

令和 8 年度学群編入学試験

理工学群化学類

学 力 検 査

(専門科目)

問 題 冊 子

注意事項

- ① 問題Ⅰ～Ⅲの全問題について解答すること。
- ② 解答用紙は各問題に対して1枚使用し、それぞれの解答用紙には「問題Ⅰ」のように問題番号を明記すること。
- ③ 解答が書ききれない場合には、「裏へ」と明記して、その解答用紙の裏面に続けて書くこと。
- ④ 計算が必要な問題については計算過程も示すこと。
- ⑤ 下書き用紙は採点しない。
- ⑥ 試験時間は120分です。

問題 I 次の問 1～問 3 に答えよ。

問 1 次の 1)～4) に答えよ。

- 1) $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ に関し, IUPAC 命名法に則った名称を答えよ。
- 2) $[\text{CoBr}_2(\text{NH}_3)_4]^+$ について, 全ての異性体の構造式を示せ。
- 3) 「常磁性」と「反磁性」について, 電子に着目してこれらの違いを説明せよ。
- 4) 「示強性」と「示量性」について, それぞれ例を挙げて説明せよ。

問 2 次の 1)～3) の値を, 図 1 の $E_1 \sim E_4$ および E_{vac} を用いて表せ。ただし, E_{vac} は電子が原子から完全に離れているときのエネルギー(真空準位)を指す。また, ある軌道に電子が出入りしても軌道エネルギー準位は変化しないものとし, 図に示したエネルギー準位以外は考慮しなくてよい。

- 1) 第一イオン化エネルギー
- 2) 電子親和力
- 3) マリケンの電気陰性度

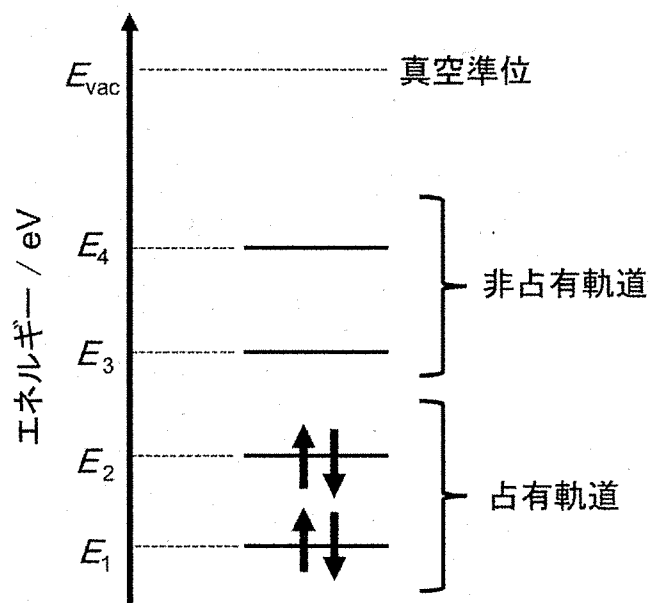


図 1 電氣的に中性な原子の真空中の軌道エネルギー準位

(次ページに続く)

問3 表1について、次の1)～4)に答えよ。ただし、大気中の二酸化炭素の影響はないものとする。

表1 さまざまな酸の pK_a (25℃の水溶液における値, $K_{a1} \sim K_{a3}$ は酸解離定数)

酸	pK_{a1}	pK_{a2}	pK_{a3}
酢酸	4.76		
クエン酸	3.13	4.77	6.40
リン酸	1.96	7.12	12.3
ホウ酸	9.19		

- 1) pH 3.0 および pH 7.0 において最も高い緩衝能を示す緩衝液をそれぞれ調製する際に、最も適切な酸はどれか、それぞれ表1から選び理由とともに答えよ。
- 2) プロトン (H^+) と共役塩基 (A^-) からなる弱酸 (HA) の pK_a と、HA 水溶液の pH の関係を表す式を、濃度を表す記号 ($[A^-]$ および $[HA]$) を用いて示せ。
- 3) リン酸二水素ナトリウム水溶液 (0.050 mol L^{-1})、リン酸水素ナトリウム水溶液 (0.050 mol L^{-1})、純水を用いてリン酸緩衝液 (0.010 mol L^{-1} , pH 7.12) を 1.0 L 調製するためには、それぞれを何 L 用いればよいか有効数字 2 桁で答えよ。導出過程も示すこと。
- 4) 酢酸水溶液 (0.30 mol L^{-1})、水酸化ナトリウム水溶液 (0.20 mol L^{-1})、純水を用いて、酢酸緩衝液 (0.050 mol L^{-1} , pH 5.06) を 0.90 L 調製するためには、それぞれを何 L 用いればよいか有効数字 2 桁で答えよ。導出過程も示すこと。ただし、 $10^{0.30} = 2.0$ とする。

