

令和 9 年度横浜国立大学理工学部編入学試験解答用紙

学科 (EP) : 化学・生命系学科 (化学 EP 及び化学応用 EP)

試験科目: 専門科目

氏 名

受験番号

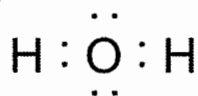
無機化学

(解答はこれより下に記入すること。)

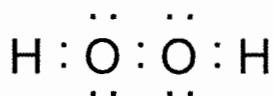
1.

(1)

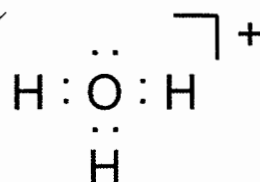
水



過酸化水素



オキソニウムイオン



(2)

水分子の結合角はメタンと同様に sp^3 混成軌道で説明される。具体的には 2 つの O-H 上の共有電子対と O 上の 2 つの非共有電子対の合計 4 つが反発するように四面体を形成している状態で配置されている。ただし、非共有電子対は電子密度が高く、共有結合を作っている電子対と非共有電子対の反発は大きくなるため、結合角はメタンの $\angle\text{HCH}$ よりも小さくなる。オキソニウムイオンは非共有電子対が一つなので、非共有電子対と O-H の電子対同士の反発が減少することになる。その結果、オキソニウムイオンの $\angle\text{HOH}$ の結合角のほうが、水分子の $\angle\text{HOH}$ の結合角よりも大きくなる。

(3)

水の方が密度が高い。0℃、1 気圧における氷は、水分子が水素結合により六角形の隙間の多い構造をとる。これに対して、水中では水素結合による網目構造が部分的に破壊されて隙間を埋めるため、氷よりも密度が高くなる。

2.

(1) Na、Mg のいずれも最外殻の電子軌道は 3s である。原子核から最外殻の電子までの距離は原子核の正電荷が大きい Mg の方が短いため、3s 軌道の電子はより強く引きつけられて、安定に存在している。そのため、第一イオン化エネルギーは Mg が大きな値となる。一方で、Mg の第二イオン化エネルギーは 3s 軌道のもう一つの電子を取り去るエネルギーであり、Ne の電子配置となって安定化するが、Na の第二イオン化エネルギーは安定な Ne に等価な電子配置から一つの電子を取り去るためのエネルギーなので非常に大きな値となるため、Na の第二イオン化エネルギーは Mg よりも大きな値となる。

----- (解答はこれより下に記入すること。) -----

(2) Al の電子配置は $[\text{Ne}]3s^23p^1$ であり、3p 軌道の電子は 3s 軌道の電子よりも原子核からやや遠く、エネルギー的には不安定である。また、3p 軌道は内殻電子による遮蔽効果を受けやすく有効核電荷が小さくなることから、電子は弱く束縛されている。さらに、Mg の $3s^2$ は閉殻構造で安定である。これらに起因して、Al では原子核からの引力を受けにくい 3p 電子が最初に失われるために、第一イオン化エネルギーが Mg よりも小さくなる。

(3) N と O の基底状態の電子配置は、それぞれ、 $[\text{He}]2s^22p_x^12p_y^12p_z^1$ 、 $[\text{He}]2s^22p_x^22p_y^12p_z^1$ である。O では 2p 軌道の一つに二つの電子が入っていて、これらは互いに強く反発し合うが、それが核電荷の増加の影響を上回るためである。また、O から電子を一つ奪って O^+ を生成する際の電子は逆向きのスピンを持つために交換エネルギーを失うことがないこと、および、N の半充填された p 軌道はよく安定されていて、ここからイオン化するには多くの交換エネルギーを失うことも理由である。

3.

