

化学の総復習（センター試験問題より）

1

同素体に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

[]

- ① ダイヤモンドは炭素の同素体の一つである。
- ② 炭素の同素体には電気を通すものがある。
- ③ 黄リンはリンの同素体の一つである。
- ④ 硫黄の同素体にはゴムに似た弾性をもつものがある。
- ⑤ 酸素には同素体が存在しない。

2

中性子の数が最も多い原子を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

[]

- ① ^{38}Ar ② ^{40}Ar ③ ^{40}Ca
- ④ ^{37}Cl ⑤ ^{39}K ⑥ ^{40}K

3

単結合のみからなる分子を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

[]

- ① N_2 ② O_2 ③ H_2O
- ④ CO_2 ⑤ C_2H_2 ⑥ C_2H_4

4

結晶の種類と分子の形に関する次の問い(a・b)に答えよ。

a 結晶がイオン結晶でないものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

[]

- ① 二酸化ケイ素 ② 硝酸ナトリウム ③ 塩化銀
- ④ 硫酸アンモニウム ⑤ 酸化カルシウム ⑥ 炭酸カルシウム

b 分子が直線形であるものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

[]

- ① メタン ② 水 ③ 二酸化炭素 ④ アンモニア

5

1種類の分子のみからなる物質の大気圧下での三態に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

[]

- ① 気体の状態より液体の状態のほうが分子間の平均距離は短い。
- ② 液体中の分子は熱運動によって相互の位置を変えている。
- ③ 大気圧が変わっても沸点は変化しない。
- ④ 固体を加熱すると、液体を経ないで直接気体に変化するものがある。
- ⑤ 液体の表面では常に蒸発が起こっている。

6

イオンとその生成に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

[]

- ① イオン化エネルギー（第一イオン化エネルギー）が小さい原子は、陽イオンになりやすい。
- ② 電子親和力が大きい原子は、陰イオンになりやすい。

③ 17族元素の原子は、同一周期の他の元素の原子と比較して、陰イオンになりやすい。

④ 18族元素の原子は、同一周期の中でイオン化エネルギー（第一イオン化エネルギー）が最も大きい。

⑤ 2族元素の原子の二価の陽イオンは、同一周期の希（貴）ガスと同じ電子配置である。

7

化学結合に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

[]

① 無極性分子を構成する化学結合の中には、極性が存在するものもある。

② 塩化ナトリウムの結晶では、ナトリウムイオン Na^+ と塩化物イオン Cl^- が静電氣的な力で結合している。

③ 金属が展性・延性を示すのは、原子どうしが自由電子によって結合しているからである。

④ 二つの原子が電子を出し合って生じる結合は、共有結合である。

⑤ オキシニウムイオン H_3O^+ の三つの O-H 結合のうち、一つは配位結合であり、他の二つの結合とは性質が異なる。

8

物質を分離する操作に関する記述として下線部が正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

[]

① 溶媒に対する溶けやすさの差を利用して、混合物から特定の物質を溶媒に溶かして分離する操作を抽出という。

② 沸点の差を利用して、液体の混合物から成分を分離する操作を昇華法（昇華）という。

③ 固体と液体の混合物から、ろ紙などを用いて固体を分離する操作を再結晶という。

④ 不純物を含む固体を溶媒に溶かし、温度によって溶解度が異なることを利用して、より純粋な物質を析出させ分離する操作をろ過という。

⑤ 固体の混合物を加熱して、固体から直接気体になる成分を冷却して分離する操作を蒸留という。

9

下線部の数値が最も大きいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。C=12

[]

① 標準状態のアンモニア 22.4 L に含まれる 水素原子の数

② メタノール 1 mol に含まれる 酸素原子の数

③ ヘリウム 1 mol に含まれる 電子の数

④ 1 mol/L の塩化カルシウム水溶液 1 L 中に含まれる 塩化物イオンの数

⑤ 黒鉛（グラファイト）12 g に含まれる 炭素原子の数

10

物質の量に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

(H=1.0, He=4.0, C=12, O=16, Na=23, Cl=35.5) []

① 0℃, 1.013×10⁵ Pa において、4 L の水素は 1 L のヘリウムより軽い。

② 16 g のメタンには水素原子が 4.0 mol 含まれている。

③ 水 100 g に塩化ナトリウム 25 g を溶かした水溶液の質量パーセント濃度は 20 % である。

④ 水酸化ナトリウム 4.0 g を水に溶かして 100 mL とした水溶液のモル濃度は 1.0 mol/L である。

11

ある金属 M の単体の密度は 7.2 g/cm³ であり、その 1.0 cm³ には 8.3×10²² 個の M 原子が含まれている。このとき、M の原子量として最も適当な数値を、次の①～⑦のうちから一つ選べ。ただし、アボガドロ定数は 6.0×10²³ /mol とする。

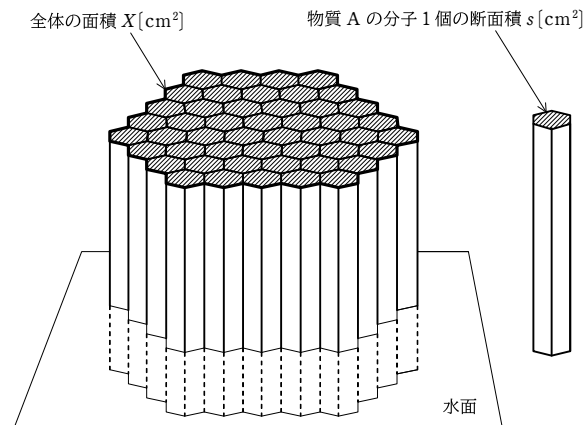
[]

① 7.2 ② 23 ③ 27 ④ 39 ⑤ 52 ⑥ 55 ⑦ 72

12

物質 A は、下図に示すように、棒状の分子が水面に直立してすき間なく並び、一層の膜（単分子膜）を形成する。物質 A の質量が w [g] のとき、この膜の全体の面積は X [cm²] であった。物質 A のモル質量を M [g/mol]、アボガドロ定数を N_A [/mol] としたとき、分子 1 個の断面積 s [cm²] を表す式として正しいものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

[] cm²



- ① $\frac{XN_A}{wM}$ ② $\frac{XM}{wN_A}$ ③ $\frac{Xw}{MN_A}$
- ④ $\frac{XwM}{N_A}$ ⑤ $\frac{XwN_A}{M}$ ⑥ $\frac{XMN_A}{w}$

13

目的とする濃度の水溶液を調製する方法として正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。(H=1.0, C=12, O=16, Na=23, S=32, Cl=35.5) []

① 0.100 mol/L のシュウ酸水溶液をつくるために、12.6 g のシュウ酸二水和物 (COOH)₂·2H₂O を水に溶かして 1.00 L とした。

化学の総復習（センター試験問題より）

- ② 0.100 mol/L の塩酸をつくるために、1.00 mol/L の塩酸 10.0 g をとり、水 990 g に加えた。
- ③ pH 2.0 の硫酸水溶液をつくるために、0.100 mol/L の硫酸 10.0 mL に水を加えて 100 mL とした。
- ④ 質量パーセント濃度 10.0 % の水酸化ナトリウム水溶液をつくるために、100 g の水酸化ナトリウムを水に溶かして 1.00 L とした。

14

密度 1.14 g/cm³、質量パーセント濃度 32.0 % の塩酸 10.0 mL を純水で希釈して 500 mL にした。この水溶液のモル濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、次の ①～⑥のうちから一つ選べ。H=1.0, Cl=35.5 [] mol/L

