

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 He = 4.0 C = 12 N = 14

 O = 16 Al = 27 Ar = 40

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5)に答えよ。(25点)

問1 物質の分離に関する次の記述 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。

1

- a 液体とそれに溶けない固体の混合物から、ろ紙などを用いて固体を分離する操作を抽出という。
- b 固体が液体を経ずに気体に変化する性質を利用して、物質を分離する操作を昇華法という。
- c 溶質の溶媒に対する溶解度が溶媒の種類によって異なることを利用して、混合物から目的の物質を分離する操作を蒸留という。
- d 物質がろ紙やシリカゲルのような吸着剤に吸着される強さの違いを利用して、混合物から各成分を分離する操作をクロマトグラフィーという。

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

問2 次の記述①～⑤のうち、下線部の語が単体の意味で用いられているものを選べ。

2

- ① 臭素の同位体には、質量数が79と81のものが存在する。
- ② 骨や歯には、カルシウムが多く含まれている。
- ③ 水は、水素と酸素からできている。
- ④ フッ素は、常温・常圧で気体である。
- ⑤ 窒素原子は、5個の価電子をもつ。

問3 次の a～e の原子のうち、中性子の数が ^{40}Ca と同じものの組み合わせを、
下の①～⑩から選べ。

3

a ^{34}S b ^{35}Cl c ^{37}Cl d ^{40}Ar e ^{39}K

- ① (a, b) ② (a, c) ③ (a, d) ④ (a, e)
⑤ (b, c) ⑥ (b, d) ⑦ (b, e) ⑧ (c, d)
⑨ (c, e) ⑩ (d, e)

問4 分子の極性に関する次の記述 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。

4

- a アンモニア分子と水分子は、ともに極性分子である。
b 塩素分子と塩化水素分子は、ともに極性分子である。
c メタン分子と二酸化炭素分子は、ともに極性分子である。
d 電気陰性度が異なる原子間で共有結合ができるときは、必ずその結合に極性が生じる。

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

問5 金属結晶に関する次の記述の **5** および **6** にあてはまるものを、
それぞれの解答群から選べ。

金属は **5** による結合で原子間が結合しており、一般的に **6**

< **5** の解答群 >

- ① 自由電子
- ② 中性子
- ③ 共有電子対
- ④ イオン

< **6** の解答群 >

- ① 融点が低く水に溶けやすい。
- ② 延性・展性をもつ。
- ③ 電気を通さない。
- ④ 軟らかくもろい。

II 次の問い(問1～問5)に答えよ。(25点)

問1 次の物質①～⑤のうち、原子の個数が最も多いものを選べ。ただし、④における空気とは窒素と酸素の混合気体とし、その物質量の比は窒素：酸素＝4：1とする。

7

- ① 1.0 mol のヨウ素分子
- ② 50 g のアルミニウム
- ③ 0℃, 1.013×10^5 Pa で 10 L のメタン
- ④ 34.6 g の空気に含まれている窒素
- ⑤ 密度が 0.92 g/cm^3 である 12 mL の氷

問2 次の反応式 a～dのうち、弱酸または弱塩基の遊離を表しているものの組み合わせを、下の①～⑥から選べ。

8

- a $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{NaHSO}_4 + \text{HCl} \uparrow$
- b $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- c $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- d $\text{NaOH} + \text{HCl} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

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

問3 二酸化炭素 CO_2 は、水酸化バリウム $\text{Ba}(\text{OH})_2$ と反応すると炭酸バリウム BaCO_3 の白色沈殿を生じる。ある量の CO_2 を 0.010 mol/L の $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 水溶液 50.0 mL に通して、完全に吸収させ、生じた沈殿をろ過し取り除いた。得られたろ液中の未反応の $\text{Ba}(\text{OH})_2$ を 0.020 mol/L の塩酸で滴定したところ、 35.0 mL を要した。吸収させた CO_2 の物質量[mol]はいくらか。最も近い数値を、次の①～⑥から選べ。

9

- ① 1.5×10^{-4} ② 2.0×10^{-4} ③ 2.5×10^{-4}
④ 3.0×10^{-4} ⑤ 3.5×10^{-4} ⑥ 4.0×10^{-4}

