

(5 枚中 1 枚)

北九州工業高等専門学校
編入学者選抜試験 サンプル問題及び解答例
専門科目 (物質化学コース)

1 次の工業化学に関する問いに答えなさい。特に指定が無い場合は、原子量は次の値を用いること。H=1.0、C=12、N=14、O=16、Na=23、S=32

問1 以下は原子に関する説明文である。以下の問に答えなさい。

原子の化学的な性質を決めるのは、主に原子の最も外側の電子殻にある電子、すなわち(①)である。周期表では、族が同じ元素が縦の列に並べられており、これらの元素は化学的な性質がよく似ている。一方、横の行は(②)と呼ばれ、原子番号が一つずつ増加するにつれて、原子の性質が周期的に変化する。同じ(②)では原子番号が増加するにつれて、原子半径は一般的に(③)なる傾向がある。

(1) 説明文中の()に入る語句を語群より選びなさい。

語群： 元素・価電子・陽子・中性子・大きく・小さく・周期・ハロゲン・希ガス

解答例：① 価電子 ② 周期 ③ 小さく

(2) 下線部の説明のように、同じ族の元素は似たような性質を示す。以下の説明文は各族の元素に関する説明文である。当てはまる族の数値を答えなさい。

- ① Cl など反応性が高い元素で、1 価の陰イオンになりやすい。
- ② H を除いた元素をアルカリ金属とよび、1 価の陽イオンになりやすい。
- ③ 常温常圧では気体で存在し、他の元素と化合物をつくることはほとんどない。
- ④ 電子配置では最外殻に電子を 4 つ持っている。

解答例：① 17 ② 1 ③ 18 ④ 14

(5 枚中 2 枚)

北九州工業高等専門学校
編入学者選抜試験 サンプル問題及び解答例
専門科目 (物質化学コース)

問2 次の反応の化学反応式を書きなさい。ただし、係数は整数にすること。

- (1) ニッケル(Ni)を希硫酸(H_2SO_4)に溶かし、水素と硫酸ニッケル(NiSO_4)を生じる反応
- (2) ヘプタノール($\text{C}_7\text{H}_{16}\text{O}$)が完全燃焼し、二酸化炭素と水を生じる反応

解答例 : (1) $\text{Ni} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NiSO}_4 + \text{H}_2$
(2) $2\text{C}_7\text{H}_{16}\text{O} + 21\text{O}_2 \rightarrow 14\text{CO}_2 + 16\text{H}_2\text{O}$

問3 ペンタンが燃焼した反応式について以下の問いに答えなさい。ただし、ペンタンの燃焼式は $\text{C}_5\text{H}_{12} + 8\text{O}_2 \rightarrow 5\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ である。

- (1) 2.6 [mol]のペンタンを燃焼した時に生じる水の物質量を求めなさい。
- (2) ペンタン 28.8 [g]を完全燃焼させるために必要な酸素の質量を求めなさい。
- (3) ペンタン 4.32 [g]と酸素 21.76 [g]を容器に入れ反応させた。反応後に残った気体の体積を 0 [°C]、101.3 [kPa]の条件で求めなさい。ただし、0 [°C]、101.3 [kPa]の条件では、1.0 [mol]の気体の体積は 22.4 [L]である。

解答例 : (1) 15.6 mol (2) 102.4 g (3) 11.2 L

問4 気体の性質に関する以下の説明文のうち、正しいものには○、誤っているものには×を答えなさい。

- (1) 一定量の気体の体積は、温度が一定であれば圧力に比例する。
- (2) 一定量の気体の体積は、圧力が一定であれば絶対温度に比例する。
- (3) 実在気体は低温高圧の条件であれば、理想気体の状態方程式に近い値になる。
- (4) 1.0 [kg]の水素と 1.0 [kg]の窒素を混合して全圧を 100 [kPa]にした。この時、窒素の分圧は 50 [kPa]になる。

解答例 : (1) × (2) ○ (3) × (4) ×

(5 枚中 3 枚)

北九州工業高等専門学校
編入学者選抜試験 サンプル問題及び解答例
専門科目 (物質化学コース)

問5 水に溶けやすい非電解質の物質 A と塩化カリウム (KCl) がある。以下の実験に関する問に答えなさい。ただし、水のモル凝固点降下定数 K_f は $1.85 \text{ [K} \cdot \text{kg/mol]}$ とし、KCl の式量は 75 とする。

実験 1

物質 A 3.0 [g] を水 100 [g] に溶解したところ、水溶液の凝固点が $0.370 \text{ [}^\circ\text{C]}$ 降下した。

実験 2

$60 \text{ [}^\circ\text{C]}$ において、塩化カリウムを水に溶解させて飽和水溶液を調製した。この飽和水溶液 200 [g] を $20 \text{ [}^\circ\text{C]}$ に冷却したところ、塩化カリウムの沈殿が析出した。ここで塩化カリウムの水に対する溶解度[g / 100 g 水]は $20 \text{ [}^\circ\text{C]}$ で 34、 $60 \text{ [}^\circ\text{C]}$ で 46 である。

- (1) 実験 1 の結果から、物質 A の分子量を求めなさい。
- (2) 実験 2 において、 $60 \text{ [}^\circ\text{C]}$ における飽和水溶液 200 [g] の質量パーセント濃度を小数点第一位まで求めなさい。
- (3) 実験 2 において、 $60 \text{ [}^\circ\text{C]}$ における飽和水溶液 200 [g] を $20 \text{ [}^\circ\text{C]}$ に冷却したとき、析出した塩化カリウムの質量を小数点第一位まで求めなさい。
- (4) 物質 A 5.0 [g] を水 200 [g] に溶解した水溶液と、塩化カリウムを水 400 [g] に溶解した水溶液の凝固点が一致した。この時加えた塩化カリウムの質量を求めよ。

