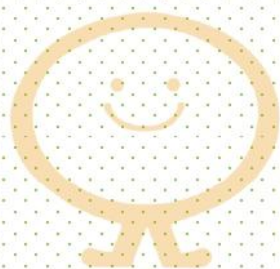


1学期 期末試験 対策講習 中2甲陽化学①

本日授業で扱う内容は

理科0「ステアリン酸単分子膜の実験」「酸と塩基」です。

重要な問題を集めていますので、試験前に必ず解き直しをするように！

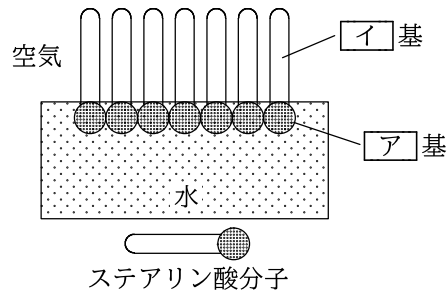


STUDY COLLABO.

SOUTHGATE

1

ステアリン酸(分子量 284)をベンゼンなどの揮発性の溶媒に溶かして、水面に静かにそそぐと、溶液は水面に広がる。溶媒を揮発させると、右図のように「ア」基部分は水中を向き、一方、「イ」基の部分は水からできるだけ離れるように空中に張り出した形で配列し、単分子膜を形成する。次の操作 1~3 に従って、ステアリン酸の単分子膜の面積からアボガドロ定数を見積もる実験を行った。



(操作 1) 濃度 1.500×10^{-3} [mol/L] のステアリン酸のベンゼン溶液 50.00 [mL] を調製した。

(操作 2) 上記の溶液 v [mL] を水面に静かに滴下し、ベンゼンを揮発させて単分子膜を作った。

(操作 3) 単分子膜の面積を測定すると、90.00 [cm²] であった。

問 1 空欄「ア」~「イ」に適切な語句を記入せよ。

問 2 操作 1 に必要なステアリン酸は何 mg か。また、この溶液を調製するためには、下記のうちどの器具が必要不可欠か、1 つ選び記号で答えよ。また、その調製法について詳細に説明せよ。ただし、どの器具も容量は 50 mL である。

[] mg, 器具[]

調製法 []

《器具》 (ア) メスシリンダー (イ) メスフラスコ (ウ) ビーカー
(エ) メスピペット (オ) ビュレット (カ) ホールピペット

問 3 ステアリン酸 1 分子が水面上で占有する面積を s [cm²] とするとき、この実験から求められるアボガドロ定数 [1/mol] を v, s を用いて表せ。

[] /mol

2

アボガドロ定数を求めるために、ダイヤモンドについて実験を行い、次の (a)~(c) の結果を得た。(1)~(3) の各問いに答えよ。

(a) 1.50 g のダイヤモンドの結晶を完全燃焼させたところ、標準状態で 2.80 L の気体が発生した。

(b) ある溶液にダイヤモンドの結晶を入れたところ、浮きもせず沈みもせず、この溶液中に静止した。この溶液 5.00 cm³ の質量は 17.60 g であった。

(c) ダイヤモンドの結晶構造を調べたところ、体積が 4.51×10^{-23} cm³ の立方体の中に 8 個の炭素原子が含まれていることがわかった。

(1) ダイヤモンドのモル質量 (1 mol あたりの質量) を小数第 1 位まで求めよ。

[] g/mol

(2) ダイヤモンドの密度を小数第 2 位まで求めよ。

[] g/cm³

(3) この実験にもとづき、アボガドロ定数を有効数字 3 桁で求めよ。

[] mol⁻¹

3

次の問いに答えよ。

(1) 次の文の () に適当な語句を、[] に化学式を入れよ。

アレニウスの定義によると、酸とは水溶液中で電離して^a()イオン

^b[] またはオキシニウムイオン^c[] を生じる物質であり、塩基とは水溶液中で^d()イオン^e[] を生じる物質である。

一方、ブレンステッド・ローリーの定義によると、^f()とは^g()イオン

^h[] を他の物質に与える物質であり、ⁱ()とは^j()イオン

^k[] を他の物質から受け取る物質である。

(2) 次の反応において、酸、塩基はそれぞれ何か。

① $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ 酸[] 塩基[]

② $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_3\text{O}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ 酸[] 塩基[]

4

次の文の〔 〕に適切な語句，数値を入れよ。

「溶けている酸(または塩基)の物質量」に対する「電離している酸(または塩基)の物質量」の割合を^a〔 〕という。

塩化水素や水酸化ナトリウムのように，水溶液中でほとんどすべて電離する(〔 a 〕が1に近い)酸や塩基を^b〔 〕・^c〔 〕という。また，酢酸やアンモニアのように，水溶液中でごく一部しか電離しない(〔 a 〕が小さい)酸や塩基を^d〔 〕・^e〔 〕という。