① 0.0175 ② 0.0200 ③ 0.100 ④ 0.175 ⑤ 0.200 ⑥ 0.640

15

自動車衝突事故時の安全装置であるエアバッグには、固体のアジ化ナトリウム NaN₃ と酸化銅(Ⅱ) CuO から、次の反応によって気体を瞬時に発生させる方式のものがある。

$$2\text{NaN}_3 + \text{CuO} \rightarrow 3\text{N}_2 + \text{Na}_2\text{O} + \text{Cu}$$

この反応によって 44.8 L (標準状態) の気体を得るのに必要なアジ化ナトリウムと酸化銅(Ⅱ)の質量の合計は何 g か。最も適当な数値を、次の ①～⑥のうちから一つ選べ。N=14, O=16, Na=23, Cu=64 [] g

① 53 ② 87 ③ 97 ④ 140 ⑤ 210

16

常温、常圧で、150.0 mL の酸素がある。放電によって、その一部をオゾンに変化させたところ、全体の体積が 144.0 mL になった。何 % の酸素がオゾンに変化したことになるか。最も適当な数値を、次の ①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、反応の前後で温度と圧力は変わらないものとする。 [] %

① 4.0 ② 6.0 ③ 8.0 ④ 9.0 ⑤ 12 ⑥ 18

17

トウモロコシの発酵により生成したエタノール C₂H₅OH を完全燃焼させたところ、44 g の二酸化炭素が生成した。このとき燃焼したエタノールの質量は何 g か。最も適当な数値を、次の ①～⑥のうちから一つ選べ。(H=1.0, C=12, O=16) [] g

① 22 ② 23 ③ 32
④ 44 ⑤ 46 ⑥ 64

18

CuSO₄・nH₂O の化学式で表される硫酸銅(Ⅱ)の水和水(結晶水)の数 n を決めるために、次の実験を行った。この硫酸銅(Ⅱ) 1.78 g を水に溶かし、塩化バリウム水溶液を十分に加えたところ 2.33 g の沈殿が得られた。n の値として最も適当な数値を、次の ①～⑥のうちから一つ選べ。H=1.0, O=16, S=32, Cu=64, Ba=137 []

① 1 ② 2 ③ 3
④ 4 ⑤ 5

19

次の水 A・B を 1.0 g ずつはかり取り、それぞれ過剰のカルシウムの単体と完全に反応させた。この反応に関する下の記述 a～c について、正誤の組合せとして正しいものを、下の ①～⑥のうちから一つ選べ。 []

- A 相対質量が 1.0 の ¹H と、相対質量が 16 の ¹⁶O からなる水 (¹H₂¹⁶O)
- B 相対質量が 2.0 の ²H と、相対質量が 16 の ¹⁶O からなる水 (²H₂¹⁶O)
- a A と反応したカルシウムと、B と反応したカルシウムの質量比は 9 : 10 である。
- b A から発生した水素 (¹H₂) の質量と、B から発生した水素 (²H₂) の質量は等しい。
- c A から発生した水素 (¹H₂) と、B から発生した水素 (²H₂) の体積比は、同温・同圧のもとで 10 : 9 である。

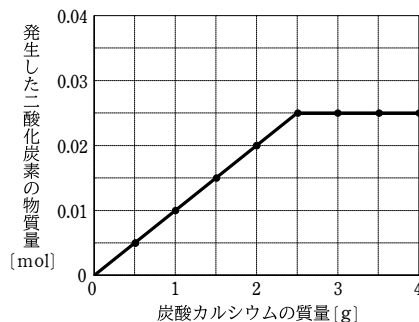
	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

20

濃度が不明の塩酸 25 mL と炭酸カルシウム CaCO₃ が反応して二酸化炭素を発生した。この反応は次の化学反応式で表される。

$$\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$$

炭酸カルシウムの質量と発生した二酸化炭素の物質量の関係は図のようになった。反応に用いた塩酸の濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、下の ①～⑥のうちから一つ選べ。(H=1.0, C=12, O=16, Cl=35.5, Ca=40) [] mol/L



- ① 0.20 ② 0.50 ③ 1.0
④ 2.0 ⑤ 10 ⑥ 20

21

- 次の ①～⑤ の反応のうち、中和反応はどれか。最も適当なものを一つ選べ。 []
- ① SO₂ + 2H₂S → 3S + 2H₂O
- ② 3Cu + 8HNO₃ → 3Cu(NO₃)₂ + 2NO + 4H₂O
- ③ 2Al(OH)₃ + 3H₂SO₄ → Al₂(SO₄)₃ + 6H₂O
- ④ MnO₂ + 4HCl → MnCl₂ + Cl₂ + 2H₂O
- ⑤ CH₃COOH + 2O₂ → 2CO₂ + 2H₂O

22

ある物質の水溶液をホールビペットではかり取り、メスフラスコに移して、定められた濃度に純水で希釈したい。

a ホールビペットの図として正しいものを選べ。 []

b このとき行う操作 I・II として最も適当なものをそれぞれ選べ。 []

操作 I []

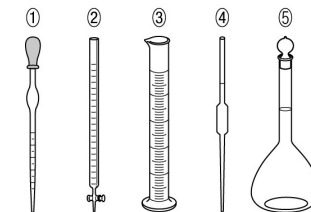
A ホールビペットは、洗浄後、内部を純水ですすぎそのまま用いる。

B ホールビペットは、洗浄後、内部をはかり取る水溶液ですすぎそのまま用いる。 []

操作 II []

C 純水は、液面の上端がメスフラスコの標線に達するまで加える。

D 純水は、液面の底面がメスフラスコの標線に達するまで加える。



23

水酸化バリウム 17.1 g を純水に溶かし、1.00 L の水溶液とした。この水溶液を用いて、濃度未知の酢酸水溶液 10.0 mL の中和滴定を行ったところ、過不足なく中和するのに 15.0 mL を要した。この酢酸水溶液の濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、次の ①～⑥のうちから一つ選べ。H=1.0, O=16, Ba=137 [] mol/L

① 0.0300 ② 0.0750 ③ 0.150 ④ 0.167 ⑤ 0.300 ⑥ 0.333

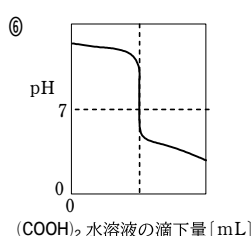
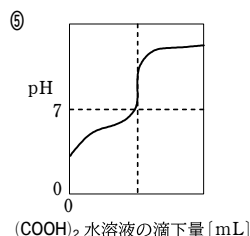
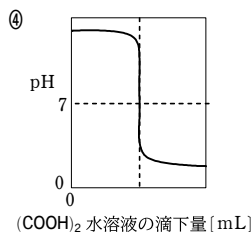
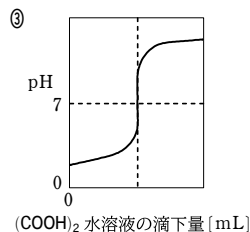
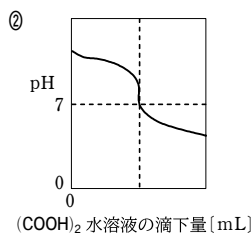
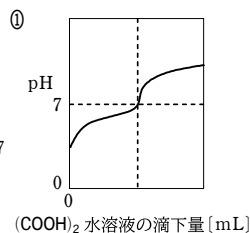
24

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に次の実験を行った。下の問い(a・b)に答えよ。(H=1.0, C=12, O=16, Na=23)

