

2026年度  
東北工業大学大学院  
博士（前期）課程 入学試験（1期）  
**工学研究科**  
**専門科目（環境応用化学Ⅰ）**

**注 意 事 項**

試験開始前に監督者の指示することをよく聞いて、その指示に従ってください。

- (1) 「解答はじめ」で、鉛筆をとって書いてください。「解答やめ」で、途中でもやめて鉛筆を置いてください。
- (2) 問題・解答用紙の欄に受験専攻、受験番号、氏名を必ず記入してください。
- (3) 試験時間は60分です。
- (4) この冊子は、専門科目（環境応用化学Ⅰ）の問題・解答用紙綴りです。
- (5) 表紙を含めて全部で6ページあります。
- (6) 各問題の解答は、設間に応じて書き込むようになっています。
- (7) 全5問の中から3問を選択してください。
- (8) 4問以上解答した場合、点数の低い順に集計します。

受 験 専 攻	
受 験 番 号	
氏 名	

2026年度 東北工業大学大学院博士（前期）課程  
入学試験（1期）工学研究科 専門科目（環境応用化学I）問題・解答用紙

受験専攻		受験番号		氏名	
------	--	------	--	----	--

問題1 次の各問いに答えなさい。

(1) 次の不定積分を求めなさい。

$$\int \frac{x}{\sqrt{x+2}} dx$$

(2)  $x = 0$  の近くで次の関数に近似的に等しくなる2次関数を求めなさい。

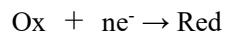
$$f(x) = \frac{1 + 3x}{1 - x}$$

－解答欄－

2026年度 東北工業大学大学院博士（前期）課程  
入学試験（1期）工学研究科 専門科目（環境応用化学 I）問題・解答用紙

受験専攻		受験番号		氏名	
------	--	------	--	----	--

問題2 酸化体が Ox、還元体が Red とすると、反応式は以下のように書ける。n は反応電子数である。

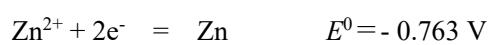


上記の式における電極電位  $E$  は次式で表される。 
$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a_{\text{ox}}}{a_{\text{Red}}}$$

( $E^0$ :標準電極電位、 $R$ : 気体定数  $8.31 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$ 、 $F$ : ファラデー一定数  $96500 \text{ C/mol}$ 、 $T$ : 温度 K)

上記を参考にして、問い合わせに答えなさい。

(1) 25°C、1.00 M ZnSO<sub>4</sub>溶液に浸漬した亜鉛電極の電気化学反応式は以下のようになる。この亜鉛電極の電極電位Eを求めなさい。

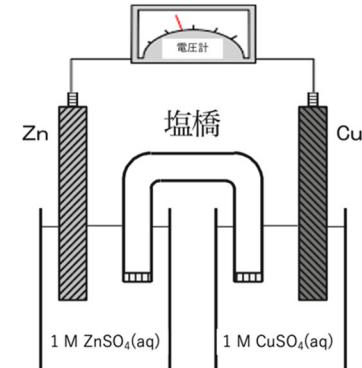


なお、Zn（固体）の活量1とする。

(2) 25°C、1.00 M CuSO<sub>4</sub>溶液に浸漬した銅電極の電気化学反応式は以下のようになる。この銅電極の電極電位Eを求めなさい。なお、Cu（固体）の活量1とする。



(3) (1)および(2)の電極を右の図のように飽和KClを含む寒天で繋いで銅－亜鉛電池とした。このときの電子およびイオンの動きを説明しなさい。



(4) (3)における、放電初期の起電力 (V) を求めなさい。

(5) (3)の放電ののち、CuSO<sub>4</sub>溶液の濃度は0.02 M となり、ZnSO<sub>4</sub>溶液の濃度は1.98 M となった。このときの起電力 (V) を求めなさい。なお、両液とも25°Cとする。

(6) (5)ののち銅電極の質量を測定すると6.35g増加していた。放電時の電気量 (C) を求めなさい。また、亜鉛電極の溶解量 (g) を求めなさい。なお、銅の原子量63.5、亜鉛の原子量65.4とし、両極とも亜鉛の溶解と銅の析出のみ起こるものとする。

