

2011年度 一般3月入学試験

## 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    O 16

ファラデー定数  $9.65 \times 10^4$  C/mol

標準状態で気体 1 mol が占める体積 22.4 L

気体定数  $8.3 \times 10^3$  L·Pa/(K·mol)

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。

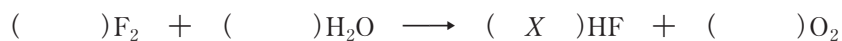
(1) 互いに同素体の関係にある組合せはどれか。

- ① 窒素 リン                      ② 酸素 オゾン                      ③ 氷 水蒸気  
④ 過酸化水素 水                      ⑤ 鉛 黒鉛

(2)  $^{13}\text{C}$  で表される炭素原子と  $^{14}\text{N}$  で表される窒素原子で，同じ値になるものはどれか。

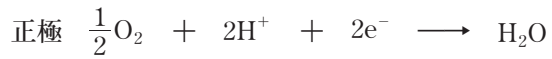
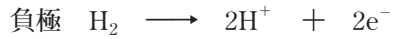
- ① 原子番号                      ② 陽子の数                      ③ 中性子の数  
④ 電子の数                      ⑤ 質量数

(3) 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。



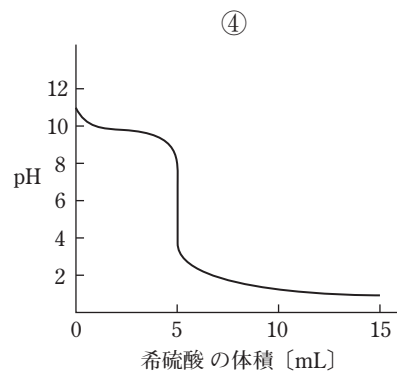
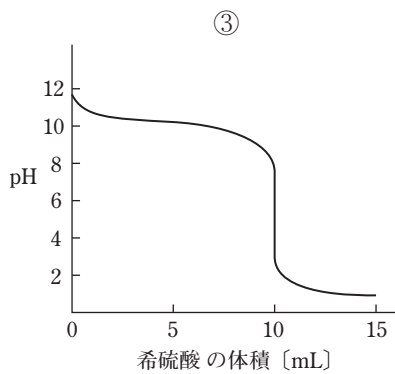
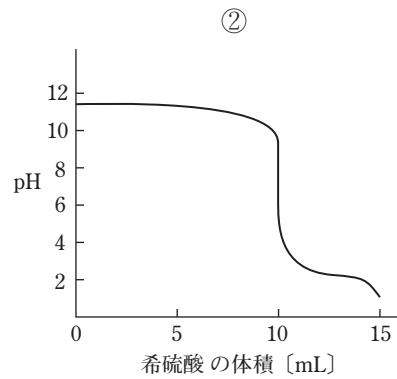
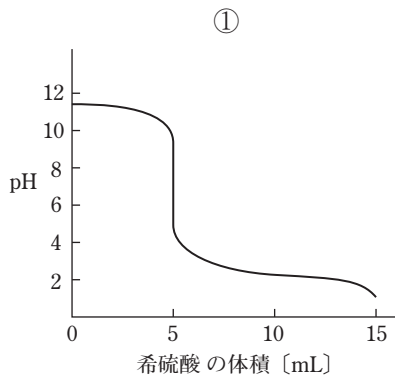
- ① 1 (係数なし)                      ② 2                      ③ 3                      ④ 4                      ⑤ 5                      ⑥ 6

(4) リン酸水溶液を用いた燃料電池を3860秒間放電させたところ、水素が0.10g反応した。流れた電流は何Aか。なお、このときの両極の反応は次式で表される。  A



- ① 0.50    ② 1.0    ③ 2.0    ④ 2.5    ⑤ 4.0    ⑥ 5.0

(5) 0.10 mol/L のアンモニア水10 mL に、0.10 mol/L の希硫酸を加えていった。pH の変化の様子を表すグラフはどれか。



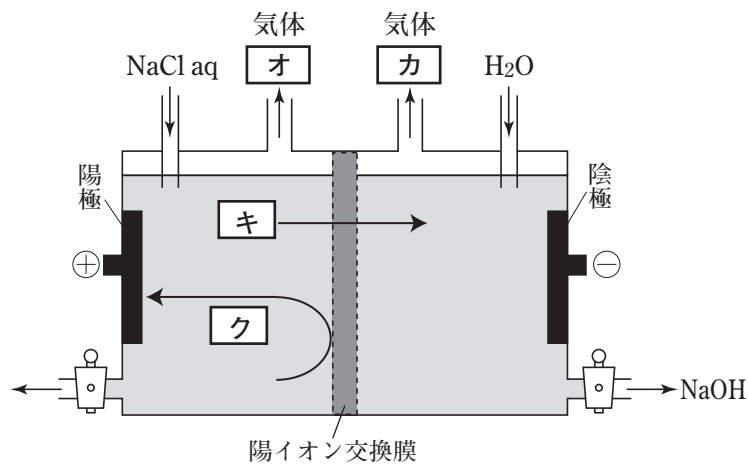
(6) 塩化ナトリウム，炭酸ナトリウム，塩化アンモニウムの各 0.10 mol/L 水溶液

