

令和 8 年度（2026 年度）
東北大学理学部編入学試験 問題
（化学科）

公表期限：2029 年 3 月末

東北大学理学部

※以下の（1）、（2）の場合を除き、複製、転載、転用することを禁じます。

- （1）受験予定者が自主学習のために使用する場合
- （2）学校その他の教育機関（営利目的で設置されているものを除く。）の教職員が教育の一環として使用する場合

2026年度東北大学理学部編入学試験（高等専門学校）

化 学

2025年9月5日（金）13:00～15:00

注意事項

1. 試験開始の合図まで問題冊子を開かないこと。
2. 試験開始後、全ての問題用紙が揃っているかどうかを確認すること。なお、本冊子に落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所などがある場合は申し出ること。
3. ①から③の問題の解答は、それぞれの解答用紙に記入すること。
また、解答用紙すべてに受験番号と氏名を記入すること。
4. 問題冊子は持ち帰ってよい。

1 (解答用紙 **1** に解答せよ)

次の問1から問5に答えよ。

リストA: Li_2 , Be_2 , N_2 , O_2 , F_2 , CO , NO

リストB: ナフタレン, アセチレン, アンモニア, シクロヘキサン, 水, グラフェン,
二酸化炭素

問1 リストAの中で, 結合次数が2であるものをすべて書け。

問2 リストAの中で, 2原子分子を形成しないものをすべて書け。

問3 リストAの中で, 常磁性であるものをすべて書け。

問4 リストBの中で, sp^2 混成軌道を有する分子をすべて書け。

問5 リストBの中で, 分子の形が直線であるものをすべて書け。

次の文章を読み, 問6から問12まで答えよ。

a) 金属は, 例えば, 青銅や鉄など, 人類の歴史で古くより知られ頻繁に用いられてきた。現代において, 金属の応用は様々あるが, その一つとして化学電池への応用がある。化学電池とは, 物質自身を持つ化学的なエネルギーを **ア** 反応によって電気エネルギーへと変換する装置である。化学電池は, 異なる種類の金属電極と電解液で構成され, それぞれの金属のイオン化傾向の違いを利用して電圧を発生させ, 電流が生じている。化学電池の電極として, 金属が使われるのは, 電気を通しやすく, 化学反応で生じる電子を放出し, 受け取ることができるからである。この自由電子が電気を伝える役割を果たすため, 電池の材料として適している。実用化された代表的な電池の一つとして, 鉛蓄電池がある。b) 鉛蓄電池は, 鉛と酸化鉛の電極を希硫酸に浸した電池である。

問6 下線 a) について, 金属の結晶構造として代表的なものを3つ書け。

問7 上記の3つのうち, 単位格子中の金属原子の充填率が最も低い結晶構造はどれか書け。

問8 空欄アを埋める適切な言葉を書け。

問 9 下線 b) について、鉛蓄電池の放電反応の化学反応式を書け。

問 10 鉛蓄電池の放電反応における鉛原子の取りうる酸化数をすべて書け。

問 11 鉛蓄電池の放電反応において、電池内の電解質水溶液中で電極の正極から負極に向かい移動するものを次の中からすべて書け。

自由電子，陽イオン，溶存窒素分子，陰イオン

問 12 以下の標準生成ギブズエネルギーの値を用い、鉛蓄電池の起電力を有効数字 2 桁で求めよ。計算過程も書くこと。ファラデー定数を $9.65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$ とする。

標準生成ギブズエネルギー (kJ mol^{-1})			
PbSO_4	H_2SO_4	PbO_2	H_2O
-813	-744	-217	-237

2

(解答用紙 2 に解答せよ)

次の問1から問3に答えよ。

問1 ある化学反応において、同じ反応物から異なる反応経路によって生成物AとBが得られて熱を放出する。ただし、どちらの反応も可逆的で、これら以外の反応は起こらないとする。

反応物 \rightleftharpoons 生成物A

反応経路1

反応物 \rightleftharpoons 生成物B

反応経路2

これらの反応に関して、以下の情報が与えられている。

反応時の温度	
室温 (300 K)	反応開始後から生成物Aが主生成物として得られ、Bはほとんど生成しなかった。
高温 (500 K)	反応開始後から十分な時間が経った後、生成物Bが主生成物として得られ、Aの生成量はわずかであった。

以下の設問(1)から(4)に答えよ。

(1) 生成物Aと生成物Bのうちで、反応速度が大きいために生成しやすいと考えられるのはどちらか、理由とともに答えよ。

(2) 生成物Aと生成物Bのうちで、熱力学的に安定なために生成しやすいと考えられるのはどちらか、理由とともに答えよ。

(3) 縦軸を「エネルギー」、横軸を「反応の進行」として反応経路1と反応経路2を比較した図を描け。ただし、反応経路1と反応経路2の活性化エネルギー (E_1 と E_2)と生成物Aと生成物Bのエネルギー (E_A と E_B)について、大小関係を図中に明記せよ。