2026年度 東北工業大学大学院博士（前期）課程  
入学試験（1期）工学研究科 専門科目（環境応用化学 I）問題・解答用紙

受験専攻		受験番号		氏名	
------	--	------	--	----	--

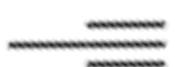
問題3 以下の問いに答えなさい。

(1) (i)次の化合物 **a**～**d** の骨格構造式ですべての炭素原子の位置を例にならい\*で示しなさい。また、それぞれの炭素原子の混成状態( $sp^3$ 混成、 $sp^2$ 混成、 $sp$ 混成)を示しなさい。

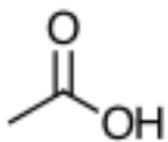
**a**



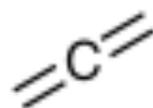
**b**



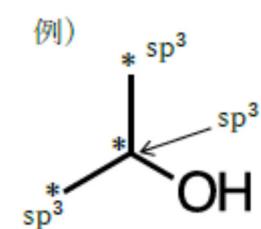
**c**



**d**



例)



(ii) (i)の化合物 **a**～**d** の分子式と IUPAC 名(和・英いずれも可)を書きなさい。

**a**

**b**

**c**

**d**

分子式

IUPAC 名

(2) 分子式  $C_5H_{12}$  の構造異性体をすべて挙げ、沸点の高い順に構造式で示しなさい。ただし、構造式は Kekulé 構造式、単結合を省略し簡略化した式、または骨格構造式のいずれで記述してもよい。また、沸点の高低が示した順になる理由を説明しなさい。

高 ← 沸点 → 低 | 説明

(3) 酢酸( $CH_3COOH$ )、ギ酸( $HCOOH$ )、安息香酸( $\text{C}_6H_5COOH$ )の酸解離定数  $K_a$  の値は  $25^\circ\text{C}$ 、イオン強度  $0 \text{ mol dm}^{-3}$  においてそれぞれ、 $1.74 \times 10^{-5}$ 、 $1.78 \times 10^{-4}$ 、 $6.31 \times 10^{-5}$  である。それらの物質の  $pK_a$  の値を計算し、酸性の強いものから順に並べなさい。(記号で示してもよい)

(a) 醋酸

(b) ギ酸

(c) 安息香酸

$pK_a$

強 ← 酸性 → 弱

(4) 2-メチルプロパン-1-オールを適切な酸化剤を用いて酸化し、主生成物としてアルデヒドとカルボン酸を得た。

(i) 2-メチルプロパン-1-オールの構造式を示しなさい。ただし、構造式は Kekulé 構造式、単結合を省略し簡略化した式、または骨格構造式のいずれで記述してもよい。

(ii) 主生成物のアルデヒドおよびカルボン酸の IUPAC 名(和・英いずれも可)と構造式を示しなさい。ただし、構造式は Kekulé 構造式、単結合を省略し簡略化した式、または骨格構造式のいずれで記述してもよい。

2026年度 東北工業大学大学院博士（前期）課程  
入学試験（1期）工学研究科 専門科目（環境応用化学I）問題・解答用紙

受験専攻		受験番号		氏名	
------	--	------	--	----	--

問題4 以下の問いに答えなさい。

(1) 吸光度法に関する次の問いに答えなさい。  
(a) ベールの法則に従うことが明らかである着色した物質のある溶液は、光路長 1.00 cm の場合、80.0%の透過率を示す。同じセルを用いた時、2倍の濃度の溶液の透過率を計算しなさい。

(b) ベールの法則に従うことが明らかである着色した物質のある溶液は、光路長 1.00 cm の場合、80.0%の透過率を示す。最初の濃度の2倍の濃さの溶液において、同じ透過率（80.0%）を与えるために要求される光路長を求めなさい。

