

- ① ア    ② イ    ③ ウ    ④ エ    ⑤ オ

(2) この水溶液の凝固点は、 $T_1 \sim T_5$  のどの点か。 33

- ①  $T_1$     ②  $T_2$     ③  $T_3$     ④  $T_4$     ⑤  $T_5$

(3) 0.20 mol/kg のグルコース水溶液のつくり方として最も適当なものはどれか。

34

- ① グルコース 9.0 g に水を 91.0 g 加える。
- ② グルコース 3.6 g に水を 96.4 g 加える。
- ③ グルコース 9.0 g に水を加えて、溶液全体を 100 mL とする。
- ④ グルコース 3.6 g に水を加えて、溶液全体を 100 mL とする。
- ⑤ グルコース 9.0 g に水を 100 g 加える。
- ⑥ グルコース 3.6 g に水を 100 g 加える。

(4) 0.12 mol/kg の塩化カリウム水溶液、0.10 mol/kg の塩化カルシウム水溶液についても、0.20 mol/kg のグルコース水溶液と同様の実験を行い凝固点を求めた。水溶液の凝固点が低い順に並べたものはどれか。

35

- ① グルコース水溶液 < 塩化カリウム水溶液 < 塩化カルシウム水溶液
- ② グルコース水溶液 < 塩化カルシウム水溶液 < 塩化カリウム水溶液
- ③ 塩化カリウム水溶液 < グルコース水溶液 < 塩化カルシウム水溶液
- ④ 塩化カリウム水溶液 < 塩化カルシウム水溶液 < グルコース水溶液
- ⑤ 塩化カルシウム水溶液 < グルコース水溶液 < 塩化カリウム水溶液
- ⑥ 塩化カルシウム水溶液 < 塩化カリウム水溶液 < グルコース水溶液

〔問2〕 酢酸水溶液に酢酸ナトリウムを加えると、水溶液中では次式のように、酢酸はその一部が電離し、(i)式の平衡状態になっているが、酢酸ナトリウムは(ii)式のようにほぼ完全に電離している。



この混合溶液に少量の塩酸を加えると、加えられた $\text{H}^+$ は  と反応して、 式の平衡は  ため、pHはほとんど変化しない。一方、(i)および(ii)式で生じた $\text{CH}_3\text{COO}^-$ は、一部が水と反応し、(iii)式の平衡状態になっている。



そのため、この混合溶液に少量の水酸化ナトリウム水溶液を加えると、加えられた $\text{OH}^-$ は  と反応して(iii)式の平衡は  へ移動するため、pHはほとんど変化しない。

これについて、次の(1)~(4)の問いに答えなさい。答は、それぞれの解答群の中から最も適当なものを1つ選び、マークしなさい。

(1)  に当てはまる語句はどれか。

- ① 酢酸分子    ② 水分子    ③ 酢酸イオン  
④ 水酸化物イオン    ⑤ 塩化物イオン

(2) 

イ
---

 , 

ウ
---

 に当てはまる記号および語句の組合せはどれか。

37
----

	イ	ウ
①	( i )	左へ移動する
②	( i )	右へ移動する
③	( i )	移動しない
④	( ii )	左へ移動する
⑤	( ii )	右へ移動する
⑥	( ii )	移動しない

(3) 

エ
---

 , 

オ
---

 に当てはまる語句の組合せはどれか。 

38
----

	エ	オ
①	酢酸分子	左
②	酢酸分子	右
③	水分子	左
④	水分子	右
⑤	酢酸イオン	左
⑥	酢酸イオン	右

(4) 0.20 mol/L の酢酸水溶液 50 mL に 0.20 mol/L の酢酸ナトリウム水溶液 50 mL を混合した。この混合水溶液の pH はいくらか。ただし、酢酸の電離定数は  $2.0 \times 10^{-5}$  mol/L,  $\log 2 = 0.30$  とする。 

39
----

- ① 3.6    ② 4.7    ③ 5.0    ④ 5.3    ⑤ 6.4