

化 学

(解答番号 ~)

必要があれば、次の数値を用いよ。

原子量：H = 1.0 C = 12.0 N = 14.0 O = 16.0

Na = 23.0

アボガドロ定数： $N_A = 6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$

気体定数： $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$

ファラデー定数： $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C}/\text{mol}$

※ この問題つづりに計算用紙をはさみこんでいます
ので利用してください。

I 次の問い(問1～問4)に答えよ。(25点)

問1 純物質と混合物に関する次の記述 a～cのうち、正しいものはどれか。最も適当なものを、下の①～⑧から選べ。

1

- a アンモニア水は、純物質である。
- b 塩酸は、混合物である。
- c ドライアイスは、純物質である。

- ① a
- ② b
- ③ c
- ④ aとb
- ⑤ aとc
- ⑥ bとc
- ⑦ aとbとc
- ⑧ 正しいものはない

問2 原子半径とイオン半径(イオンの大きさ)に関する次の記述 a～cのうち、正しいものはどれか。最も適当なものを、下の①～⑧から選べ。

2

- a 元素の周期表の同じ族の元素では、原子番号が大きいほど、原子半径は大きい。
- b 元素の周期表の同じ周期の元素では、18族を除いて、原子番号が大きいほど原子半径は大きい。
- c フッ化物イオン F^- とナトリウムイオン Na^+ とでは、 Na^+ のイオン半径が大きい。

- ① a
- ② b
- ③ c
- ④ aとb
- ⑤ aとc
- ⑥ bとc
- ⑦ aとbとc
- ⑧ 正しいものはない

問3 次の化合物 a ~ f のうち、分子式で表されているものはいくつあるか。

その数を直接マークせよ。

3

a NH_3 b KCl c HCl d NaCl e SiO_2 f CaCl_2

問4 次の分子 a ~ d について、下の(1)~(3)に答えよ。

a Cl_2 b CH_4 c H_2O d CO_2

(1) 共有電子対を4組持つ分子はいくつあるか。その数を直接マークせよ。

4

(2) 最も多くの非共有電子対を持つ分子に含まれる非共有電子対の数は、何組か。その数を直接マークせよ。ただし、0または10以上の場合は、⑩をマークせよ。

5

(3) 分子の形が直線形であるものはいくつあるか。その数を直接マークせよ。

6

II 次の記述を読んで下の問い(問1～問6)に答えよ。(25点)

酢酸 CH_3COOH 水溶液の濃度を求めるために、以下の実験操作 I～V を行った。なお、酢酸水溶液の密度は 1.00 g/cm^3 とする。

実験操作

- I) 水酸化ナトリウム NaOH 約 4 g を蒸留水に溶解して、 500 mL の水溶液を調製した。
- II) シュウ酸二水和物 $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の結晶 2.52 g をはかりとり、蒸留水に溶解して、 200 mL の に入れて標線まで蒸留水を加えた。
- III) 操作 II で調製した $(\text{COOH})_2$ 水溶液 20.0 mL を で正確にとり、コニカルビーカーに入れ、指示薬を 2～3 滴加えたのち実験操作 I で調製した NaOH 水溶液を に入れて滴下すると、中和点までに 21.0 mL を要した。
- IV) ある濃度の CH_3COOH 水溶液 20.0 mL を で正確にとり、 200 mL の に入れて標線まで蒸留水を加えて希釈した。
- V) 操作 IV で調製した希釈後の CH_3COOH 水溶液 20.0 mL を で正確にとり、コニカルビーカーに入れ、これに指示薬を 2～3 滴加えて、実験操作 III で濃度を求めた NaOH 水溶液を に入れて滴下すると、中和点までに 16.0 mL を要した。

問1 ア ~ ウ に入る適切な器具名の組み合わせを次の①~⑧から選べ。

7

	ア	イ	ウ
①	メスシリンダー	ホールピペット	試験管
②	メスシリンダー	ホールピペット	ビュレット
③	メスシリンダー	こまごめピペット	試験管
④	メスシリンダー	こまごめピペット	ビュレット
⑤	メスフラスコ	ホールピペット	試験管
⑥	メスフラスコ	ホールピペット	ビュレット
⑦	メスフラスコ	こまごめピペット	試験管
⑧	メスフラスコ	こまごめピペット	ビュレット

問2 NaOHに関する次の記述 a ~ dのうち、正しいものの組み合わせを、下の①~⑥から選べ。

8

- a NaOHは強酸である。
- b NaOHは強塩基である。
- c NaOHは揮発しやすい。
- d 水溶液中におけるNaOHの電離度はほぼ1である。

- ① (a, b) ② (a, c) ③ (a, d)
④ (b, c) ⑤ (b, d) ⑥ (c, d)