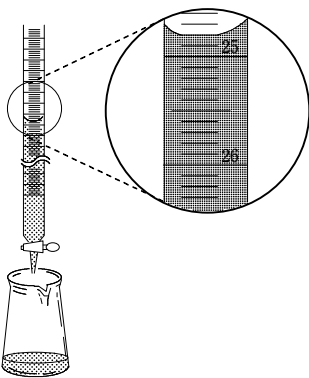
実験 6.30 g のシュウ酸二水和物 (COOH)₂・2H₂O を正確にはかり取り、これを水に溶かして 1000 mL にした。この水溶液をビュレットに入れ、コニカルビーカーに入れた 20.0 mL の水酸化ナトリウム水溶液を滴定した。

a 滴定中の pH の変化を表すグラフとして最も適当なものを、次の ①～⑥のうちから一つ選べ。 []

化学の総復習（センター試験問題より）



b 滴定を開始したときのビュレットの読みは、8.80 mL であり、中和点でのビュレットの液面の高さは図のようになった。水酸化ナトリウム水溶液の濃度として、最も適当な数値を、下の ①～⑥ のうちから一つ選べ。ただし、ビュレットの数値の単位は mL である。 [] mol/L



- ① 0.0350 ② 0.0400 ③ 0.0410
④ 0.0700 ⑤ 0.0800 ⑥ 0.0820

25

次に示す化合物群のいずれかを用いて調製された 0.01 mol/L 水溶液 A～C がある。各水溶液 100 mL ずつを別々のビーカーにとり、指示薬としてフェノールフタレインを加え、0.1 mol/L 塩酸または 0.1 mol/L NaOH 水溶液で中和滴定を試みた。次に指示薬をメチルオレンジに変えて同じ実験を行った。それぞれの実験により、下の表 1 の結果を得た。水溶液 A～C に入っていた化合物の組合せとして最も適当なものを、下の ①～⑧ のうちから一つ選べ。 []

化合物群：NH₃ KOH Ca(OH)₂ CH₃COOH HNO₃

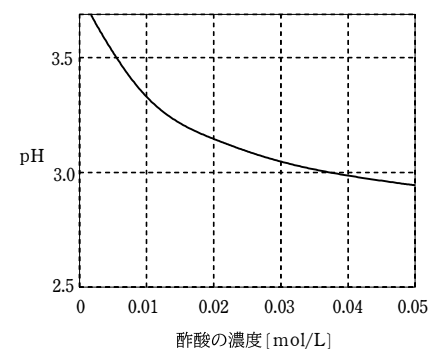
表 1

水溶液	フェノールフタレインを用いたときの色の变化	メチルオレンジを用いたときの色の变化	中和に要した液量 [mL]
A	赤から無色に、徐々に変化した	黄から赤に、急激に変化した	10
B	赤から無色に、急激に変化した	黄から赤に、急激に変化した	20
C	無色から赤に、急激に変化した	赤から黄に、徐々に変化した	10

	A に入っていた化合物	B に入っていた化合物	C に入っていた化合物
①	KOH	Ca(OH) ₂	CH ₃ COOH
②	KOH	Ca(OH) ₂	HNO ₃
③	KOH	NH ₃	CH ₃ COOH
④	KOH	NH ₃	HNO ₃
⑤	NH ₃	Ca(OH) ₂	CH ₃ COOH
⑥	NH ₃	Ca(OH) ₂	HNO ₃
⑦	NH ₃	KOH	CH ₃ COOH
⑧	NH ₃	KOH	HNO ₃

26

酢酸水溶液中の酢酸の濃度と pH の関係を調べたところ、図のようになった。0.038 mol/L の水溶液中の酢酸の電離度として最も適当な数値を、下の ①～⑥ のうちから一つ選べ。 []



- ① 0.0010 ② 0.0026 ③ 0.0038 ④ 0.010 ⑤ 0.026 ⑥ 0.038

27

0.0500 mol/L の硫酸 1000 mL に、アンモニアを吸収させた。このとき、溶液の体積は変わらなかったものとする。この溶液を 10.0 mL はかり取り、0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、中和するのに 4.00 mL を要した。吸収されたアンモニアの体積は 0℃、1.013×10⁵ Pa で何 L か。最も適当な数値を、次の ①～⑥ のうちから一つ選べ。 [] L

① 0.134 ② 0.224 ③ 0.448 ④ 1.34 ⑤ 2.24 ⑥ 4.48

28

次の塩ア～カには、下の記述 (a・b) に当てはまる塩が二つずつある。その塩の組合せとして最も適当なものを、下の ①～⑧ のうちから一つずつ選べ。

ア CH₃COONa イ KCl ウ Na₂CO₃
エ NH₄Cl オ CaCl₂ カ (NH₄)₂SO₄

a 水に溶かしたとき、水溶液が酸性を示すもの []
b 水に溶かしたとき、水溶液が塩基性を示すもの []

① アとウ ② アとオ ③ イとウ ④ イとエ
⑤ ウとカ ⑥ エとオ ⑦ エとカ ⑧ オとカ

29

強塩基の水溶液と反応して塩をつくる酸化物として適当なものを、次の ①～⑥ のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 [], []

① Na₂O ② MgO ③ P₄O₁₀ ④ CaO ⑤ ZnO

30

同じモル濃度の水溶液 A と B を、体積比 1:1 で混合したとき、水溶液が酸性を示した。A と B の組合せとして正しいものを、次の ①～⑥ のうちから一つ選べ。 []

化学の総復習（センター試験問題より）

	A	B
①	希塩酸	アンモニア水
②	希塩酸	水酸化ナトリウム水溶液
③	希塩酸	水酸化バリウム水溶液
④	希硫酸	水酸化カルシウム水溶液
⑤	酢酸水溶液	水酸化カリウム水溶液

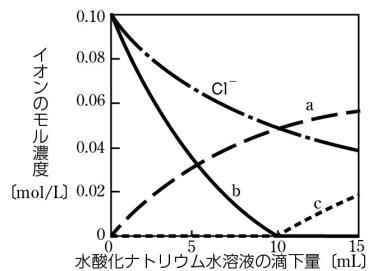
31

0.036 mol/Lの酢酸水溶液のpHは3.0であった。次の問い(a・b)に答えよ。

- a この酢酸水溶液 10.0 mL を、水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定したところ、18.0 mL を要した。用いた水酸化ナトリウム水溶液の濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、次の ①～⑤ のうちから一つ選べ。 [] mol/L
 ① 0.010 ② 0.020 ③ 0.040 ④ 0.065 ⑤ 0.130
- b この酢酸水溶液中の酢酸の電離度として最も適当な数値を、次の ①～⑤ のうちから一つ選べ。 []
 ① 1.0×10^{-6} ② 1.0×10^{-3} ③ 2.8×10^{-2} ④ 3.6×10^{-2}
 ⑤ 3.6×10^{-1}

32

0.10 mol/Lの塩酸 10 mL に 0.10 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を滴下すると、この混合水溶液中に存在する各イオンのモル濃度はそれぞれ図のように変化する。曲線 a～c は H^+ 、 Na^+ 、 OH^- のどのイオンのモル濃度の変化を示しているか。最も適当な組合せを、下の ①～⑥ のうちから一つ選べ。 []



	曲線 a	曲線 b	曲線 c
①	Na^+	H^+	OH^-
②	Na^+	OH^-	H^+
③	OH^-	H^+	Na^+
④	OH^-	Na^+	H^+
⑤	H^+	Na^+	OH^-
⑥	H^+	OH^-	Na^+