酸や塩基の強弱は，それらの価数の大小と関係が^f〔 〕。

5

次の問いに答えよ。

(1) 下の(ア)～(タ)の酸・塩基を化学式で表せ。

- (ア)〔 〕 (イ)〔 〕 (ウ)〔 〕 (エ)〔 〕
- (オ)〔 〕 (カ)〔 〕 (キ)〔 〕 (ク)〔 〕
- (ケ)〔 〕 (コ)〔 〕 (サ)〔 〕 (シ)〔 〕
- (ス)〔 〕 (セ)〔 〕 (ソ)〔 〕 (タ)〔 〕

(2) (ア)～(タ)の酸・塩基の価数を答えよ。

- (ア)〔 〕 (イ)〔 〕 (ウ)〔 〕 (エ)〔 〕
- (オ)〔 〕 (カ)〔 〕 (キ)〔 〕 (ク)〔 〕
- (ケ)〔 〕 (コ)〔 〕 (サ)〔 〕 (シ)〔 〕
- (ス)〔 〕 (セ)〔 〕 (ソ)〔 〕 (タ)〔 〕

(3) (ア)～(タ)の酸・塩基を <①強酸・②弱酸・③強塩基・④弱塩基> に分類し，番号で答えよ。

- (ア)〔 〕 (イ)〔 〕 (ウ)〔 〕 (エ)〔 〕
- (オ)〔 〕 (カ)〔 〕 (キ)〔 〕 (ク)〔 〕
- (ケ)〔 〕 (コ)〔 〕 (サ)〔 〕 (シ)〔 〕
- (ス)〔 〕 (セ)〔 〕 (ソ)〔 〕 (タ)〔 〕

- (ア) 硫化水素 (イ) アンモニア (ウ) 酢酸
- (エ) 水酸化バリウム (オ) 硫酸 (カ) 塩化水素
- (キ) シュウ酸 (ク) リン酸 (ケ) 水酸化ナトリウム
- (コ) 水酸化カリウム (サ) 硝酸 (シ) 水酸化カルシウム
- (ス) フッ化水素 (セ) 水酸化鉄(Ⅱ) (ソ) 水酸化銅(Ⅱ)
- (タ) 水酸化鉄(Ⅲ)

6

0.10 mol の酢酸を含む水溶液がある。このとき，酢酸の電離度を 0.0052 とすると，酢酸分子，酢酸イオン，水素イオンはそれぞれ何 mol あるか。

酢酸分子：〔 〕 mol

酢酸イオン：〔 〕 mol

水素イオン：〔 〕 mol

7

次の酸と塩基が中和するときの化学反応式を書け。

- (1) 酢酸と水酸化ナトリウム
〔 〕
- (2) 硫酸と水酸化カリウム
〔 〕
- (3) 塩化水素と水酸化カルシウム
〔 〕
- (4) 塩化水素とアンモニア
〔 〕

8

0.050 mol/L の硫酸 10.0 mL を中和するのに、ある濃度の水酸化ナトリウム水溶液 12.5 mL が必要であった。この水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度を求めよ。

{ } mol/L

9

次の問いに答えよ。H=1.0, O=16, Ca=40

(1) 水酸化カルシウム 3.7 g を水 50 mL に混ぜたのち、2.0 mol/L の塩酸で中和するには、塩酸何 mL が必要か。 { } mL

(2) 標準状態で 1.12 L のアンモニアを水に溶かして 100 mL とした。このアンモニア水 10 mL を中和するには、0.10 mol/L の塩酸が何 mL 必要か。

{ } mL

10

少量の塩化ナトリウムを含む水酸化ナトリウム 5.0 g を、水に溶かして 200 mL にした。このうち 10.0 mL をとり、0.50 mol/L の塩酸で中和したところ、12.0 mL が必要であった。この水酸化ナトリウムの純度は何 % か。H=1.0, O=16, Na=23

{ } %

11

1.0 mol/L の酢酸水溶液 15.0 mL に、2.0 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 12.0 mL を加えた。この混合溶液中の水酸化ナトリウムを中和するには、0.60 mol/L の硫酸が何 mL 必要か。 { } mL