(1) NaCl が岩塩型構造をとることから、その格子定数 a は Na^+ と Cl^- の距離の 2 倍となる。

すなわち、 $a = 564 \text{ pm}$ となる。

立方晶の結晶における(hkl)の面間隔 d は、

$$\frac{1}{d^2} = \frac{h^2 + k^2 + l^2}{a^2}$$

$$d = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}$$

と表せる。ここに $h=0$ 、 $k=3$ 、 $l=4$ を代入すると、

$$d = 112.8 \text{ pm} = 113 \text{ pm}$$

となる。

(2) 高圧ほどより高密度な相が安定となり、イオン結晶ではより充填度の高い構造になる。陰イオンの方が陽イオンと比較して圧縮されやすいと考えられるので、見かけ上、陰イオン半径に対する陽イオン半径の比が増加して、より配位数の高い構造に相転移すると考えられる。岩塩型構造の配位数は 6 であるのに対して、塩化セシウム型構造の配位数は 8 であることから、高圧下では岩塩型構造から塩化セシウム型構造への相転移が生じる。

令和 9 年度横浜国立大学理工学部編入学試験解答用紙

学科 (EP) : 化学・生命系学科 (化学 EP 及び化学応用 EP)

試験科目: 専門科目

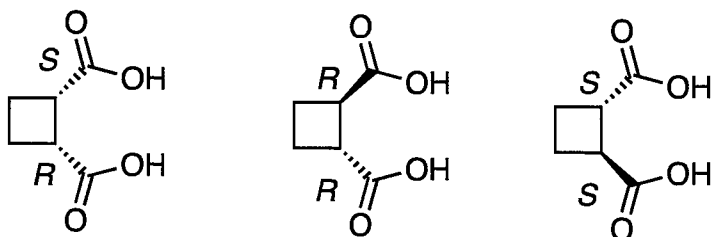
氏 名

受験番号

有機化学

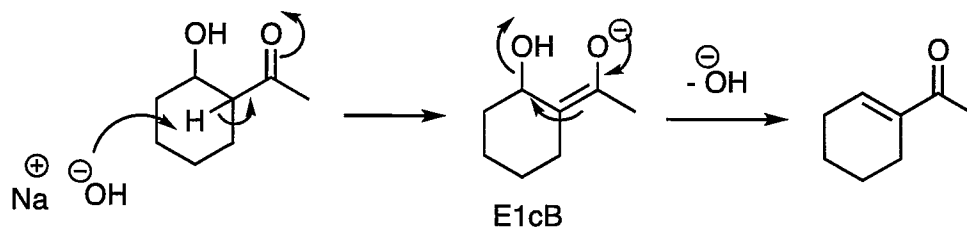
(解答はこれより下に記入すること。)

1.

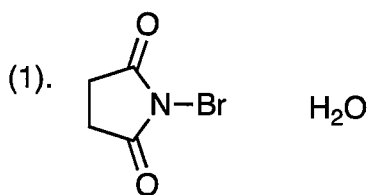


メソ化合物

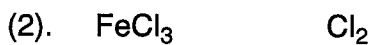
2.



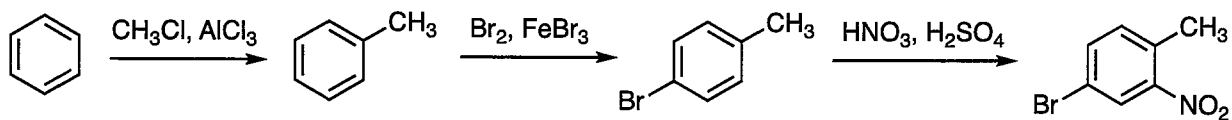
3.



(N-bromosuccinimide; NBS)



4.



令和9年度横浜国立大学理工学部編入学試験解答用紙

学科 (EP) : 化学・生命系学科 (化学 EP 及び化学応用 EP)

試験科目: 専門科目	氏 名	受験番号
物理化学		

(解答はこれより下に記入すること。)

1.

- (1) 速度式を $v = k_{300}[A]^n$ とおくと、初速度 v_0 は初濃度 $[A]_0$ を使って $v_0 = k_{300} [A]_0^n$ と表せる。初濃度が 2 倍になると初速度も 2 倍になることから

$$\log \frac{v_0}{2v_0} = n \log \frac{[A]_0}{2[A]_0}$$

したがって $n = 1$

- (2) 半減期が半分になると速度定数は 2 倍となるため、アレニウスの式より

$$\ln 2 = \frac{E_a}{8.31} \left(\frac{1}{300} - \frac{1}{310} \right)$$

$$E_a = 53.6 \text{ kJ mol}^{-1}$$

- (3) アレニウスの式より

$$\ln \left(\frac{k_{r,\text{catalysed}}}{k_{r,\text{uncatalysed}}} \right) = \frac{E_{a,\text{uncatalysed}} - E_{a,\text{catalysed}}}{RT}$$

$$E_{a,\text{uncatalysed}} - E_{a,\text{catalysed}} = RT \ln 1.00 \times 10^3 = 8.31 \times 300 \times 3(0.693 + 1.61) = 17.2 \text{ kJ mol}^{-1}$$

解答. (1) 1 次, (2) 53.6 kJ mol⁻¹, (3) 17.2 kJ mol⁻¹

2.

