

北九州工業高等専門学校

令和 7 年度 専攻科学力選抜試験検査問題

V 群

(物理化学, 化学工学)

(配 点)					
	<table><tr><td>1</td><td>100 点</td></tr></table>	1	100 点	<table><tr><td>2</td><td>100 点</td></tr></table>	2
1	100 点				
2	100 点				

(注意事項)

1. 問題は指示があるまで開かないこと。
2. 問題は本紙を除き 2 枚あるため, 検査開始の合図のあとに枚数を確認すること。
3. 検査中に問題の印刷不鮮明, ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気づいた場合, 静かに手を高く上げて監督者に知らせること。
4. 解答用紙すべてに受験番号を記入すること。
5. 問題用紙のホッチキス留めは外さないこと。

北九州工業高等専門学校
令和 7 年度 専攻科学力選抜試験 検査問題
V 群 (物理化学, 化学工学)

- 1 次の物理化学に関する問いに答えなさい。特に断らない限り，気体は全て完全気体であり，系の圧力は 1 [bar]，気体定数 $R = 8.314 \text{ [J/(K} \cdot \text{mol)]}$ とする。(配点 100 点)

問 1 次の説明の下線部が正しければ○，誤りがあれば×を記入しなさい。

- (1) 温度 T の条件下で体積 V_i の完全気体を等温可逆的に体積 V_f まで変化させたとき，気体の内部エネルギー変化 ΔU は $\Delta U = 0$ である。
- (2) 孤立系の気体を外圧一定下で膨張させると，気体の温度は上がる。
- (3) 同じ気体で定圧モル熱容量 C_p と定積 (定容) モル熱容量 C_v を比較すると，定積 (定容) モル熱容量 C_v の方が大きい。
- (4) 系に仕事がか加わると，系のエントロピーは増大する。
- (5) 図 1-1 は 2 種類の成分 A, B を含む混合物の温度-組成図である。これによると，この混合物はどんな組成でも 40℃未満で液体になることはない。
- (6) 図 1-2 はある平衡反応の反応物 (点線) と生成物 (実線) のエネルギー準位図である。これによると，この平衡反応は正反応の向きが発熱反応である。

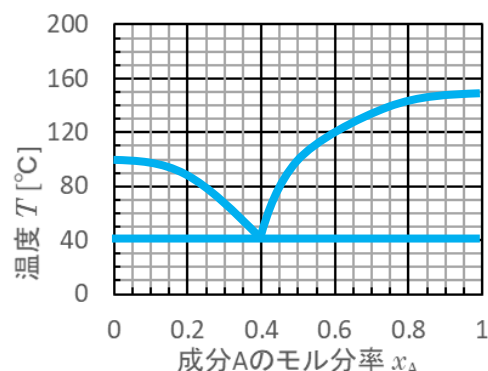


図 1-1 固体では互いに混ざり合わず，液体では完全に混ざり合う 2 種類の成分を含む混合物の相図

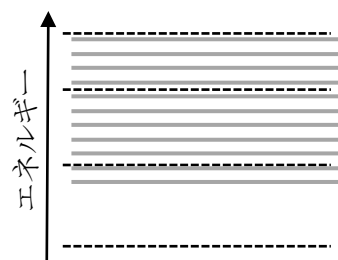


図 1-2 ある平衡反応の反応物 (点線) と生成物 (実線) のエネルギー準位図

問 2 次の問いに答えなさい。計算過程を示すこと。

- (1) 酸化カルシウム CaO の 298 [K]における標準モルエントロピー $S_m^\ominus$ は 39.75 [J/(K mol)]である。酸化カルシウムの温度が 298 [K]から 348 [K]に変化した時の標準モルギブズエネルギー変化 $\Delta G_m^\ominus$ の値を求めなさい。
- (2) 298 [K]において二酸化炭素 CO_2 の体積が 10.0 [dm³]から 30.0 [dm³]に変化した時のモルギブズエネルギー変化 ΔG_m の値を求めなさい。

問 3 次の問いに答えなさい。(2) は計算過程を示すこと。

- (1) ある 2 成分系理想希薄溶液の体積を V ，温度を T ，この溶液に含まれる溶質 (非電解質) の物質量を n とする。発生する浸透圧 Π を文字式で表しなさい。
- (2) 25 [°C]において 2 種類の溶媒 A, B の混合溶液があり，気液平衡が成立しているとする。混合溶液中の溶媒 A のモル分率が 0.40，混合蒸気中の溶媒 A のモル分率が 0.60 であるとしたとき，25 [°C]における純粋な溶媒 B の蒸気圧 p_B^* を求めよ。ただし，この混合溶液は理想溶液であり，25 [°C]における純粋な溶媒 A の蒸気圧 p_A^* は 45 [kPa]とする。