を，水素イオン濃度の大きい順に並べたものはどれか。 6

- ① 塩化ナトリウム > 炭酸ナトリウム > 塩化アンモニウム
- ② 塩化ナトリウム > 塩化アンモニウム > 炭酸ナトリウム
- ③ 炭酸ナトリウム > 塩化ナトリウム > 塩化アンモニウム
- ④ 炭酸ナトリウム > 塩化アンモニウム > 塩化ナトリウム
- ⑤ 塩化アンモニウム > 塩化ナトリウム > 炭酸ナトリウム
- ⑥ 塩化アンモニウム > 炭酸ナトリウム > 塩化ナトリウム

〔問2〕 電解質水溶液に2枚の白金電極を浸け、電池（外部電源）を接続すると電気分解が起こる。電気分解では、電池の **ア** 側に接続した電極を陰極と呼び、電池の電極と区別している。陰極では **イ** 反応が起こり、イオン化傾向が **ウ** イオンから優先的に電子が **エ**。

電解質水溶液の電気分解を利用して、水酸化ナトリウムの製造が行われている。次図は、陽イオン交換膜を用いた塩化ナトリウム水溶液の電気分解を表している。



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) 文中の **ア** , **イ** に当てはまる語句の組合せはどれか。

**7**

	ア	イ
①	負極	酸化
②	負極	還元
③	正極	酸化
④	正極	還元

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

**8**

	ウ	エ
①	小さな	奪われる
②	小さな	与えられる
③	大きな	奪われる
④	大きな	与えられる

(3) 図中の **オ** , **カ** に当てはまる語句の組合せはどれか。

**9**

	オ	カ
①	塩素	酸素
②	塩素	水素
③	酸素	塩素
④	酸素	水素
⑤	水素	塩素
⑥	水素	酸素

(4) 図中の **キ** , **ク** に当てはまる語句の組合せはどれか。

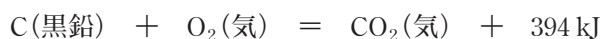
**10**

	キ	ク
①	$H^+$	$OH^-$
②	$H^+$	$Cl^-$
③	$Na^+$	$OH^-$
④	$Na^+$	$Cl^-$

(5) 3860 C の電気量を通じて電気分解を行ったとき、水酸化ナトリウムは何 mol 生成するか。 **11** mol

- ①  $1.0 \times 10^{-2}$     ②  $2.0 \times 10^{-2}$     ③  $4.0 \times 10^{-2}$   
④  $1.0 \times 10^{-1}$     ⑤  $2.0 \times 10^{-1}$     ⑥  $4.0 \times 10^{-1}$

〔問3〕 熱化学方程式が表す反応熱の種類は、着目する物質によって変わることがある。例えば、



で表される熱化学方程式では、 に着目すると燃焼熱、 に着目すると生成熱を表す。また、熱化学方程式の係数は各物質の物質質量を表しており、上記の反応で 197 kJ の熱を発生させるには  g の黒鉛が必要である。

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。

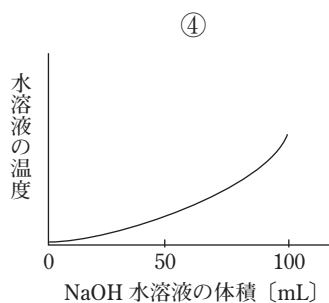
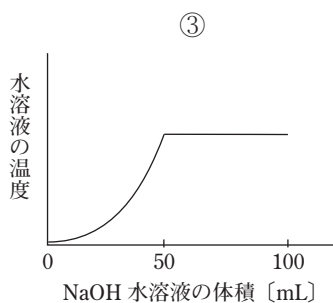
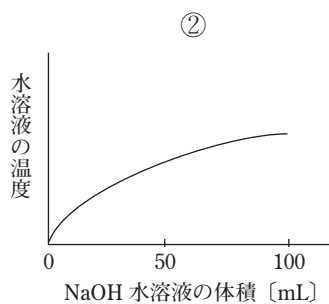
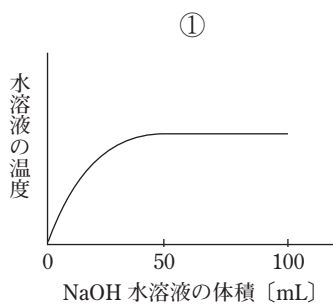
(1) 文中の ,  に当てはまる語句の組合せはどれか。