(4) 反応経路1の反応速度定数 k は 300 K 近傍で温度 T に対して以下のように変化する。

$$\log_e k = \frac{-4360}{T} + 2 \log_e T + 30.6$$

反応経路1の300 Kにおける見かけの活性化エネルギー E_{a1} を、気体定数 R を用いた式で答えよ。見かけの活性化エネルギーは、アレニウスプロット (横軸: $\frac{1}{T}$, 縦軸: $\log_e k$) の温度 T における傾きから決定する。

問2 設問(1)から(5)に答えよ。ただし、ヘリウムは理想気体として扱い、気体定数を R 、ボルツマン定数を k_B とする。

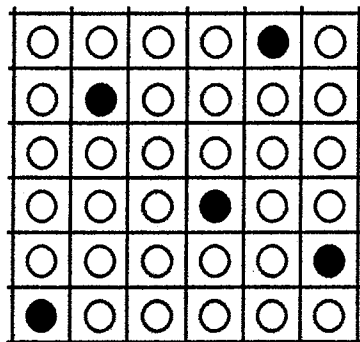
(1) 体積 V_0 の気体のヘリウムを、温度一定の条件で圧力を P_0 から P_1 に変化させたときの体積 V_1 を求めよ。

(2) 体積 V_0 の気体のヘリウムを、断熱膨張で圧力を P_0 から P_2 に変化させたときの体積 V_2 を求めよ。ただし、ヘリウムの比熱比 $\gamma = 5/3$ であると仮定せよ。

(3) 体積 V_0 の気体のヘリウムを、温度一定の条件で体積 V_3 に変化させたときの 1 mol あたりのエントロピーの変化を求めよ。

(4) 溶媒と溶質の混合に伴うエンタルピーの変化 $\Delta_{\text{mix}}H$ とエントロピーの変化 $\Delta_{\text{mix}}S$ を用いて、温度 T において溶質と溶媒が自発的に混合した溶液を生成するために必要な条件を書け。

(5) 溶媒と溶質の混合に伴うエントロピー変化について格子モデルを使って考えてみよう。格子状の小室に溶媒 1 分子 (○) または溶質 1 分子 (●) を入れる。混合前は各成分のエントロピーは 0 と考える。次に N_1 個の溶媒分子と N_2 個の溶質分子を混合して、 $(N_1 + N_2)$ 個の小室にランダムに配置する。配置の場合の数 Ω とエントロピー S を結びつけるボルツマンの関係式 $S = k_B \log_e \Omega$ と、 $N \gg 1$ での近似式 (スターリングの公式) $\log_e N! = N \log_e N - N$ を用いて、混合によるエントロピー変化 $\Delta_{\text{mix}}S$ を求めよ。



溶媒と溶質の混合を模した格子モデル

問3 AからCの文章を読み、(①) から (⑦) に適切な記号を書け。

また、(あ)には適切な番号を全て書け。

A. 中性の水素原子の電子について、主量子数を n 、方位量子数を l 、磁気量子数を m_l として、次の (1) から (6) の (n, l, m_l) の組み合わせの中から可能なものを全て選ぶと(あ)である。

- | | | |
|---------------|----------------|----------------|
| (1) (1, 0, 0) | (2) (0, 1, 0) | (3) (0, 0, 1) |
| (4) (3, 2, 1) | (5) (3, -2, 1) | (6) (3, 2, -1) |

B. 2つの波動関数 Φ_1 と Φ_2 が規格直交条件を満たしているとする。このとき、それぞれの波動関数を組み合わせて作った波動関数

$$\Psi = \frac{1}{\sqrt{2}} \Phi_1 + \frac{1}{\sqrt{2}} \Phi_2$$

が規格直交条件を満たしていることを以下の式で示す。

$$\begin{aligned} \int (\text{①}) dx dy dz &= \int \left\{ \frac{1}{\sqrt{2}} (\text{②}) + \frac{1}{\sqrt{2}} (\text{③}) \right\} \left\{ \frac{1}{\sqrt{2}} \Phi_1 + \frac{1}{\sqrt{2}} \Phi_2 \right\} dx dy dz \\ &= \frac{1}{2} \int (\text{④}) dx dy dz + \frac{1}{2} \int (\text{⑤}) dx dy dz = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1 \end{aligned}$$