33

二酸化炭素と酸素の混合気体がある。この混合気体中の二酸化炭素の量を求めるために、次の実験を行った。

この混合気体を、 1.00×10^{-2} mol/Lの $Ba(OH)_2$ 水溶液 1.00 Lに通じて完全に反応させた。生じた $BaCO_3$ の沈殿を取り除き、残った $Ba(OH)_2$ 水溶液から 100 mL をとり、

1.00×10^{-2} mol/Lの硫酸で中和したところ、20.0 mL 必要であった。

この混合気体に含まれていた二酸化炭素は、標準状態で何 mL か。最も適当な数値を、次の ①～⑤ のうちから一つ選べ。 [] mL

- ① 45 ② 90 ③ 180
 ④ 360 ⑤ 720

化学の総復習（センター試験問題より）

1

解答 ⑤

解説 同じ元素からなる単体で、性質が異なるものどうしを互いに同素体であるという。

- ① 正しい。炭素 C の単体には、ダイヤモンドや黒鉛(グラファイト)、フラーレン、カーボンナノチューブなどがあり、これらは互いに同素体である。
- ② 正しい。炭素の同素体の一つである黒鉛(グラファイト)は電気を通す。
- ③ 正しい。リン P の単体には、黄リンや赤リンがあり、これらは互いに同素体である。
- ④ 正しい。硫黄 S の単体には、斜方硫黄や単斜硫黄、ゴム状硫黄があり、これらは互いに同素体である。このうち、ゴム状硫黄はゴムに似た弾性をもつ。
- ⑤ 誤り。酸素 O の単体には、酸素 O₂ とオゾン O₃ があり、これらは互いに同素体である。よって、誤りを含むものは、⑤。

2

解答 ②

解説 原子番号 (= 陽子の数) A や質量数 (= 陽子の数 + 中性子の数) B を含めて原子の種類を表すときは、 A_ZX のように元素記号の左下に原子番号、左上に質量数を書く。この原子の中性子の数は、(中性子の数) = (質量数) - (陽子の数) = B - A と表すことができる。原子番号 20 までの元素は、順に元素記号とともに覚えておきたい。

- ① Ar の原子番号は 18 であり、この原子は ${}^{38}_{18}\text{Ar}$ と書ける。したがって、この原子の中性子の数は、38 - 18 = 20。
- ② この原子は ${}^{40}_{18}\text{Ar}$ と書ける。したがって、この原子の中性子の数は、40 - 18 = 22。
- ③ Ca の原子番号は 20 であり、この原子は ${}^{40}_{20}\text{Ca}$ と書ける。したがって、この原子の中性子の数は、40 - 20 = 20。
- ④ Cl の原子番号は 17 であり、この原子は ${}^{37}_{17}\text{Cl}$ と書ける。したがって、この原子の中性子の数は、37 - 17 = 20。
- ⑤ K の原子番号は 19 であり、この原子は ${}^{39}_{19}\text{K}$ と書ける。したがって、この原子の中性子の数は、39 - 19 = 20。
- ⑥ この原子は ${}^{40}_{19}\text{K}$ と書ける。したがって、この原子の中性子の数は、40 - 19 = 21。よって、中性子の数が最も多い原子は、②。

3

解答 ③

解説 各分子は、次の構造式で表される。

- ① N≡N ② O=O ③ H-O-H
- ④ O=C=O ⑤ H-C≡C-H
- ⑥ $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{C} \\ | \\ \text{H} \end{array} = \begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{C} \\ | \\ \text{H} \end{array}$

- ① N₂ は、三重結合のみからなる分子である。
- ② O₂ は、二重結合のみからなる分子である。
- ③ H₂O は、単結合のみからなる分子である。
- ④ CO₂ は、二重結合のみからなる分子である。

⑥ C₂H₂(アセチレン)は、単結合と三重結合からなる分子である。

⑥ C₂H₄(エチレン)は、単結合と二重結合からなる分子である。

よって、単結合のみからなる分子は、③。

4

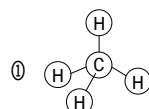
解答 a ① b ②

解説 a 粒子が規則正しく配列している固体を結晶という。陽イオンと陰イオンの結合をイオン結合といい、イオン結合でできている結晶をイオン結晶という。また、多数の非金属元素の原子が、次々に共有結合した構造からなる結晶を共有結合の結晶という。

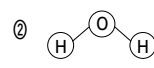
- ① 二酸化ケイ素 SiO₂ の結晶は、ケイ素原子 Si と酸素原子 O の結合 Si-O が立体的にくり返された、共有結合の結晶である。
- ② 硝酸ナトリウム NaNO₃ の結晶は、多数の Na⁺ と NO₃⁻ が規則正しく配列しているイオン結晶である。
- ③ 塩化銀 AgCl の結晶は、多数の Ag⁺ と Cl⁻ が規則正しく配列しているイオン結晶である。
- ④ 硫酸アンモニウム (NH₄)₂SO₄ の結晶は、多数の NH₄⁺ と SO₄²⁻ が規則正しく配列しているイオン結晶である。
- ⑤ 酸化カルシウム CaO の結晶は、多数の Ca²⁺ と O²⁻ が規則正しく配列しているイオン結晶である。
- ⑥ 炭酸カルシウム CaCO₃ の結晶は、多数の Ca²⁺ と CO₃²⁻ が規則正しく配列しているイオン結晶である。

よって、結晶がイオン結晶でないものは、①。

b 各分子の形は、次のとおりである。



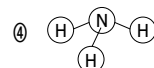
正四面体形



折れ線形



直線形



三角すい形

- ① メタン CH₄ は、正四面体形の分子である。
- ② 水 H₂O は、折れ線形の分子である。
- ③ 二酸化炭素 CO₂ は、直線形の分子である。
- ④ アンモニア NH₃ は、三角すい形の分子である。

よって、分子が直線形であるものは、③。

5

解答 ③

解説 ① 正しい。気体の状態よりも液体の状態のほうが分子間距離はかなり短い。したがって、気体が液体になると、体積が急激に小さくなる。

② 正しい。物質を構成する粒子(分子)は、その状態(固体・液体・気体)にかかわら

ず、常に運動している。このような粒子の運動を熱運動という。

- ③ 誤り。沸点は、液体の蒸気圧が大気圧(外圧)と等しくなる温度である。大気圧が大きくなれば沸点は高くなり、逆に、大気圧が小さくなれば沸点は低くなる。
- ④ 正しい。固体を加熱したときに、液体を経ないで直接気体になる変化を昇華という。ヨウ素やドライアイス(固体の二酸化炭素)やナフタレンは昇華しやすい。
- ⑤ 正しい。一般に、液体が気体になる変化を蒸発という。一方、温度が沸点に達して、液体の内部からも気体が発生する現象を沸騰という。蒸発は沸点より低い温度でも起こる。

よって、誤りを含むものは、③。

6

解答 ⑤

解説 ① 正しい。原子の最外電子殻から 1 個の電子を取りさって、一価の陽イオンにするのに必要なエネルギーをイオン化エネルギー(第一イオン化エネルギー)という。イオン化エネルギーが小さい原子は、陽イオンになりやすい。

② 正しい。原子が最外電子殻に 1 個の電子を受け取って、一価の陰イオンになるときに放出されるエネルギーを電子親和力という。電子親和力が大きい原子は、陰イオンになりやすい。