問題Ⅱ 次の文を読んで、以下の問1、問2に答えよ。ただし、気体定数 $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ を用いよ。

問1 一次元の位置 x に関する化学ポテンシャル μ の傾きは、分子のモル当たりの実効的な力 F とみなすことができる。その場合、この力 F を次のように表すことができる。

$$F = - \left(\frac{\partial \mu}{\partial x} \right)_{T,p}$$

ここで、 T と p は、それぞれ温度と圧力を示す。次の1)、2)に答えよ。

- 1) 溶質の活量 a が位置 x に依存する不均一な溶液を考える。標準状態における化学ポテンシャルを μ° とすると、 $\mu = \mu^\circ + RT \ln a$ である。ここで、 $\ln$ は自然対数を意味する。このときの力 F を、 a を用いて、対数を使わない形で表せ。導出過程も示すこと。
- 2) 図2に示すように、溶質が x 方向に対して直線的な濃度勾配をもつ溶液を考える。 $x=0, k$ における濃度をそれぞれ $C(0), C(k)$ として表す。次の i) ~ iii) に答えよ。ただし、活量係数は1とする。

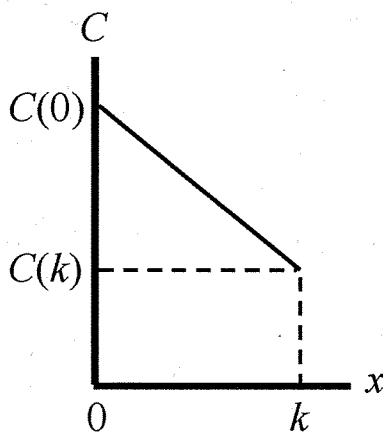


図2 溶液の濃度勾配

- i) 溶液の位置 x ($0 \leq x \leq k$) における濃度 $C(x)$ を、 $C(0), C(k), x, k$ を使って表せ。
- ii) $0 \leq x \leq k$ における平均濃度 $\bar{C}$ を、 $C(0)$ と $C(k)$ を使って表せ。
- iii) 2.77 cm 離れた2点間の濃度差が 0.40 mol L^{-1} 、平均濃度が 1.77 mol L^{-1} であるとき、溶質が受ける力の大きさ $|F|$ (N mol^{-1}) を有効数字2桁で答えよ。計算過程も示すこと。ただし、 $T = 295 \text{ K}$ とする。

(次ページに続く)

問2 化学平衡に関して、次の1)～2)に答えよ。

- 1) 次の ～ に入る適切な語句または係数を答えよ。ただし、 と は増加または減少のどちらかを選べ。

ある化学反応が平衡状態にあるとき、その平衡定数 K と標準反応ギブズエネルギー ΔG° の間には、次の関係がある。

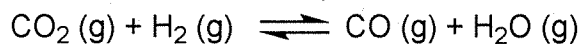
$$\Delta G^\circ = -RT \ln K \quad (\text{式1})$$