注意： ψ_a の複素共役な関数は ψ_a^* とせよ。

C. 水素原子の $2p_z$ 軌道関数 $\psi_{2p_z} = \frac{r e^{-r/2a_0}}{4\sqrt{2\pi} a_0^{5/2}} \cos\theta$ の動径部分の関数 $R(r)$ を

$$R(r) = \frac{r e^{-r/2a_0}}{2\sqrt{6} a_0^{5/2}}$$

として、動径確率密度 $P(r) = r^2 |R(r)|^2$ が最大値をとるときの距離 r を求めると (⑥)

である。ここで a_0 はボーア半径である。また、原子核からの平均距離 $\langle r \rangle$ を算出する

のに、以下の式

$$\langle r \rangle = \int_0^\infty r P(r) dr$$

を用いると、 $2p_z$ 軌道関数の原子核からの平均距離は (⑦) となる。計算には次の

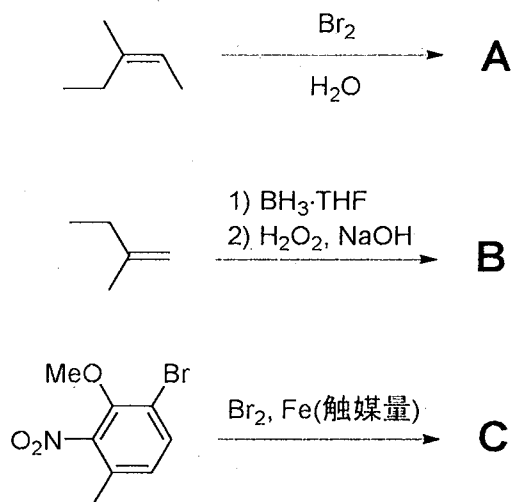
積分公式を用いよ。

$$\int_0^\infty x^n e^{-ax} dx = \frac{n!}{a^{n+1}}$$

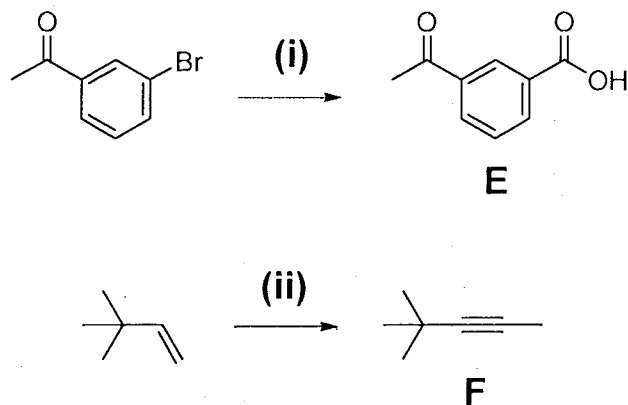
3 (解答用紙 3 に解答せよ)

以下の問 1 から問 4 に答えよ。

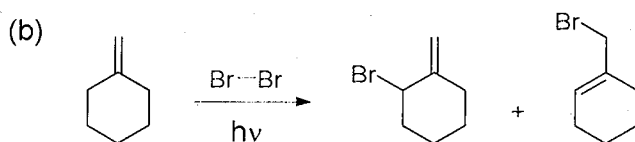
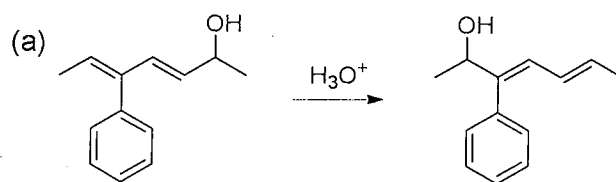
問 1 次の反応の主生成物 A~C の構造式を書け。立体化学が重要となる場合はくさび形表記で書くこと。また、鏡像異性体 (エナンチオマー) は区別して書くこと。



問 2 化合物 E, F を指定された出発物質から合成するための反応条件(i), (ii)を書け。なお、反応は少なくとも 2 段階以上とし、反応中間体とともに示せ。



問3 次の反応 (a) および (b) の反応機構を、電子の動きが分かるように巻き矢印もしくは片巻き矢印を使って示せ。



問4 次に示すメタノール中での(*R*)-2-ブロモヘキサンと硫化水素ナトリウムとの反応において、生成物として(*S*)-2-ヘキサンチオールと(*R*)-2-ヘキサンチオールがおよそ4 : 1の比で得られた。以下の問 (a), (b) に答えよ。

(a) このような生成比を与えた求核置換反応について、その反応機構の種類と割合を反応機構の特徴を踏まえて説明せよ。

(b) (*R*)-2-ブロモヘキサンと硫化水素ナトリウムとの反応において、(*S*)-2-ヘキサンチオールの生成比を向上させるためにはどうすれば良いか理由とともに説明せよ。