③ 正しい。17 族元素の原子は、同一周期の他の元素の原子と比較して、電子親和力が大きく、陰イオンになりやすい。

④ 正しい。イオン化エネルギー(第一イオン化エネルギー)の大きさは、同一周期では 18 族元素が最大である。

⑤ 誤り。2 族元素の原子は 2 個の電子を放出して二価の陽イオンになる。このとき、一つ前の周期の希(貴)ガスと同じ電子配置となる。

よって、誤りを含むものは、⑤。

7

解答 ⑤

解説 ① 正しい。電気陰性度が異なる原子が共有結合し、その原子間に電荷のかたよりのあるとき、結合に極性があるという。2 個の原子からなる分子(二原子分子)では、共有結合に極性があれば極性分子、極性がなければ無極性分子となる。3 個以上の原子からなる分子の極性は、分子の形の影響を受ける。共有結合に極性がある場合でも、直線形の二酸化炭素分子 CO₂ や正四面体形のメタン分子 CH₄ は、分子全体としては互いに極性を打ち消しあうため、無極性分子となる。一方で、折れ線形の水分子 H₂O は、分子全体として極性が打ち消されず、極性分子となる。

② 正しい。電荷をもつ粒子の間には、電荷の符号が異なれば引きあう力がはたらく、同じであれば反発しあう力がはたらく。この力を静電気力(クーロン力)という。

③ 正しい。金属結晶では、自由電子が結晶全体を移動できるため、互いに結合する原子の位置(方向)が多少ずれても結合は切れない。そのため、金属は展性(たたくと薄く広がる性質)や延性(引っ張ると長く延びる性質)を示す。

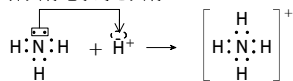
④ 正しい。

⑤ 誤り。2 つの原子間で不対電子を出しあって電子対をつくり、それを共有することによって形成される結合が共有結合である。また、一方の原子の非共有電子対を他の原子と共有することで形成される共有結合を配位結合という。配位結合は、共有結合とできる仕組みが異なるが、他の共有結合と性質はまったく同じであるた

化学の総復習（センター試験問題より）

め、できてしまえば区別できない。アンモニウムイオン NH_4^+ 中に形成される配位結合も同様である。

非共有電子対を共有



アンモニア アンモニウムイオン

よって、誤りを含むものは、⑤。

8

解答 ①

解説 ① 正しい。

② 誤り。これは分留の説明である。

③ 誤り。これはろ過の説明である。

④ 誤り。これは再結晶の説明である。

⑤ 誤り。これは昇華法(昇華)の説明である。

よって、下線部が正しいものは、①。

9

解答 ①

解説 アボガドロ定数を N_A [/mol] とすると、それぞれの原子や電子、イオンの数は次のようになる。

① 標準状態のアンモニア NH_3 22.4 L に含まれる水素原子の数は、

$$\frac{22.4 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} \times 3 \times N_A \text{ [/mol]} = 3N_A$$

② メタノール CH_3OH 1 mol に含まれる酸素原子の数は、

$$1 \text{ mol} \times 1 \times N_A \text{ [/mol]} = N_A$$

③ He 原子 1 個に電子は 2 個含まれる。単原子分子である He 1 mol に含まれる電子の数は、

$$1 \text{ mol} \times 2 \times N_A \text{ [/mol]} = 2N_A$$

④ 1 mol/L の塩化カルシウム CaCl_2 水溶液 1 L 中に含まれる塩化物イオン Cl^- の数は、

$$1 \text{ mol/L} \times 1 \text{ L} \times 2 \times N_A \text{ [/mol]} = 2N_A$$

⑤ 黒鉛(グラファイト) 12 g に含まれる炭素原子 C (原子量 12) の数は、

$$\frac{12 \text{ g}}{12 \text{ g/mol}} \times N_A \text{ [/mol]} = N_A$$

よって、下線部の数値が最も大きいものは、①。

10

解答 ①

解説 ① 誤り。0℃, $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ において、4 L の水素 H_2 (分子量 2.0) の質量は、

$$\frac{4 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} \times 2.0 \text{ g/mol} = \frac{8}{22.4} \text{ g}$$

同じ条件下で 1 L のヘリウム He (分子量 4.0) の質量は、

$$\frac{1 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} \times 4.0 \text{ g/mol} = \frac{4}{22.4} \text{ g}$$

よって、4 L の水素の方が重い。

② 正しい。メタンの分子式は CH_4 で、メタン 1 分子には、4 個の H 原子が含まれる。

$$16 \text{ g のメタン (分子量 16) の物質量は、} \frac{16 \text{ g}}{16 \text{ g/mol}} = 1.0 \text{ mol}$$

で、この中に含まれる H 原子の物質量は、 $1.0 \text{ mol} \times 4 = 4.0 \text{ mol}$ 。

③ 正しい。質量パーセント濃度は、

$$\frac{\text{溶質の質量 [g]}}{\text{溶液の質量 [g]}} \times 100 = \frac{\text{溶質の質量 [g]}}{\text{溶質の質量 [g] + 溶媒の質量 [g]}} \times 100$$

$$\text{で表される。この溶液の質量パーセント濃度は、} \frac{25}{25 + 100} \times 100 = 20 \text{ (\%)}。$$

④ 正しい。水酸化ナトリウム NaOH (式量 40) 4.0 g の物質量は、

$$\frac{4.0 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = 0.10 \text{ mol}$$

である。これを水に溶かして、体積を 100 mL (=0.100 L) にしたときの、水溶液のモル濃度

$$\text{は、} \frac{0.10 \text{ mol}}{0.100 \text{ L}} = 1.0 \text{ mol/L}。$$

よって、誤りを含むものは、①。

11

解答 ⑤

解説 原子量は原子の相対質量から求めたもので単位はないが、1 mol 当たりの質量 [g] がわかれば、それが原子量に相当する値となる (モル質量)。

$$\text{金属 M の物質量} = \frac{8.3 \times 10^{22}}{6.0 \times 10^{23} / \text{mol}} = \frac{8.3}{60} \text{ mol}$$

$$\text{金属のモル質量} = \frac{\text{金属 M の質量}}{\text{金属 M の物質量}} = \frac{7.2 \text{ g/cm}^3 \times 1.0 \text{ cm}^3}{\frac{8.3}{60} \text{ mol}} \approx 52 \text{ g/mol}$$

よって、求める原子量は 52 であり、⑤となる。

12

解答 ②

解説 モル質量 M [g/mol] の物質 A w [g] に含まれる分子の数は、 $N_A \times \frac{w}{M}$ (個) である。この数の分子 (断面積 s [cm²]) がすき間なく並び、一層の膜 (単分子膜) を形成した結果、膜の全体の面積が X [cm²] になっているので、次の式が成り立つ。

$$s \times \left(N_A \times \frac{w}{M} \right) = X$$

$$\text{よって、} s = \frac{XM}{wN_A}$$

したがって、分子 1 個の断面積を示す式として正しいものは、②。

13

解答 ①

解説 ① 正しい。(COOH)₂·2H₂O の分子量は 126 である。したがって、12.6 g の

$$\text{(COOH)}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \text{ に含まれる (COOH)}_2 \text{ の物質量は、} \frac{12.6}{126} = 0.100 \text{ (mol)}$$

よって、12.6 g の (COOH)₂·2H₂O を水に溶かして 1.00 L としたシュウ酸水溶液のモル濃度

$$\text{は、} \frac{0.100}{1.00} = 0.100 \text{ (mol/L)}$$

② 誤り。1.00 mol/L の塩酸を水で希釈して 0.100 mol/L の塩酸をつくるためには、体積を 10 倍に希釈する。元の溶液と希釈した溶液の密度は同じではないので、質量を 10 倍にしても、モル濃度は正確に $\frac{1}{10}$ にはならない。