解答例 : (1) 150 (2) 31.5 % (3) 16.4 g (4) 2.5 g

問6 以下のコロイド溶液に関する (ア) ~ (カ) の説明文のうち、正しい説明文を選び、全て解答欄に記入しなさい。

- (ア) コロイド溶液は、溶質粒子が溶媒に完全に溶解した均一な混合物である。
- (イ) コロイド粒子は、溶液中の溶質粒子よりも一般的に大きい。
- (ウ) コロイド溶液に光を当てると光の散乱が見られる現象をチンダル現象という。
- (エ) 透析膜を用いると、コロイド粒子と小さなイオンや分子を分離することができる。
- (オ) 疎水コロイド溶液に電解質を加えると沈殿する。この現象を透析と言う。
- (カ) デンプンやゼラチンは、代表的な疎水コロイドである。

解答例 : (イ) (ウ) (エ)

北九州工業高等専門学校
編入学者選抜試験 サンプル問題及び解答例
専門科目 (物質化学コース)

問7 酸と塩基の水溶液に関する以下の問に答えなさい。

- (1) 水酸化ナトリウム 16 [g] を純水に溶かし、水溶液の体積を 200 [mL]とした。この水溶液のモル濃度を求めなさい。
- (2) 0.20 [mol / L]の希硫酸水溶液を 3.00 [L]つくるためには 98.0 %の濃硫酸は何[mL]必要か求めなさい。ただし、98.0 %の濃硫酸の密度は 1.84 [g / mL]である。
- (3) 1.0×10^{-2} [mol / L]の塩酸 10 [mL]を 1 [L]のメスフラスコに入れ、純水を標線まで加えた。メスフラスコ中の水溶液の pH を求めなさい。電離度は 1 とする。
- (4) 2.0 %酢酸 (CH_3COOH) 水溶液の pH を求めなさい。ただし、2.0 %酢酸水溶液の密度は 1.0 [g / mL]とし、電離度は 0.012、 $\log_{10}2 = 0.30$ とする。

解答例 : (1) 2.0 mol / L (2) 32.6 mL (33 mL) (3) 4 (4) 2.4

問8 中和反応および中和滴定に関する以下の問に答えなさい。

- (1) 2.8 [mol]の水酸化ナトリウムを過不足なく中和するために必要な硫酸の物質量を求めなさい。
- (2) 酢酸水溶液と水酸化ナトリウム水溶液を用いて過不足なく中和した時、水溶液の液性は酸性、中性、塩基性のどれか答えなさい。
- (3) 濃度不明の塩酸水溶液 10 [mL]に、0.10 [mol / L]の水酸化ナトリウム水溶液をビュレットから滴下して中和した。中和した時点でのビュレットの液面は図8-1であった。中和した塩酸水溶液のモル濃度を求めなさい。ただし、滴下前の液面の目盛りは 0 [mL]である。
- (4) 図8-2は酸に塩基を滴下して中和した時の滴定曲線である。この中和滴定における pH 指示薬としてメチルオレンジ (pH 変色域 : 3.1~4.4) が使用できない理由を説明しなさい。

解答例 : (1) 1.4 mol (2) 塩基性 (3) 0.124 mol / L (0.12 mol / L)

- (4) この中和滴定では中和点付近の pH 変化の範囲は 6~11 であり、メチルオレンジの pH 変色域に含まれず、中和点が水溶液の色の变化で判断できないため。

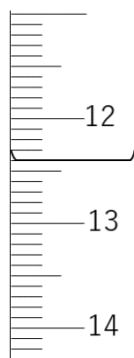


図8-1

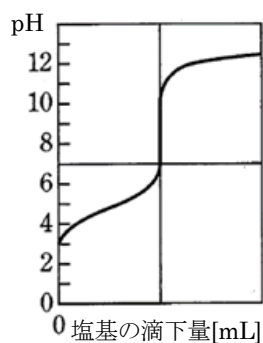


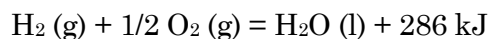
図8-2

(5 枚中 5 枚)

北九州工業高等専門学校
編入学者選抜試験 サンプル問題及び解答例
専門科目 (物質化学コース)

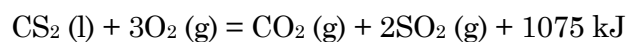
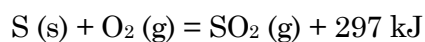
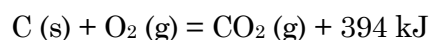
問9 化学反応と熱に関する以下の問に答えなさい。

(1) 気体の水素を燃焼したときの熱化学方程式は以下の通りである。



上記に倣い、液体のメタノール (CH_3OH) の燃焼式を書きなさい。ただし、液体のメタノールの燃焼熱は 726 [kJ/mol] である。

(2) 以下の熱化学方程式を用いて、液体の二硫化炭素 (CS_2) の生成熱を求めなさい。



(3) メタン (CH_4) とプロパン (C_3H_8) の混合気体を $0 \text{ [}^\circ\text{C]}$ 、 101.3 [kPa] で 67.2 [L] を容器にとり完全燃焼したところ、 4001 [kJ] の燃焼熱を生じた。燃焼に用いられた酸素の物質量を求めなさい。ただし、メタンとプロパンの燃焼熱はそれぞれ 891 [kJ] 、 2219 [kJ] である。

解答例 : (1) $\text{CH}_3\text{OH} (\text{l}) + 3/2 \text{O}_2 (\text{g}) = \text{CO}_2 (\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O} (\text{l}) + 726 \text{ kJ}$

(2) -87 [kJ] (3) 9.0 [mol]