	ア	イ
①	黒鉛	酸素
②	黒鉛	二酸化炭素
③	酸素	黒鉛
④	酸素	二酸化炭素
⑤	二酸化炭素	黒鉛
⑥	二酸化炭素	酸素

(2) 文中の  に当てはまる数値はどれか。  g

- ① 6.0    ② 9.0    ③ 12    ④ 18    ⑤ 24

- (3) 断熱容器に入れた  $2.0 \text{ mol/L}$  の希塩酸  $50 \text{ mL}$  に、同じ温度に保った  $1.0 \text{ mol/L}$  の水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加え、混合溶液の温度を測定した。加えた水酸化ナトリウム水溶液の体積と、混合溶液の温度の関係を表すグラフはどれか。 14



- (4) 標準状態で  $5.6 \text{ L}$  を占めるメタンとプロパンの混合気体を完全燃焼させたところ、 $288 \text{ kJ}$  の熱が発生した。メタンとプロパンの燃焼熱をそれぞれ、 $890 \text{ kJ/mol}$ 、 $2200 \text{ kJ/mol}$  とすると、混合気体中に占めるメタンの割合は何%か。

15 %

- ① 10    ② 20    ③ 40    ④ 50    ⑤ 60    ⑥ 80
- (5) 熱に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。 16
- ① 液体の状態の物質が気体になるときは、常に発熱をとまなう。
- ② 熱化学方程式では、メタノールなど液体の状態を表すときは (aq) を付ける。
- ③ 熱化学方程式の係数は、最も簡単な整数比になるようにつける。
- ④ 固体の状態の物質が水に溶解するときには、常に吸熱をとまなう。
- ⑤ 単体の生成熱は、ゼロとする。



II 次の〔問1〕～〔問3〕に答えなさい。(36点)

〔問1〕 リンと窒素は、ともに周期表の  族に属し、その原子は  個の価電子をもつ。

リンの単体は天然に存在せず、リンを含む鉱石から取り出される。リンの単体には外観が  色を示すものと、 色を示す2つの同素体が存在し、そのうち  色を示すものは強い毒性をもつ。リンの単体を空气中で燃焼させると、吸湿性の強い十酸化四リン（五酸化二リン）が得られる。

窒素の単体は液体空気の分留によって得られる。窒素は常温・常圧では反応性に乏しいが、高圧下で触媒を用いて水素と反応させるとアンモニアが生成し、アンモニアから様々な窒素化合物が合成される。

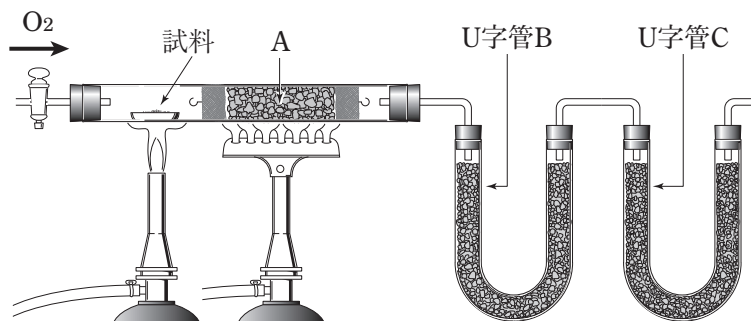
これについて、次の(1)～(5)の問いに答えなさい。答は、それぞれの解答群の中から最も適当なものを1つ選び、マークしなさい。

(1) 文中の  ,  に当てはまる数値の組合せはどれか。

	ア	イ
①	3	3
②	3	5
③	5	3
④	5	5
⑤	15	3
⑥	15	5



〔問2〕 次図のような装置を用いて炭素、水素、酸素からなる有機化合物の組成式を求めた。燃焼管中のAには、有機化合物を完全燃焼させるため、アをイとして入れ、U字管Bにはウを、U字管Cにはエを入れる。これらのU字管の質量変化から、生成する二酸化炭素と水の質量を個別に測定することができる。