【解答 & 解説】

1

【解答】 問1 (ア) 親水 (イ) 疎水

問2 21.30 mg, 器具: イ

調製法: ビーカーに測りとったステアリン酸を少量のベンゼンに溶かし, その溶液を 50 mL のメスフラスコにすべて移す。ビーカーを少量のベンゼンで洗い, その洗液もメスフラスコに移す。これを2, 3回繰り返し, メスフラスコの標線までベンゼンを加え, 栓をし, 倒立させてよく混ぜる。

問3 $\frac{6.000 \times 10^7}{sv}$ [/mol]

【解説】 問2 必要なステアリン酸(分子量 284)は,

$$1.500 \times 10^{-3} \times \frac{50.00}{1000} \times 284 \times 10^3 = 21.30 \text{ (mg)}$$

問3 アボガドロ定数を x [/mol] とすると,

$$1.500 \times 10^{-3} \times \frac{v}{1000} \times x = \frac{90.00}{s}$$

$$x = \frac{6.000 \times 10^7}{sv} \text{ [/mol]}$$

2

【解答】 (1) 12.0 g/mol (2) 3.52 g/cm³ (3) 6.05 × 10²³ mol⁻¹

【解説】 (1) ダイヤモンドのモル質量を M [g/mol] とおくと, $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$ より

$$\frac{1.50}{M} = \frac{2.80}{22.4} \quad \text{ゆえに} \quad M = 12.0 \text{ (g/mol)}$$

(2) ある溶液とダイヤモンドの密度は等しいから

$$\text{密度 (g/cm}^3\text{)} = \frac{17.60}{5.00} = 3.52 \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

(3) アボガドロ定数を N_A とおくと, C 原子 N_A 個の質量がダイヤモンド 1 mol あたりの質量(モル質量)と等しくなる。

$$\frac{4.51 \times 10^{-23} \times 3.52}{8} \times N_A = 12.0$$

$$\text{ゆえに} \quad N_A \doteq 6.05 \times 10^{23} \text{ (mol}^{-1}\text{)}$$

3

【解答】 (1) (a) 水素 (b) H⁺ (c) H₃O⁺ (d) 水酸化物 (e) OH⁻
(f) 酸 (g) 水素 (h) H⁺ (i) 塩基 (j) 水素 (k) H⁺
(2) ① 酸: HCl, 塩基: NaOH ② 酸: H₂SO₄, 塩基: H₂O

【解説】 (1) アレーニウスの定義は狭義で, 水溶液中で示す性質(酸性か塩基性か)から定義している。一方, ブレンステッド・ローリーの定義は広義の定義になっていて, 水溶液中に限らず, H⁺ が移動するときのそれぞれの役割から定義している。

(2) 反応の中での酸や塩基としての役割を判断するときは, ブレンステッド・ローリーの定義にしたがって, H⁺ の移動を見いだす。

4

【解答】 (a) 電離度 (b) 強酸 (c) 強塩基 (d) 弱酸 (e) 弱塩基
(f) ない

【解説】 電離度 $\alpha = \frac{\text{電離している酸(塩基)の物質質量}}{\text{溶けている酸(塩基)の物質質量}} \quad (0 < \alpha \leq 1)$

(a) 電離度は, 同じ物質でも濃度や温度によって異なる。一般には, 濃度が小さいほど, また温度が高いほど, 電離度は大きくなる。

(e) Cu(OH)₂ や Fe(OH)₃ のように, 水に溶けにくい塩基は弱塩基に分類されることが多い。

5

- 解答** (1) (ア) H_2S (イ) NH_3 (ウ) CH_3COOH (エ) $\text{Ba}(\text{OH})_2$ (オ) H_2SO_4
 (カ) HCl (キ) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (ク) H_3PO_4 (ケ) NaOH (コ) KOH
 (サ) HNO_3 (シ) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (ス) HF (セ) $\text{Fe}(\text{OH})_2$
 (ソ) $\text{Cu}(\text{OH})_2$ (タ) $\text{Fe}(\text{OH})_3$
- (2) (ア) 二価 (イ) 一価 (ウ) 一価 (エ) 二価 (オ) 二価
 (カ) 一価 (キ) 二価 (ク) 三価 (ケ) 一価 (コ) 一価
 (サ) 一価 (シ) 二価 (ス) 一価 (セ) 二価 (ソ) 二価
 (タ) 三価
- (3) (ア) ② (イ) ④ (ウ) ② (エ) ③ (オ) ①
 (カ) ① (キ) ② (ク) ② (ケ) ③ (コ) ③
 (サ) ① (シ) ③ (ス) ② (セ) ④ (ソ) ④ (タ) ④

6

- 解答** 酢酸分子： 0.099 mol 酢酸イオン： $5.2 \times 10^{-4} \text{ mol}$
 水素イオン： $5.2 \times 10^{-4} \text{ mol}$