問4 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。

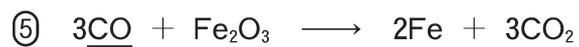
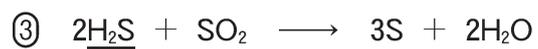
10

- a 酢酸水溶液中の酢酸の電離度は、濃度によらず一定である。
b 25°C で、 $\text{pH} = 3$ の塩酸を水で 100 倍に薄めた水溶液は $\text{pH} = 5$ になる。
c 同じモル濃度のアンモニア水と水酸化ナトリウム水溶液では、アンモニア水のほうが pH が小さい。
d 同じモル濃度の塩酸と酢酸水溶液では、塩酸のほうが pH は大きい。

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

問5 次の反応①～⑤のうち、下線部の物質が酸化剤としてはたらいっているもの
を選べ。

11



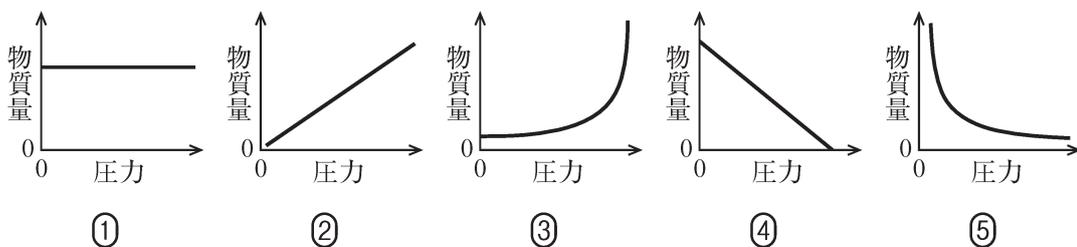
Ⅲ 次の[イ]および[ロ]の問いに答えよ。(25点)

[イ] 次の問い(問1・問2)に答えよ。

問1 温度一定で一定量の水に接触している酸素がある。この酸素の圧力を変えて水に溶解した酸素の物質量と体積を調べた。その結果に関する次の(1)・(2)に答えよ。

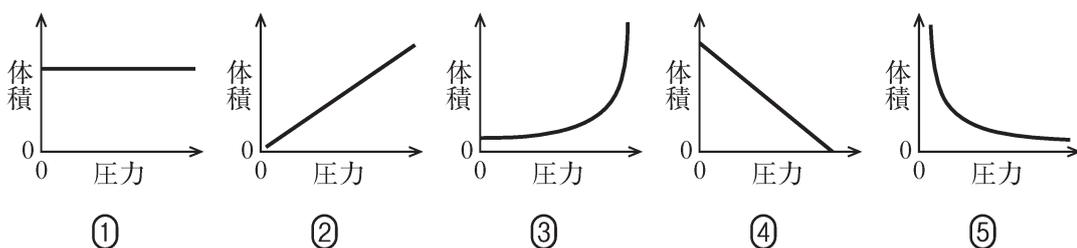
(1) 次の①～⑤のうち、酸素の圧力と、水に溶解した酸素の物質量の関係を表すグラフとして、最も適当なものを選べ。