③ 誤り。硫酸は二価の強酸であり、 $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ のようにほぼ完全に電離する。したがって、0.100 mol/L の硫酸を (体積で) 10 倍に希釈すると、その溶液の水素イオン濃度は、 $[\text{H}^+] = [\text{H}_2\text{SO}_4] \times 2 = 0.0100 \text{ mol/L} \times 2 = 2.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ になり、 $\text{pH} < 2.0$ となる。

④ 誤り。質量パーセント濃度 10.0 % の水酸化ナトリウム水溶液をつくるためには、100 g の水酸化ナトリウムに 900 g の水を加えればよい (水溶液の体積は 1.00 L ではない)。100 g の水酸化ナトリウムを水に溶かして 1.00 L とした水溶液の質量パーセント濃度は、正確に 10.0 % ではない (計算するには密度が必要である)。

よって、正しいものは、①。

14

解答 ⑤

解説 純水で希釈しても、溶液である塩酸中に含まれている塩化水素 HCl (分子量 36.5) の物質量は変わらない。10.0 mL = 10.0 cm³ であるから、HCl の物質量は

$$\frac{1.14 \text{ g/cm}^3 \times 10.0 \text{ cm}^3 \times \frac{32.0}{100}}{36.5 \text{ g/mol}} = 0.09994 \dots \text{ mol} \approx 0.100 \text{ mol}$$

この HCl が 500 mL の溶液中に含まれているから、

$$\frac{0.100 \text{ mol}}{\frac{500}{1000} \text{ L}} \approx 0.200 \text{ mol/L}$$

15

解答 ④

解説 発生させる気体 N_2 44.8 L の物質量は $\frac{44.8 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} = 2.00 \text{ mol}$ であり、これを

得るのに必要な NaN_3 (式量 65) の質量は、

$$2.00 \text{ mol} \times \frac{2}{3} \times 65 \text{ g/mol} = \frac{260}{3} \text{ g}$$

必要な CuO (式量 80) の質量は、

$$2.00 \text{ mol} \times \frac{1}{3} \times 80 \text{ g/mol} = \frac{160}{3} \text{ g}$$

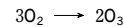
$$\text{したがって、その合計は} \frac{260}{3} \text{ g} + \frac{160}{3} \text{ g} = \frac{420}{3} \text{ g} = 140 \text{ g}$$

よって、最も適当な数値は、④。

16

解答 ⑤

解説 オゾン O_3 は特異臭をもつ淡青色の酸化作用をもつ気体である。酸素 O_2 中で無声放電 (音の発生しない放電) を行ったり、紫外線を当てたりすると、オゾン O_3 が生成する。



オゾンに変化した酸素の体積を V [mL] とすると、



放電前 150.0 0 [mL]

化学の総復習（センター試験問題より）

反応量	$-V$	$+\frac{2}{3}V$ [mL]	
放電後	$150.0 - V$	$\frac{2}{3}V$ [mL]	
放電後の総体積は 144.0 mL あるので、			
	$(150.0 - V) + \frac{2}{3}V = 144.0$	$V = 18.0$ mL	
よって、 $\frac{18 \text{ mL}}{150 \text{ mL}} \times 100 = 12\% \text{ ㉔}$			

17

解答 ㉔

解説 エタノール $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ を完全燃焼させたときの化学反応式は、次のように書ける。
 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$
 化学反応式の係数の比から、燃焼した $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ と生成した CO_2 の物質量の比は、1 : 2 である。生成した CO_2 (分子量 44) 44 g の物質量は、 $\frac{44 \text{ g}}{44 \text{ g/mol}} = 1.0 \text{ mol}$ であることから、燃焼した $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ の物質量は、 $1.0 \text{ mol} \times \frac{1}{2} = 0.50 \text{ mol}$ である。 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ の分子量 46 より、0.50 mol の質量は、 $46 \text{ g/mol} \times 0.50 \text{ mol} = 23 \text{ g}$ である。よって、最も適当な数値は、㉔。

18

解答 ㉑

解説 次の反応によって生じる沈殿は、硫酸バリウム BaSO_4 (式量 233) である。
 $\text{CuSO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{CuCl}_2 + \text{BaSO}_4 \downarrow$
 硫酸銅(Ⅱ) $\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ の式量は、 $64 + 96 + 18n = 160 + 18n$ であるから、 $\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 1.78 g の物質量は、 $\frac{1.78}{160 + 18n} \text{ mol}$ であり、これは生じた硫酸バリウムの物質量と等しい。したがって、
 $\frac{1.78}{160 + 18n} = \frac{2.33}{233}$
 よって、 $178 = 160 + 18n$ から、 $n = 1 \text{ ㉑}$

19

解答 ㉑

解説 水とカルシウムの反応の化学反応式は
 $\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + 2\text{H}_2$
 カルシウムと反応した 1.0 g の水 A および水 B の物質量は、次式になる。
 水 A : 分子量は $1.0 \text{ g} \times 2 + 16 = 18 \dots\dots$ A 1.0 g の物質量は $\frac{1.0}{18} \text{ mol}$
 水 B : 分子量は $2.0 \text{ g} \times 2 + 16 = 20 \dots\dots$ B 1.0 g の物質量は $\frac{1.0}{20} \text{ mol}$
 A $\frac{1.0}{18} \text{ mol}$ と反応したカルシウムは、 $\frac{1}{2} \times \frac{1.0}{18} \text{ mol} \dots\dots$ (i)
 B $\frac{1.0}{20} \text{ mol}$ と反応したカルシウムは、 $\frac{1}{2} \times \frac{1.0}{20} \text{ mol} \dots\dots$ (ii)
 a 質量の比は A : B = (i) \times 40 : (ii) \times 40 であるから、
 $A : B = 20 : 18 = 10 : 9$
 したがって、㉑ は誤りである。

b 反応式から、発生する水素の物質量 = 水の物質量。発生する水素の質量は
 A $2.0 \text{ g/mol} \times \frac{1.0}{18} \text{ mol}$ B $4.0 \text{ g/mol} \times \frac{1.0}{20} \text{ mol}$
 上記のように、A, B で異なるから、㉑ は誤りである。
 c 体積比 = 物質量の比 であるから、発生した水素の体積比は
 A $\frac{1.0}{18} \text{ mol} : \text{B} \frac{1.0}{20} \text{ mol} = 20 : 18 = 10 : 9$
 上記のように、10 : 9 となるので、㉑ は正しい。
 以上から、解答は 誤 - 誤 - 正 の組合せである ㉑ になる。

20

解答 ㉑

解説 図より、25 mL の塩酸に 2.5 g 以上の CaCO_3 を反応させても、 CO_2 の発生量が変化しない。このことから、25 mL の塩酸に 2.5 g の CaCO_3 を反応させたときに HCl と CaCO_3 が過不足なく反応することがわかる。
 さらにそのとき、0.025 mol の CO_2 が発生しており、化学反応式の係数の比より、この塩酸 25 mL (= 0.025 L) には、 $0.025 \text{ mol} \times 2 = 0.050 \text{ mol}$ の HCl が含まれていたことがわかる。
 よって、反応に用いた塩酸の濃度は、 $\frac{0.050 \text{ mol}}{0.025 \text{ L}} = 2.0 \text{ mol/L}$ である。したがって、最も適当な数値は、㉑。