解説 酸や塩基の電離によって生じる H^+ や OH^- の物質量は、価数×物質質量×電離度
 で求められる。 $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$

7

- 解答** (1) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$
 (2) $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
 (3) $2\text{HCl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 (4) $\text{HCl} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$

8

- 解答** 0.080 mol/L

解説 中和の関係は

酸の出す H^+ の物質質量
 = 塩基の出す OH^- の物質質量
 価数×酸の物質質量 = 価数×塩基の物質質量
 NaOH 水溶液の濃度を $x \text{ [mol/L]}$ とする
 と、中和の公式より

$$2 \times 0.050 \times \frac{10.0}{1000} = 1 \times x \times \frac{12.5}{1000} \quad x = \underline{0.080 \text{ (mol/L)}}$$

中和 の 公 式	mol/L	mol/L
	↑	↑
	$a c \times \frac{v}{1000}$	$= b c' \times \frac{v'}{1000}$
	↓	↓
	価数	L
	↓	↓
	価数	L

9

- 解答** (1) 50 mL (2) 50 mL

解説 酸と塩基が中和するとき、酸の出す H^+ と塩基の出す OH^- の物質質量が同じである。この関係は酸、塩基が水溶液でなく、固体や気体として用いられた場合にも適用できるので、しっかり理解しておきたい。

酸、塩基の量が、水溶液の濃度と体積ではなく、固体の質量や気体の体積で与えられた場合は、「 H^+ と OH^- の物質質量が等しい」ことより、次の形の式を用いる。

$\boxed{\text{酸の価数} \times \text{物質質量} = \text{塩基の価数} \times \text{物質質量}}$

- (1) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (式量 74) は二価の塩基であるから

$$2 \times \frac{3.7}{74} = 1 \times 2.0 \times \frac{x}{1000} \quad x = 50 \text{ (mL)}$$

- (2) 最初のアンモニアは $\frac{1.12}{22.4} = 0.0500 \text{ (mol)}$ で、中和に用いたのは、その $\frac{10}{100}$ の 0.00500 mol であるから

$$1 \times 0.00500 = 1 \times 0.10 \times \frac{v}{1000} \quad v = 50 \text{ (mL)}$$

補足 弱酸や弱塩基は電離度が小さく、生じている H^+ 、 OH^- の量は少ないが、中和により H^+ 、 OH^- が消費されると、さらに酸、塩基が電離して中和に用いられるので、結局すべての酸、塩基が反応する。したがって、酸、塩基の中和の量的関係は、酸、塩基の強弱に関係なく成り立つ。

10

解答 96 %

解説 純度は不純物を含む水酸化ナトリウム中の水酸化ナトリウムの割合であるから、純度を $x[\%]$ とすると、水酸化ナトリウムの質量は $0.050x[\text{g}]$ となる。この量について、中和の量的関係を適用する。

NaCl は HCl と反応しないので、NaOH と HCl の中和だけ考えればよい。NaOH の純度を $x[\%]$ とすると、5.0 g 中の NaOH は

$$5.0 \times \frac{x}{100} [\text{g}] = 0.050x [\text{g}] \quad \text{よって、その物質量は} \frac{0.050x}{40} [\text{mol}]$$

200 mL の溶液のうち 10.0 mL を用いたから、中和の関係より

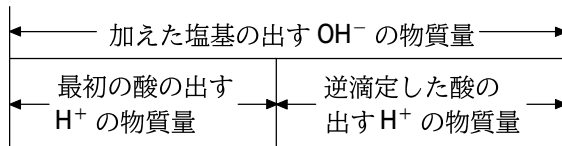
$$1 \times \frac{0.050x}{40} \times \frac{10.0}{200} = 1 \times 0.50 \times \frac{12.0}{1000}$$

$$x = 96 \%$$

11

解答 7.5 mL

解説 逆滴定の原理は、次のように表される。



ゆえに、酸の(価数×物質量)の総和=塩基の(価数×物質量)の総和 が成り立つ。

溶質の物質量は、溶液のモル濃度と溶液の体積の積で求められるから、逆滴定の原理より

酢酸の出す H^+ 硫酸の出す H^+ NaOH の出す OH^-
 \parallel \parallel \parallel

$$1 \times 1.0 \times \frac{15.0}{1000} + 2 \times 0.60 \times \frac{x}{1000} = 1 \times 2.0 \times \frac{12.0}{1000} \quad x = 7.5 (\text{mL})$$

逆滴定の原理

酸の(価数×物質量)の総和=塩基の(価数×物質量)の総和