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) 文中のア，イに当てはまる語句の組合せはどれか。

22

	ア	イ
①	白金	酸化剤
②	白金	還元剤
③	酸化銅(Ⅱ)	酸化剤
④	酸化銅(Ⅱ)	還元剤
⑤	酸化マンガン(Ⅳ)	酸化剤
⑥	酸化マンガン(Ⅳ)	還元剤

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

**23**

	ウ	エ
①	塩化カルシウム	炭酸カルシウム
②	塩化カルシウム	ソーダ石灰
③	炭酸カルシウム	塩化カルシウム
④	炭酸カルシウム	ソーダ石灰
⑤	ソーダ石灰	塩化カルシウム
⑥	ソーダ石灰	炭酸カルシウム

(3) ある有機化合物 X 3.1 g を完全燃焼させたところ、二酸化炭素 4.4 g、水 2.7 g が得られた。この有機化合物の組成式はどれか。 **24**

- ① CHO    ② CHO<sub>2</sub>    ③ CH<sub>2</sub>O    ④ CH<sub>3</sub>O    ⑤ C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O

(4) 有機化合物に含まれる特定の元素を確認するため、次の a , b の操作を行った。それぞれ確認できる元素はどれか。

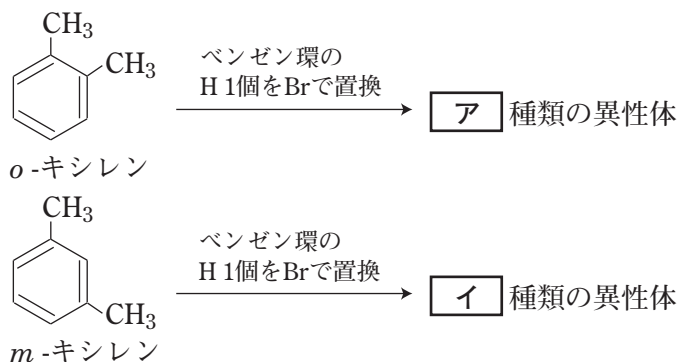
a 固体の水酸化ナトリウムを加えて加熱し、発生した気体に濃塩酸を近づけると白煙が生じる。 **25**

- ① 硫黄    ② 窒素    ③ リン    ④ 塩素    ⑤ フッ素

b 加熱した銅線につけ、ガスバーナーで加熱すると、青緑色の炎色反応が見られる。 **26**

- ① ナトリウム    ② カリウム    ③ ストロンチウム  
④ 銅    ⑤ 塩素

〔問3〕 キシレンはベンゼンの2置換体で、*o*-キシレン、*m*-キシレン、*p*-キシレンの3種類の異性体がある。キシレンのベンゼン環に結合している4個の水素原子のうちのどれか1個を臭素に置換すると、*o*-キシレンからは  種類の、*m*-キシレンからは  種類の異性体が生成する。



キシレンを酸化すると芳香族ジカルボン酸が得られる。3種類のキシレンのうち  を酸化して得られたジカルボン酸は、加熱すると容易に脱水反応が起こり無水物となる。これと同様な脱水反応を起こす脂肪族ジカルボン酸には、 がある。一方、別のキシレンのうち  を酸化して得られたカルボン酸は  と呼ばれ、ペットボトルに使われるポリエステル樹脂の原料になる。

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) 文中の  ,  に当てはまる数値の組合せはどれか。

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

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

28

	ウ	エ
①	<i>o</i> -キシレン	マレイン酸
②	<i>o</i> -キシレン	フマル酸
③	<i>m</i> -キシレン	マレイン酸
④	<i>m</i> -キシレン	フマル酸
⑤	<i>p</i> -キシレン	マレイン酸
⑥	<i>p</i> -キシレン	フマル酸

(3) 文中の **オ** , **カ** に当てはまる語句の組合せはどれか。

29

	オ	カ
①	<i>o</i> -キシレン	フタル酸
②	<i>o</i> -キシレン	テレフタル酸
③	<i>m</i> -キシレン	フタル酸
④	<i>m</i> -キシレン	テレフタル酸
⑤	<i>p</i> -キシレン	フタル酸
⑥	<i>p</i> -キシレン	テレフタル酸

(4) ポリエステル樹脂を合成する反応について、次の問い a , b に答えよ。

a 化合物 **カ** とともに用いられる物質はどれか。 **30**

- ① アセトアルデヒド      ② ホルムアルデヒド      ③ エチレングリコール  
④ スチレン                      ⑤ ビニルアルコール

b 合成時に起こる反応の種類はどれか。 **31**

- ① 付加反応      ② 置換反応      ③ 縮合反応  
④ 中和反応      ⑤ 加水分解反応

〔ⅢA, ⅢB は選択問題です。問題冊子表紙で指定された科目を解答しなさい。〕  
 〔ⅢA は医療保健学部受験生が, ⅢB は薬学部受験生が解答しなさい。〕

### ⅢA 次の〔問1〕, 〔問2〕に答えなさい。(24点)

〔問1〕 鉛は, 酸にも塩基にも反応する両性金属であるが, 塩酸や希硫酸とは難溶性の塩をつくるためほとんど溶けない。鉛の単体は鉄に比べて  , 密度が  。鉛は鉛蓄電池の電極や, X線を吸収する性質を利用してレントゲン撮影時の遮蔽板として用いられている。スズは, 鉛と同じく14族の両性金属である。スズはメッキの材料や合金の材料などに用いられている。