21

解答 ㉓

解説 中和反応とは、酸の H^+ と塩基の OH^- が反応して水となり、酸と塩基の性質が打ち消される反応である。よって、反応物が酸と塩基であるものを選べばよい。
 ㉑ 中和反応ではない。 SO_2 が酸化剤、 H_2S が還元剤としてはたらく酸化還元反応である。
 ㉒ 中和反応ではない。Cu が還元剤、 HNO_3 が酸化剤としてはたらく酸化還元反応である。
 ㉓ 中和反応である。 H_2SO_4 が酸、 Al(OH)_3 が塩基としてはたらく、水と $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ の塩が生成する中和反応である。
 ㉔ 中和反応ではない。 MnO_2 が酸化剤、HCl が還元剤としてはたらく酸化還元反応である。
 ㉕ 中和反応ではない。酢酸 CH_3COOH の燃焼を示しており、 CH_3COOH が還元剤、 O_2 が酸化剤としてはたらく酸化還元反応である。
 よって、中和反応であるものは、㉓。

22

解答 a ㉑ b 操作 I : B 操作 II : D

解説 a ホールビベットは、一定体積の溶液を正確にはかり取るために用いる。上部に 1 本の目盛り線 (標線) が引かれている。
 b 洗浄後、ホールビベットの内部が水でぬれていると、はかり取った溶液の濃度が薄くなる。これを防ぐために、水などでぬれている場合は、はかり取る溶液ですすぎ (共洗い)、そのまま用いる。
 また、標線に液面を合わせるときは、湾曲した液面 (メニスカス) の底と標線がそろえるようにする。

23

解答 ㉕

解説 水酸化バリウム Ba(OH)_2 17.1 g を純水に溶かして 1.00 L の水溶液としたとき、この水溶液のモル濃度は、
 $\frac{17.1 \text{ g}}{171 \text{ g/mol}} \div 1.00 \text{ L} = 0.100 \text{ mol/L}$
 酸と塩基が過不足なく中和するときには、酸・塩基の強弱にかかわらず次の関係が成り立つ。
 酸の (価数 \times 濃度 [mol/L]) \times 体積 [L]
 = 塩基の (価数 \times 濃度 [mol/L]) \times 体積 [L]
 酢酸 CH_3COOH は一価の酸、水酸化バリウム Ba(OH)_2 は二価の塩基であるから、酢酸水溶液の濃度を c [mol/L] とすると、
 $1 \times c \text{ mol/L} \times \frac{10.0}{1000} \text{ L} = 2 \times 0.100 \text{ mol/L} \times \frac{15.0}{1000} \text{ L}$
 よって、 $c = 0.300 \text{ mol/L}$

24

解答 a ㉑ b ㉕

解説 シュウ酸と水酸化ナトリウムの中和反応は、次のようになる。
 $(\text{COOH})_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow (\text{COONa})_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 a コニカルピーカーに水酸化ナトリウム水溶液を入れ、シュウ酸水溶液をビュレットに入れて滴下するので、滴下前のコニカルピーカーの水溶液は塩基性であり、pH は 7 より大きくなる。したがって、㉑ ~ ㉕ の滴定曲線において、シュウ酸水溶液の滴下量が 0 mL のとき pH > 7 である。よって、㉒, ㉑, ㉕ のいずれかとなる。
 さらに、強塩基である水酸化ナトリウム水溶液に弱酸であるシュウ酸水溶液を加えているので、中和点は塩基性側にかたよる。
 よって、グラフとして最も適当なものは、㉕。
 b 中和点でのビュレットの液面を読むと 24.80 mL であるので、完全に中和するまで滴下したシュウ酸水溶液の体積は、
 $24.80 - 8.80 = 16.00 \text{ mL}$
 実験より、調製したシュウ酸水溶液の濃度は、
 $\frac{6.30 \text{ g}}{126 \text{ g/mol}} \times \frac{1}{1} \text{ L} = 0.0500 \text{ mol/L}$
 水酸化ナトリウム水溶液の濃度を c [mol/L] とすると、中和反応の量的関係より、
 $2 \times 0.0500 \text{ mol/L} \times \frac{16.00}{1000} \text{ L} = 1 \times c \text{ [mol/L]} \times \frac{20.0}{1000} \text{ L}$
 $c = 0.0800 \text{ mol/L} \text{ ㉕}$

25

解答 ㉕

解説 水溶液 A と B にフェノールフタレインを加えたときに、はじめ赤色だったことから、これらの水溶液には塩基性の物質 (NH_3 , KOH または Ca(OH)_2) が含まれていたことがわかる。
 水溶液 A … 弱塩基に酸を加えていくと、すぐに弱塩基とその塩の水溶液 (緩衝液) となり、pH の変化が緩やかになる。したがって、指示薬としてフェノールフタレインを

化学の総復習（センター試験問題より）

用いて中和滴定を行ったとき、指示薬の色が赤から無色に徐々に変化した水溶液 A には、弱塩基である NH_3 が入っていたことがわかる。

水溶液 B … 水溶液 B の中和滴定に要した塩酸の体積が 20 mL だったことから、水溶液 B には、2 価の塩基である $\text{Ca}(\text{OH})_2$ が入っていたことがわかる。

水溶液 C … 水溶液 C にメチルオレンジを加えたときに、はじめ赤色だったことから、水溶液 C には酸性の物質 (CH_3COOH または HNO_3) が含まれていたことがわかる。

弱酸に塩基を加えていくと、すぐに弱酸とその塩の水溶液（緩衝液）となり、pH の変化が緩やかになる。したがって、指示薬としてメチルオレンジを用いて中和滴定を行ったとき、指示薬の色が赤から黄に徐々に変化した水溶液 C には、弱酸である CH_3COOH が入っていたことがわかる。

よって、水溶液 A～C に入っていた化合物の組合せとして最も適当なものは、㉔。

26

解答 ㉔

解説 水素イオンのモル濃度 $[\text{H}^+]$ は、以下のように表される。

$$[\text{H}^+] = \text{価数} \times \text{酸のモル濃度} [\text{mol/L}] \times \text{電離度} \alpha \quad \cdots \cdots (*)$$

0.038 mol/L の酢酸水溶液の pH はグラフより、3.0 と読み取れる。

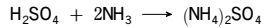
$\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+] = 3.0$ より、 $[\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ となる。酢酸は 1 価の酸なので、これらを (*) 式に代入すると電離度 α が求められる。

$$1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L} = 1 (\text{価}) \times 0.038 \text{ mol/L} \times \alpha \text{ より、} \alpha = 0.0263 \cdots \approx \underline{0.026} \text{ ㉔}$$

27

解答 ㉔

解説 硫酸とアンモニア、硫酸と水酸化ナトリウム水溶液の中和反応は、それぞれ次のようになる。



アンモニアを吸収させた後の硫酸の濃度を c [mol/L] とすると、この水溶液 10.0 mL を中和するのに要した 0.100 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液は 4.00 mL であったので、

$$2 \times c [\text{mol/L}] \times \frac{10.0}{1000} \text{ L} = 1 \times 0.100 \text{ mol/L} \times \frac{4.00}{1000} \text{ L}$$

硫酸に含まれる H^+ の物質質量 水酸化ナトリウムに含まれる OH^- の物質質量

$$c = 0.0200 \text{ mol/L}$$

したがって、アンモニアとの中和に使われた硫酸の物質質量は、 $(0.0500 - 0.0200) \text{ mol/L} \times 1 \text{ L} = 0.0300 \text{ mol}$

