

金沢大学理工学域物質化学類

平成28年度編入学(3年次)学力検査問題

専 門 科 目 (2時間30分)

- ・ 問題紙は本文5ページであり、答案用紙は4枚である。
- ・ 答案は問題冊子の□内の番号ごとに1枚とし、解答する問題の番号を答案用紙の□内に記入しなさい。
- ・ なお、解答できない場合でも、□内に問題番号を記入して答案用紙を提出しなさい。

金沢大学理工学域 編入学試験	問 題
科 目 名	志願学類・コース
専 門 科 目	物質化学類・化学コース

1

気体に関する下の(1)～(4)の問いに答えなさい。計算問題では計算過程も示して有効数字2桁で答えなさい。必要があれば次の数値を用いなさい。

気体定数： $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

- (1) 1.0 L の容器に封入されている 1.0 mol の理想気体の圧力は、温度 300 K で何 Pa か、計算しなさい。
- (2) 1.0 mol の実在気体に関する van der Waals の状態方程式は、次の式(i)で記述される。

$$(P + a/V^2)(V - b) = RT \quad (\text{i})$$

ここで、 P 、 V 、 T はそれぞれ、系の圧力、体積、温度である。 a および b は実在気体であることを考慮して導入された van der Waals 係数である。このことについて、次の 1)～3)の問いに答えなさい。

- 1) 式(i)の左辺の a/V^2 は実在気体のどのような性質を考慮して導入された項であるか、説明しなさい。
 - 2) 式(i)の左辺の b は実在気体のどのような性質を考慮して導入された係数であるか、説明しなさい。
 - 3) 式(i)を参考にして、 n mol の実在気体についての van der Waals の状態方程式を示しなさい。
- (3) 1.0 mol の CO_2 が 300 K で体積一定の 10.0 L の容器に入っている系がある。これに 2.5 kJ のエネルギーを熱として加えたら、温度が 350 K まで上昇した。 CO_2 の状態を式(i)で記述できると仮定して、次の 1)～3)の問いに答えなさい。ただし、 CO_2 のそれぞれの van der Waals 係数は、 $a = 3.6 \times 10^5 \text{ Pa L}^2 \text{ mol}^{-2}$ および $b = 4.3 \times 10^{-2} \text{ L mol}^{-1}$ とする。
- 1) この系になされた仕事 w を求めなさい。
 - 2) この系の内部エネルギー変化 ΔU を求めなさい。
 - 3) この系のエンタルピー変化 ΔH を求めなさい。
- (4) 2.0 mol の CO_2 の圧力を一定に保ちながら 296 J のエネルギーを加えたら、気体の温度が 4.0 K 上昇した。 CO_2 の定圧モル熱容量を求めなさい。

問

2

次の(1)～(6)の問いに答えなさい。

- (1) 3原子分子である二酸化炭素と等電子構造をもつ物質を一つあげ、そのルイス構造式を示しなさい。
- (2) 次の物質の構造をVSEPR則より予測し、立体がわかるようにルイス構造式を示しなさい。
- 1) SO_3^{2-}
 - 2) SO_2
 - 3) SF_4
 - 4) I_3^-
- (3) 基底状態の O_2 , O_2^+ , O_2^{2-} の結合長はそれぞれ 121, 112, 149 pm である。これらの結合長の違いについて、分子軌道に基づいて説明しなさい。
- (4) 塩化ナトリウムの単位格子について、下の1)～4)の問いに答えなさい。計算問題では計算過程も示して有効数字3桁で答えなさい。
- 1) 単位格子内に存在するイオン対の数を答えなさい。
 - 2) 単位格子の長さが 564 pm であるとき、単位格子の体積を求めなさい。
 - 3) 単位格子の体積から NaCl の密度を求めなさい。ただし、原子量は $\text{Na} = 23.0$, $\text{Cl} = 35.5$ である。
 - 4) 密度の実測値 2.17 g cm^{-3} と計算値を比較することで塩化ナトリウムの格子欠陥の有無について答えなさい。
- (5) LiF の水への溶解度は低いですが、LiI や CsF は水に溶解しやすい。その理由について、格子エンタルピーを用いて説明しなさい。
- (6) 電気伝導性は金属や半導体の重要な特性である。金属と半導体の違いについて、電気伝導率の温度変化の観点から説明しなさい。