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)  ,  に当てはまる語句の組合せはどれか。

	ア	イ
①	軟らかく	小さい
②	軟らかく	大きい
③	硬く	小さい
④	硬く	大きい

- (2) 次の金属のうち, 両性金属はどれか。

① アルミニウム    ② 水銀    ③ 銀    ④ 鉄    ⑤ 銅

(3) 鉛(Ⅱ)イオンの検出に用いる薬品はどれか。 34

- ① 酢酸
- ② クロム酸カリウム水溶液
- ③ フェーリング液
- ④ 過マンガン酸カリウム水溶液
- ⑤ ヨウ化カリウム水溶液

(4) スズに関する次の a ~ c の記述のうち、正しい記述すべてを選んだものはどれか。 35

- a 酸化数+2または+4の化合物をつくる。
- b 銅との合金を青銅（ブロンズ）という。
- c 遷移元素に分類される。

- 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〕 次の(1)~(4)の反応によって生成する、有機化合物の名称はどれか。

(1) ナトリウムフェノキシドの水溶液に二酸化炭素を吹き込む。 36

- ① 安息香酸      ② フェノール      ③ ベンジルアルコール  
④ クレゾール      ⑤ ナフトール

(2) ベンゼンに濃硝酸と濃硫酸を加えて加熱する。 37

- ① ベンゼンスルホン酸      ② アニリン      ③ ニトロベンゼン  
④ クメン      ⑤ アセトアニリド

(3) 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する。

38

- ① プロペン      ② 酢酸メチル      ③ ギ酸エチル  
④ 乳酸      ⑤ アセトン

(4) エチレンに水を付加させる。 39

- ① メタノール      ② エタノール      ③ ホルムアルデヒド  
④ アセトアルデヒド      ⑤ 酢酸



(3) コックを開けた状態で 27 °C に保ったとき、混合気体の圧力は何 Pa か。

Pa

- ①  $2.5 \times 10^3$     ②  $5.0 \times 10^3$     ③  $7.5 \times 10^3$   
④  $2.5 \times 10^4$     ⑤  $5.0 \times 10^4$     ⑥  $7.5 \times 10^4$

(4) コックを開け、容器内で点火し一酸化炭素を完全燃焼させた後、容器内の温度を 27 °C に保った。混合気体の圧力は燃焼前の何倍になるか。  倍

- ①  $\frac{1}{3}$     ②  $\frac{1}{2}$     ③  $\frac{2}{3}$     ④ 1    ⑤ 2    ⑥ 3

〔問2〕 酢酸を水に溶かすと、その一部が次のように電離して電離平衡の状態となる。



酢酸の濃度を  $c$  [mol/L]、電離度を  $\alpha$  とすると酢酸の電離定数  $K_a$  は

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \boxed{44}$$

と表され、酢酸の電離度が1に比べて極めて小さい場合は

$$K_a = \boxed{45} \text{ とみなすことができる。}$$

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) 文中の  $\boxed{44}$  ,  $\boxed{45}$  に当てはまる式はどれか。同じものを二度選んでもよい。

- ①  $ca$     ②  $ca^2$     ③  $c^2a$     ④  $c(1-\alpha)$   
⑤  $\alpha(1-c)$     ⑥  $\sqrt{ca}$     ⑦  $\frac{ca}{1-\alpha}$     ⑧  $\frac{ca^2}{1-\alpha}$

(2) 次の物質を少量加えたとき、酢酸の電離平衡を左に移動させるものはどれか。

$\boxed{46}$

- ① 尿素                      ② 塩化ナトリウム      ③ 水酸化ナトリウム  
④ 酢酸ナトリウム      ⑤ アンモニア水

(3) 0.10 mol/L の酢酸水溶液の電離度は  $1.3 \times 10^{-2}$  である。この酢酸水溶液の pH はいくらか。ただし、 $\log 1.3 = 0.11$  とする。  $\boxed{47}$

- ① 1.89    ② 2.11    ③ 2.89    ④ 3.11    ⑤ 3.30