- (1) 拡散方程式は次式で表される。

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D \frac{\partial^2 c}{\partial x^2}$$

$$\frac{\partial^2 c}{\partial x^2} = \frac{1}{4} c_0 e^{-\frac{x}{2}} = \frac{c}{4} \quad \text{より} \quad \frac{\partial c}{\partial t} = D \frac{c}{4}$$

- (2) 溶質濃度の変化が拡散と対流の両方による場合、 $\frac{\partial c}{\partial t}$ は次式で表される。

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} - v \frac{\partial c}{\partial x}$$

$$\frac{\partial c}{\partial x} = -\frac{1}{2} c_0 e^{-\frac{x}{2}} = -\frac{c}{2} \quad \text{より} \quad \frac{\partial c}{\partial t} = D \frac{c}{4} + v \frac{c}{2} = \left(\frac{D}{4} + \frac{v}{2} \right) c$$

$$\frac{\partial c}{\partial t} = 0 \quad \text{となるとき、} \quad v = -\frac{D}{2}$$

解答. (1) $\frac{\partial c}{\partial t} = D \frac{c}{4}$, (2) $\frac{\partial c}{\partial t} = \left(\frac{D}{4} + \frac{v}{2} \right) c$, $v = -\frac{D}{2}$

3. エンタルピー変化 ΔH と内部エネルギー変化 ΔU の差は

$$\Delta H - \Delta U = -3 \text{ mol} \times 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 300 \text{ K} = -7.48 \text{ kJ}$$

解答. -7.48 kJ

令和9年度横浜国立大学理工学部編入学試験解答用紙

学科 (EP) : 化学・生命系学科 (化学 EP 及び化学応用 EP)

試験科目: 専門科目

氏 名

受験番号

分析化学

(解答はこれより下に記入すること。)

1.

イオン強度は $\mu = \frac{1}{2} \sum C_i Z_i^2$ で表されるため、(C_i はイオン種 i のモル濃度)

$$\mu = \frac{1}{2} [(4.0 \times 10^{-4}) \times 1^2 + (2.0 \times 10^{-4}) \times 2^2] = 6.0 \times 10^{-4}$$

よって、 K^+ については $\log f_K = -0.51 \times 1^2 \times \sqrt{6.0 \times 10^{-4}} = -1.24 \times 10^{-2}$ 解答 -1.2×10^{-2}

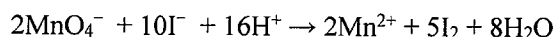
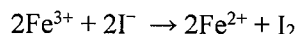
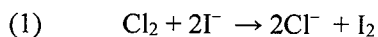
SO_4^{2-} については $\log f_{SO} = -0.51 \times 2^2 \times \sqrt{6.0 \times 10^{-4}} = -4.98 \times 10^{-2}$ 解答 -5.0×10^{-2}

2.

混合溶液の体積は 20 mL であり、生成定数は十分に大きいため、錯体形成は完全に進行していると考え
る。この時、混合溶液において $[ML^{2+}] = 0.25 \text{ (mol/L)}$ と近似できる。

$$\text{生成定数} = \frac{[ML^{2+}]}{x^2} = 1.0 \times 10^8 \quad x = 5.0 \times 10^{-5} \quad \text{解答: } 5.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

3.



(2) ヨウ素滴定法

(3) 0.0100 M チオ硫酸ナトリウム水溶液の滴定量 18.6 mL 中の、 $S_2O_3^{2-}$ の物質量は $1.86 \times 10^{-4} \text{ (mol)}$

[1][2] の反応式より、 $[Cu^{2+}] = [S_2O_3^{2-}] = 1.86 \times 10^{-4} \text{ (mol)} / 0.0250 \text{ (L)} = 7.44 \times 10^{-3} \text{ (mol/L)}$

解答: $7.44 \times 10^{-3} \text{ (mol/L)}$