問3 実験操作Ⅲの結果から、実験操作Ⅰで調製したNaOH水溶液のモル濃度〔mol/L〕はいくらか。最も近い数値を、次の①～⑥から選べ。

9

- ① 0.10 ② 0.13 ③ 0.16
 ④ 0.19 ⑤ 0.22 ⑥ 0.25

問4 実験操作Ⅱで調製した(COOH)₂水溶液のモル濃度〔mol/L〕はいくらか。最も近い数値を、次の①～⑥から選べ。

10

- ① 0.10 ② 0.15 ③ 0.20
 ④ 0.40 ⑤ 0.60 ⑥ 0.80

問5 実験操作Ⅳで希釈する前のCH₃COOH水溶液のモル濃度〔mol/L〕はいくらか。最も近い数値を、次の①～⑥から選べ。

11

- ① 3.0×10^{-2} ② 1.5×10^{-1} ③ 3.0×10^{-1}
 ④ 6.0×10^{-1} ⑤ 1.5 ⑥ 3.0

問6 実験操作Ⅴで加えた指示薬の種類と指示薬の色の変化として、最も適切なものの組み合わせを、下の①～⑥から選べ。

12

	指示薬の種類	指示薬の色の変化
①	メチルオレンジ	無色 → 赤色
②	メチルオレンジ	赤色 → 黄色
③	メチルレッド	無色 → 赤色
④	メチルレッド	赤色 → 黄色
⑤	フェノールフタレイン	無色 → 赤色
⑥	フェノールフタレイン	赤色 → 黄色

Ⅲ 次の問い(問1・問2)に答えよ。(25点)

問1 次の(1)・(2)に答えよ。

- (1) 次の文章の ・ に入るものとして、最も適当なものを、下の①～⑥から選べ。

溶媒 1 kg 当りに溶けている溶質の物質量[mol]を表した濃度を質量モル濃度[mol/kg]という。X[g]の溶媒に、分子量 M の溶質 w[g]を溶かした溶液の質量モル濃度 m は、 $m = \text{ア}$ の式で表される。また、不揮発性物質の溶液の沸点が純溶媒の沸点より高くなることを沸点上昇といい、溶液の沸点 t[K]から純溶媒の沸点 t_0 [K]を引いた値 Δt [K]を沸点上昇度という。また、不揮発性の非電解質の希薄溶液における、沸点上昇度 Δt [K]は、 $\Delta t = \text{イ}$ の式で表され、このときの比例定数 K_b をモル沸点上昇という。

ア： イ：

- ① $\frac{X}{M}$ ② $\frac{1000}{X}$ ③ $\frac{MX}{1000w}$
④ $\frac{1000w}{MX}$ ⑤ $K_b \times \frac{MX}{1000w}$ ⑥ $K_b \times \frac{1000w}{MX}$

- (2) 水 500 g に、非電解質である分子量が未知の糖 8.55 g を溶かした水溶液がある。この水溶液の沸点は、 1.013×10^5 Pa で 100.026°C だった。この糖の分子量はいくらか。最も近い数値を、次の①～⑤から選べ。ただし、水のモル沸点上昇 K_b は $0.520 \text{ K}\cdot\text{kg}/\text{mol}$ を用いて計算せよ。

- ① 8.50 ② 34.2 ③ 85.0 ④ 342 ⑤ 658

問2 次の記述(1)~(5)は、ある原理や法則の記述である。それらの名前を、下の
〈解答群〉から選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。

(1) 一般に、可逆反応が平衡状態にあるとき、濃度、圧力、温度などの条件を
変化させると、その変化の影響を和らげる向きに反応が進み、新たな平衡状
態になる。 16

(2) 物質がある物質に変化するときのエンタルピー変化は、最初と最後の状態
だけで決まり、反応経路には無関係である。 17

(3) 混合気体の全圧は、各成分気体の分圧の和に等しい。 18

(4) 一定温度で、溶解度の小さい気体が一定量の溶媒に溶けるとき、気体の溶
解量は、その気体の圧力(分圧)に比例する。 19

(5) 一定温度で、一定量の気体の体積は圧力に反比例する。 20

〈解答群〉

- | | |
|--------------|-----------|
| ① ヘスの法則 | ② ヘンリーの法則 |
| ③ ドルトンの分圧の法則 | ④ シャルルの法則 |
| ⑤ ルシャトリエの原理 | ⑥ ボイルの法則 |

問4 2-プロパノール $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$ を硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液で酸化させると、得られる物質はどれか。適当なものを、次の①～⑤から選べ。

24

- ① アセトアルデヒド ② アセトン ③ ギ酸
④ プロピオン酸 ⑤ ホルムアルデヒド

問5 *o*-キシレン $o\text{-C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$ を過マンガン酸カリウム水溶液で酸化したのちに反応液を酸性にすると、化合物Aが得られた。さらに、化合物Aを加熱して分子内縮合させると、化合物Bが得られた。このとき、化合物Bの分子量は、 $o\text{-C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$ の分子量よりいくら大きいか。その数の十の位と一の位の数を直接マークせよ。

十の位： 25

一の位： 26