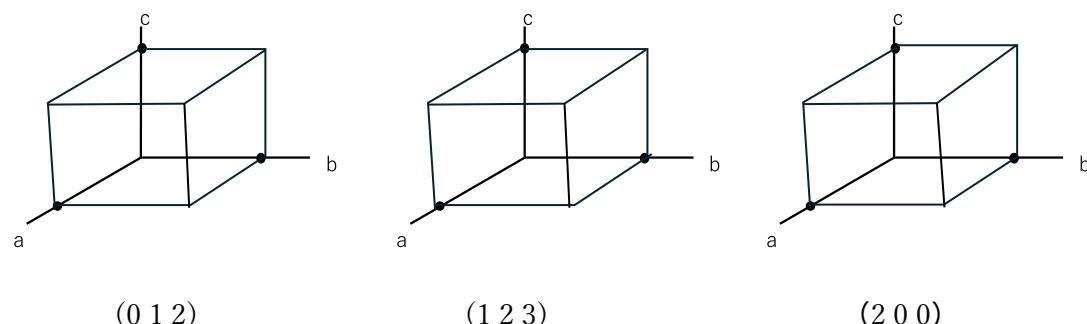
(c) 吸光度には加成性がある。加成性が成立する場合として次の問いに答えなさい。

亜硝酸イオンの 355 nm におけるモル吸光係数は  $23.3 \text{ mol}^{-1} \text{ L cm}^{-1}$  であり、302 nm の値に比較して 2.50 倍である。一方、硝酸イオンのモル吸光係数は 355 nm では無視できるほど小さい。302 nm では  $7.24 \text{ mol}^{-1} \text{ L cm}^{-1}$  である。

ある亜硝酸イオンと硝酸イオンの混合物は、302 nm 及び 355 nm においてそれぞれ 1.010 と 0.730 の吸光度であった。混合物中のそれぞれ 2つのイオンのモル濃度を求めなさい。なお、測定に用いたセルの光路長は、1.00 cm である。

(2) X 線回折法 (XRD) について次の問いに答えなさい。

(a) 次のようなミラー指数を有する原子網面を図に書き込みなさい。軸上の●は各軸の 1 周期の長さを表している。



(b) 波長  $1.5418 \text{ \AA}$  の X 線を使い、ある物質の X 線回折線を測定したところ、角度 ( $2\theta = 13.90^\circ, 21.79^\circ$ ) に回折線が観測された。各々の面間隔を求めなさい。なお回折次数は 1 としてよい。

(3) 核磁気共鳴分析法 (NMR) について次の問いに答えなさい。

1-クロロプロパンの  $^1\text{H-NMR}$  を測定すると  $\delta = 1.03, 1.80, 3.51$  にピークが観測された。1-クロロプロパンの構造式を書いてそれぞれのシグナルを帰属しなさい。また大まかな NMR スペクトルを描いて積分曲線もかき入れなさい。

2026年度 東北工業大学大学院博士（前期）課程  
入学試験（1期）工学研究科 専門科目（環境応用化学I）問題・解答用紙

受験専攻		受験番号		氏名	
------	--	------	--	----	--

問題5 以下の問いに答えなさい。

(1) 内径 10.0 cm の管内を水が  $6.00 \times 10^2$  g/min で流れている。(a)体積流量(m<sup>3</sup>/s)を求めなさい。(b)平均速度 (m/s) を求めなさい。(c)レイノルズ数を求めなさい。(d)この流れは層流か乱流か判定しなさい。ただし水の密度は 1000 kg/m<sup>3</sup>、粘度は 1.00 mPa·s とする。

(2) 1 atm, 100°Cで気液平衡にあるベンゼン-トルエン混合物がある。100°Cにおける、ベンゼンとトルエンの蒸気圧はそれぞれ 179.1 kPa と 74.51 kPa であり、系は理想溶液あるとする。(a)液相中のベンゼンのモル分率を求めなさい。(b)気相中のベンゼンのモル分率を求めなさい。

(3)  $A + 4B \rightarrow 2C$  で表される液相反応がある。各成分の初期濃度をそれぞれ  $C_{A0}=20$  mol/m<sup>3</sup>,  $C_{B0}=120$  mol/m<sup>3</sup>,  $C_{C0}=0$  とする。(a)A の反応率  $x_A$  が 0.6 のとき、各成分の濃度を求めなさい。(b) C の濃度が 30 mol/m<sup>3</sup> のとき、A の反応率を求めなさい。