12



(2) 次の①～⑤のうち、酸素の圧力と、その圧力下での水に溶解した酸素の体積の関係を表すグラフとして、最も適当なものを選べ。

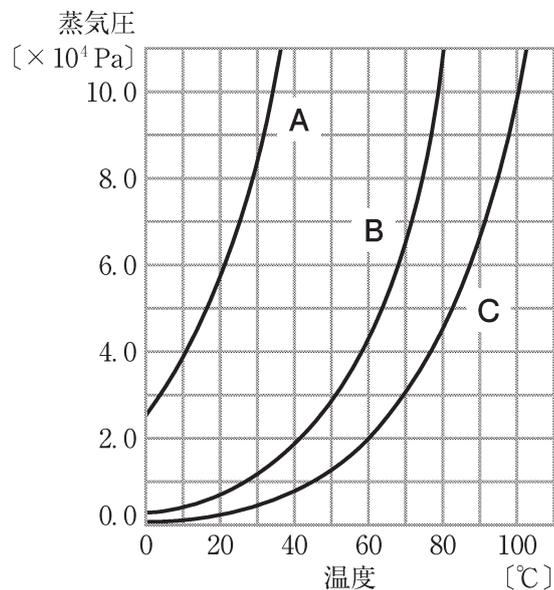
13



問2 次の図は、物質A～Cの飽和蒸気圧と温度の関係を示したものである。

この図に関する下の記述①～⑤のうち、誤っているものを選べ。

14



- ① 30℃では、Cの飽和蒸気圧が最も低い。
- ② あらかじめ 1.0×10^4 Pa の乾燥空気が入っている 70℃ の密閉容器内で、C が気液平衡にあるとき、C の飽和蒸気圧は 2.0×10^4 Pa である。
- ③ 80℃ における C の飽和蒸気圧は、20℃ における A の飽和蒸気圧より低い。
- ④ 外圧が 1.013×10^5 Pa のときの C の沸点は、B の沸点よりも高い。
- ⑤ 外圧が 1.0×10^4 Pa のときの B の沸点は、外圧が 10.0×10^4 Pa のときの A の沸点より低い。

[口] 次の記述を読んで、下の問い(問1・問2)に答えよ。

容積 11.3 L の容器にヘリウム He 1.0 g, 窒素 N_2 7.0 g, アルゴン Ar 20.0 g からなる混合気体を封入し、 0°C に保った。

問1 容器内の He, N_2 , Ar の分圧 [Pa] はいくらか。次の①～⑤からそれぞれ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。

He : N_2 : Ar :

- ① 2.0×10^4 ② 5.0×10^4 ③ 1.0×10^5
④ 2.0×10^5 ⑤ 5.0×10^5

問2 この容器に He, N_2 , Ar とは異なる気体ア 1.6 g をさらに加えたところ、混合気体の圧力は、加える前に比べて 1.0×10^4 Pa 高くなった。アの分子量はいくらか。最も近い数値を、次の①～⑥から選べ。ただし、容器内の温度は 0°C のままであり、アを加えたことによる反応は起こらない。

- ① 20 ② 28 ③ 32 ④ 39 ⑤ 44 ⑥ 64

IV 次の問い(問1～問7)に答えよ。(25点)

問1 次のオキソ酸①～⑤のうち、下線部の原子の酸化数が+3であるものはどれか。 19

- ① $\text{H}\underline{\text{C}}\text{I}\text{O}$ ② $\text{H}\underline{\text{C}}\text{I}\text{O}_2$ ③ $\text{H}\underline{\text{C}}\text{I}\text{O}_3$
④ $\text{H}_2\underline{\text{S}}\text{O}_4$ ⑤ $\text{H}\underline{\text{N}}\text{O}_3$

問2 次の酸化物①～⑤のうち、両性酸化物であるものはどれか。 20

- ① SiO_2 ② MgO ③ ZnO
④ Na_2O ⑤ P_4O_{10}

問3 オゾンに関する次の記述①～④のうち、正しいものを2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 21 , 22

- ① 分子の形は直線形である。
② 特異臭がある。
③ 無色の気体である。
④ 強い酸化作用がある。

問4 ある金属イオンを含む塩基性の水溶液に硫化水素水溶液を加えると、白色沈殿を生じた。この水溶液に含まれていた金属イオンはどれか。次の①～⑤から選べ。 23

- ① Zn^{2+} ② Cd^{2+} ③ Pb^{2+}
④ Cu^{2+} ⑤ Mn^{2+}

問5 二酸化硫黄 SO_2 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。

24

- a 銅に濃硫酸を加えて加熱すると得られる。
- b 腐卵臭がある。
- c 無色の気体である。
- d 水溶液は弱塩基性を示す。

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

問6 次の化合物①~⑤のうち、生石灰とも呼ばれる白色の固体はどれか。

25

- ① CaCO_3 ② $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ③ CaO
④ CaSO_4 ⑤ CaCl_2

問7 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。

26

- a アルカリ土類金属の炭酸塩は、すべて水によく溶ける。
- b 塩化カルシウムは、吸湿性が強いいため、乾燥剤に用いられる。
- c マグネシウムは、空気中で強熱すると、明るい光を放って燃焼する。
- d 炭酸バリウムは、X線造影剤として利用される。

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