(2 枚中 2 枚)

北九州工業高等専門学校
令和 7 年度 専攻科学力選抜試験 検査問題
V 群 (物理化学, 化学工学)

2 次の化学工学に関する問いに答えなさい。(配点 100 点)

問 1 炉壁 $1.00[\text{m}^2]$ 当たりの伝熱量 $Q[\text{W}]$ は以下の式で表される。図 2-1 に示す厚さ $200[\text{mm}]$, 熱伝導度 $2.00[\text{W}/(\text{m K})]$ の耐熱レンガ, 厚さ $200[\text{mm}]$, 熱伝導度 $1.00[\text{W}/(\text{m K})]$ の赤レンガを重ねた壁がある。炉内温度 $1200[^\circ\text{C}]$, 外表面温度 $60.0[^\circ\text{C}]$ であるとき耐熱レンガと赤レンガの接触面の温度を求めなさい。 L は熱が伝わる長さ $[\text{m}]$, T は伝熱物質の壁の温度 $[\text{C}]$, k は熱伝導度 $[\text{W}/(\text{m K})]$ を表す。

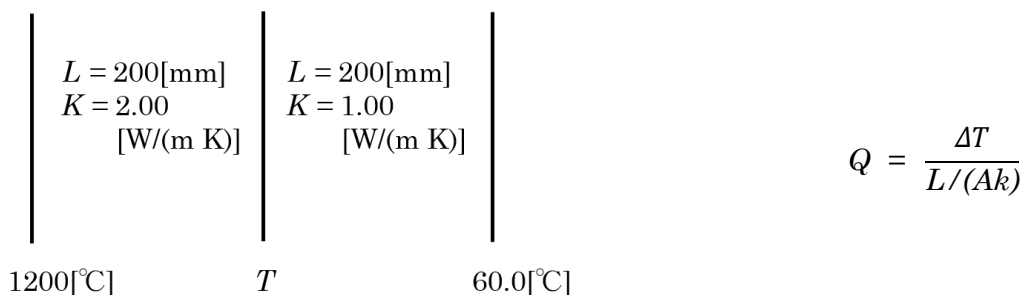


図 2-1

問 2 トルエン 30[wt%] を含むキシレン溶液 $40[\text{kg/h}]$ を連続蒸留塔に供給し, 塔頂よりトルエン 90[wt%] の留出液を得たい。缶出液のトルエン濃度を 10[wt%] とした場合, 缶出液量 $W[\text{kg/h}]$, 留出液量 $D[\text{kg/h}]$ を求めなさい。

問 3 図 2-2 は酢酸, 水, ベンゼンの溶解度曲線と酢酸を含むベンゼン溶液(原料) $F[\text{mol/s}]$ (酢酸モル分率 $z[-]$) を水を抽剤として $S[\text{mol/s}]$ (酢酸モル分率 $y_0[-]$) で単抽出した場合の抽出液量 $E[\text{mol/s}]$ (酢酸モル分率 $y[-]$), 抽残液量 $R[\text{mol/s}]$ (酢酸モル分率 $x[-]$) を求める作図を示している。抽出液量 E (酢酸モル分率 $y[-]$), 抽残液量 R (酢酸モル分率 $x[-]$) を求める式を, 原料量 F , 抽剤量 S , 図中の線分長さ (例: 線分 xy は xy と表す) を用いて表しなさい。 x_M は酢酸の平均組成を表す。

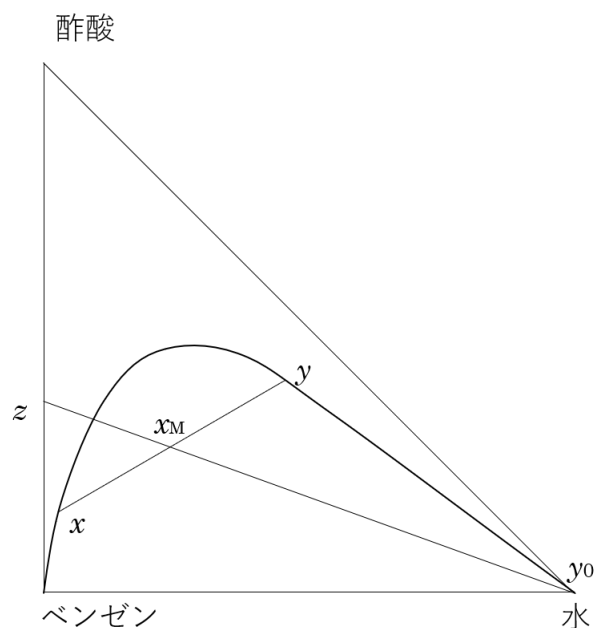


図 2-2