式1を、標準反応エンタルピー ΔH° と標準反応エントロピー ΔS° を用いて書き直すと、

$$\ln K = \text{ア} \Delta H^\circ + \text{イ} \Delta S^\circ \quad (\text{式2})$$

となる。式2から、温度上昇したとき、発熱反応ならば K は し、吸熱反応ならば K は することが分かる。これは、温度変化に関する の原理を表している。

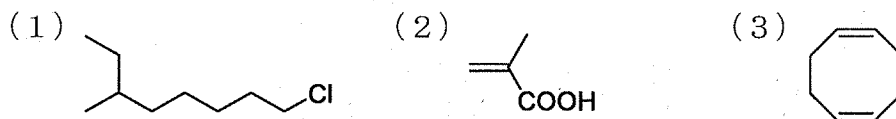
- 2) 次の化学反応、



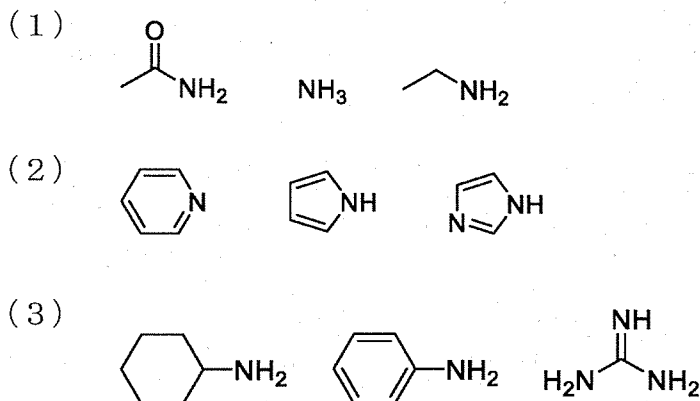
に対し、その平衡定数を測定したところ、温度 $T_1 = 400 \text{ K}$ で $\ln K_1 = -7.29$ 、温度 $T_2 = 800 \text{ K}$ で $\ln K_2 = -1.39$ となった。このときの ΔH° を有効数字2桁で答えよ。計算過程も示すこと。ただし、 ΔH° と ΔS° は温度に依存しないものとする。

問題 III 次の問 1 ～ 6 に答えよ.

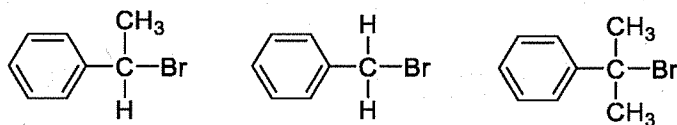
問 1 以下の(1)～(3)の化合物に関し, IUPAC 命名法に則った名称を答えよ.



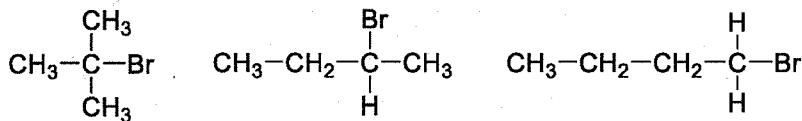
問 2 以下の化合物を塩基性度の高い順に左から右に並べよ.



問 3 以下の化合物を S_N1 反応に対する反応性が高い順に左から右に並べよ. さらに, そのように判断した理由を「中間体」という語句を用いて 70 字程度で答えよ.

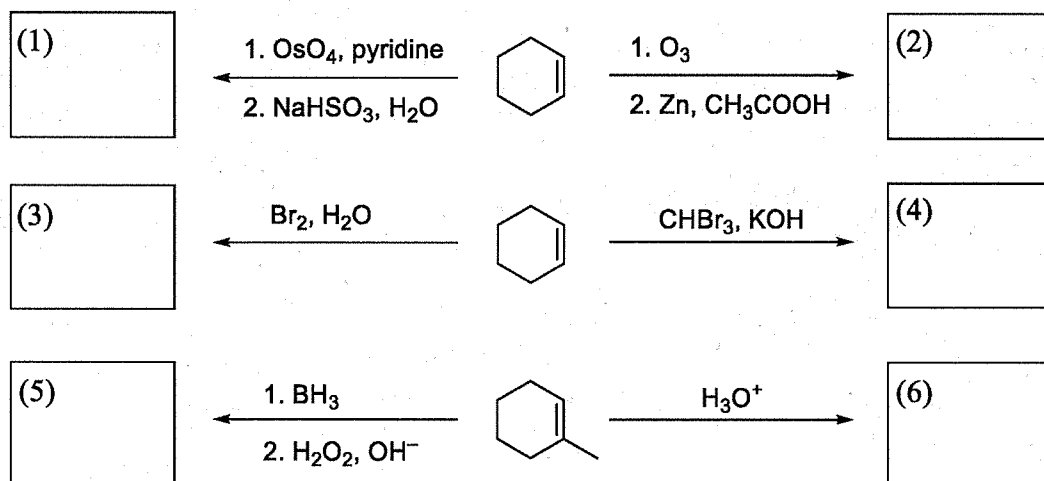
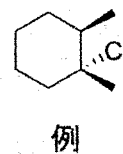


問 4 以下の化合物を S_N2 反応に対する反応性が高い順に左から右に並べよ. さらに, そのように判断した理由を「遷移状態」という語句を用いて 70 字程度で答えよ.



(次ページに続く)

問5 以下の各反応の主生成物となる有機化合物 (1)~(6) の構造式を書け。ただし, *cis-trans* 異性体が存在する場合には, 右の例に示すように書くこと。エナンチオマーは区別しなくて良い。



問6 以下の各反応の主生成物となる有機化合物 (1)~(4) の構造式を, 枠内の組成式を参考に書け。