3

次の(1)～(3)の問いに答えなさい。計算問題では計算過程も示しなさい。

- (1) 次の試薬群の中から、下の1)～3)の固体試料を溶解して水溶液にするのに最も適した試薬を選び、それぞれの溶解に関する化学反応式を示しなさい。

試薬群：塩酸、硝酸、過塩素酸、フッ化水素酸、アンモニア水

- 1) 銀
- 2) 二酸化マンガン
- 3) 二酸化ケイ素

- (2) 難溶性塩である硫酸バリウムの溶解度に関する次の1)～3)の問いに答えなさい。

- 1) 硫酸バリウムの溶解度積を $1.0 \times 10^{-10} (\text{mol L}^{-1})^2$ とするとき、純水への溶解度 (mol L^{-1}) を求めなさい。
- 2) 0.10 mol L^{-1} 硫酸ナトリウム水溶液中の硫酸バリウムの溶解度を求めなさい。また、このときの硫酸バリウムの溶解度に及ぼす硫酸ナトリウムの効果は何とよばれるか、答えなさい。
- 3) 0.10 mol L^{-1} 塩酸中の硫酸バリウムの溶解度を求めなさい。ただし、硫酸の第1酸解離は完全解離、第2酸解離の酸解離定数を 0.010 mol L^{-1} とし、有効数字1桁で答えなさい。

- (3) 0.10 mol L^{-1} のリン酸水溶液 10.0 mL を 0.10 mol L^{-1} の水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定した。下の1)～3)の問いに答えなさい。ただし、リン酸の酸解離定数を $K_{a1} = 10^{-2.15} = 7.1 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$, $K_{a2} = 10^{-7.20} = 6.3 \times 10^{-8} \text{ mol L}^{-1}$, $K_{a3} = 10^{-12.35} = 4.5 \times 10^{-13} \text{ mol L}^{-1}$ とする。

- 1) 0.10 mol L^{-1} の水酸化ナトリウム水溶液を 10.0 mL 加えたときの試料溶液の pH を求めなさい。
- 2) 0.10 mol L^{-1} の水酸化ナトリウム水溶液を 15.0 mL 加えたときの試料溶液の pH を求めなさい。
- 3) リン酸は三塩基酸であるが、上記の中和滴定において終点は2カ所しか観測できない。その理由を簡潔に述べなさい。

4

次の(1)～(3)の問いに答えなさい。

(1) 有機化合物に関する次の文章を読んで、下の1)～3)の問いに答えなさい。

エタンの炭素は **ア** 混成をしており、H-C-C の結合角は約 **イ** 度である。エチレンの炭素は **ウ** 混成をしており、H-C-C の結合角は約 **エ** 度である。(a)エチレンが重合したポリエチレンは、日常生活において広く利用されている。一方、アセチレンの炭素は **オ** 混成をしており、H-C-C の結合角は **カ** 度である。ポリアセチレンは、**キ** 混成の炭素が長く伸びた構造であり、ヨウ素でドーピングすることにより導電性を示す。(b)エタン、エチレン、およびアセチレンの pK_a 値を比較すると、**ク** が最も小さい。

1) **ア**～**ク** にあてはまる適切な語句あるいは数字を答えなさい。

2) 下線部(a)に関して、ポリエチレンの用途として適切なものを下の(ケ)～(セ)から二つ選び、記号で答えなさい。

(ケ) スーパーのレジ袋

(コ) 紙おむつの吸水材

(サ) フライパンのコーティング剤

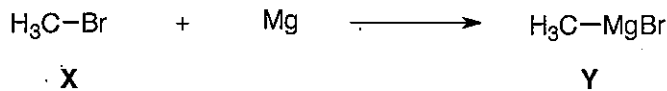
(シ) 500 mL 炭酸飲料の容器

(ス) 接着剤

(セ) 家庭用の食品ラップフィルム

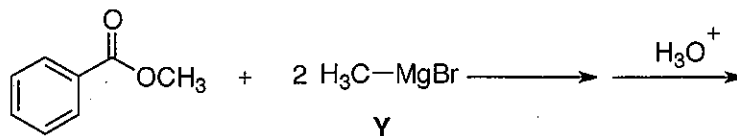
3) 下線部(b)に関して、その理由を簡潔に説明しなさい。

(2) 次の反応に関連して、下の1)～3)の問いに答えなさい。

1) 化合物 **X** および化合物 **Y** において、C-Br 結合および C-Mg 結合の分極を考えた場合、C は正または負のいずれに分極しているか、それぞれ答えなさい。

2) 上の反応において、Mg は還元剤か酸化剤か、答えなさい。

3) 次の反応で主として生成する有機化合物の構造式を示しなさい。



(次ページにつづく)

(3) 次の 1)~3)の問いに答えなさい。

- 1) 濃塩酸中、ニトロベンゼンを金属スズで還元し、アニリンを合成する実験を行った。反応終了後、反応混合物からアニリンを単離精製する手順を記しなさい。
- 2) 得られたアニリンに塩酸を加え、さらに亜硝酸ナトリウム水溶液を 0 °C でゆっくり加えた。このときの反応を反応式で示しなさい。
- 3) フェノールを水酸化ナトリウム水溶液に溶かした溶液に、2)の反応液を 0 °C でゆっくり加えた。このときの反応を反応式で示しなさい。