よって、吸収されたアンモニアの 0℃、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ における体積を V [L] として、

$$2 \times 0.0300 \text{ mol} = \frac{V [\text{L}]}{22.4 \text{ L/mol}}$$

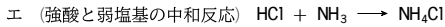
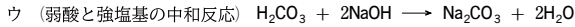
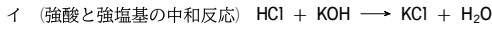
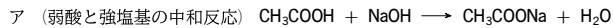
硫酸に含まれる H^+ の物質質量 アンモニアが反応する H^+ の物質質量

$$V = 1.344 \approx \underline{1.34} \text{ ㉔ L}$$

28

解答 a ㉑ b ㉑

解説 ア～カの各塩は、以下の中和反応で生じた塩である。



一般に、正塩 (酸の H および塩基の OH が残っていない塩) を水に溶かしたときの水溶液については、次のことがいえる。

・強酸と弱塩基の中和反応によって生成した塩を水に溶かすと、その水溶液は酸性を示す。→したがって、エ NH_4Cl 、カ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ の水溶液は、酸性を示す。

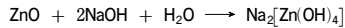
・弱酸と強塩基の中和反応によって生成した塩を水に溶かすと、その水溶液は塩基性を示す。したがって、ア CH_3COONa 、ウ Na_2CO_3 の水溶液は、塩基性を示す。

・強酸と強塩基の中和反応によって生成した塩を水に溶かすと、その水溶液は中性を示す。→したがって、イ KCl 、オ CaCl_2 の水溶液は、中性を示す。

29

解答 ㉑, ㉔

解説 強塩基の水溶液と反応して塩をつくる酸化物は、酸性酸化物と両性酸化物である。酸性酸化物は非金属元素の酸化物である十酸化四リン P_4O_{10} 、両性酸化物は両性元素の酸化物である酸化亜鉛 ZnO が相当する。



テトラヒドロキシド亜鉛 (II) 酸ナトリウム
(テトラヒドロキシ亜鉛 (II) 酸ナトリウム)

〈補足〉

【酸性酸化物】酸としてはたらく酸化物。水と反応して酸を生じ、塩基と反応して塩 (と水) を生じる。非金属元素の酸化物には酸性酸化物が多い。

【塩基性酸化物】塩基としてはたらく酸化物。水と反応して水酸化物 (塩基) を生じ、酸と反応して塩 (と水) を生じる。金属元素の酸化物には塩基性酸化物が多い。

【両性酸化物】酸と塩基の両方のはたらきをする酸化物。酸や強塩基のいずれとも反応して塩 (と水) を生じる。両性元素 (Al, Zn, Sn, Pb) の酸化物は両性酸化物である。

30

解答 ㉑

解説 ㉑ 希塩酸は 1 価の強酸、アンモニア水は 1 価の弱塩基である。同じ濃度、同じ体積で混合すると過不足なく中和される。その結果、塩化アンモニウム水溶液になっている。この溶液は弱塩基と強酸の塩の水溶液であり、弱酸性を示す。

㉒ 希塩酸は 1 価の強酸、水酸化ナトリウムは 1 価の強塩基である。同じ濃度、同じ体積で混合すると過不足なく中和される。その結果、塩化ナトリウム水溶液になっている。この溶液は強酸と強塩基の塩の水溶液であり、中性を示す。

㉓ 希塩酸は 1 価の強酸、水酸化バリウムは 2 価の強塩基である。同じ濃度、同じ体積で混合すると、2 価の水酸化バリウムが余る。その結果、塩化バリウム水溶液と水酸化バリウム水溶液の混合液になっている。塩化バリウム溶液は強酸と強塩基の塩の水溶液である。これに加えて水酸化バリウムが余剰であるのでこの溶液は塩基性を示す。

㉔ 希硫酸は 2 価の強酸、水酸化カルシウムは 2 価の強塩基である。同じ濃度、同じ体積で混合すると過不足なく中和される。その結果、硫酸カルシウム水溶液

になっている。この溶液は強酸と強塩基の塩の水溶液であり、中性を示す。なお、硫酸カルシウムはほとんど水に溶けないため、大部分が不溶性の沈殿となる。

㉕ 酢酸は 1 価の弱酸、水酸化カリウムは 1 価の強塩基である。同じ濃度、同じ体積で混合すると過不足なく中和される。その結果、酢酸カリウム水溶液になっている。この溶液は弱酸と強塩基の塩の水溶液であり、弱塩基性を示す。

31

解答 a ㉑ b ㉑

解説 a 求める水酸化ナトリウム水溶液の濃度を x [mol/L] とすると、中和の

$$\text{公式 } a \times c \times \frac{v}{1000} = b \times c' \times \frac{v'}{1000} \text{ より}$$

$$1 (\text{価}) \times 0.036 \text{ mol/L} \times \frac{10.0}{1000} = 1 (\text{価}) \times x [\text{mol/L}] \times \frac{10.0}{1000} \text{ L}$$

$$x = 0.020 \text{ mol/L} \text{ よって、解答は ㉑ となる。}$$

b pH=3 より、0.036 mol/L の酢酸水溶液の $[\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ である。

酢酸水溶液中の酢酸の電離度を α とすると、

$$[\text{H}^+] = 0.036 \text{ mol/L} \times \alpha = 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$\alpha = \frac{1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}}{0.036 \text{ mol/L}} = 0.0277 \approx 2.8 \times 10^{-2}$$

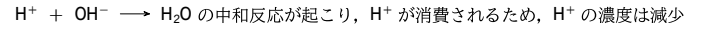
よって、解答は ㉑ となる。

32

解答 ㉑

解説 これは、酸の水溶液 (塩酸) に塩基の水溶液 (水酸化ナトリウム水溶液) を滴下していく実験である。

水酸化ナトリウム水溶液の滴下をはじめてからしばらくの間は、



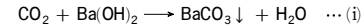
していく (曲線 b)。また同時に、滴下した OH^- も中和反応で消費されるため、はじめのうちの濃度は上昇しない。しかし、中和点 (滴下量 10 mL) をこえると、しだいに OH^- の濃度が上昇する (曲線 c)。一方で、 Na^+ は、中和反応に関与しないため、水酸化ナトリウム水溶液を滴下するとその濃度は上昇し続ける (曲線 a)。

よって、最も適当な組合せは、㉑。

33

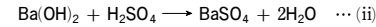
解答 ㉑

解説 混合気体を水酸化バリウム $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 水溶液中に通じると、混合気体中の二酸化炭素と水酸化バリウムが反応し、炭酸バリウム BaCO_3 が沈殿する。



生じた炭酸バリウム BaCO_3 の沈殿を取り除いて、残った水酸化バリウム

$\text{Ba}(\text{OH})_2$ 水溶液を硫酸 H_2SO_4 で中和させると、次の反応が起こる。



CO_2 を反応させた後の $\text{Ba}(\text{OH})_2$ のモル濃度を c [mol/L] とすると、(ii) 式より

$$2 \times c [\text{mol/L}] \times \frac{100}{1000} \text{ L} = 2 \times 1.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L} \times \frac{20.0}{1000} \text{ L}$$

$$c = 2.00 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

よって、(i) 式で反応した CO_2 のモル濃度は

$$1.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L} - 2.00 \times 10^{-3} \text{ mol/L} = 8.00 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

化学の総復習（センター試験問題より）

(i) 式より，反応した二酸化炭素の体積は，

$$8.00 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 22.4 \text{ L/mol} = 179.2 \times 10^{-3} \text{ L} = 179.2 \text{ mL} \approx \underline{180 \text{ mL}} \text{。}$$