



2026年度
第1回
大学院理工学研究科
応用化学専攻 修士課程

入学試験問題

[専門科目]

2025年7月6日(日)
9:30~11:30

解答要領

1. 「物理化学」「有機化学」「無機化学」「化学工学」「環境化学」の5科目の中から3科目を選択して解答すること。
2. 解答は、別冊解答用紙に行うこと。解答用紙表紙の解答要領をよく読むこと。
3. 「関数電卓」のみ使用可とする。ただし、通信機能、文章入力機能、印刷機能を有するものは使用不可とする。
4. 問題用紙・解答用紙ともすべて提出すること。

受験番号	
------	--

2026年度第1回法政大学大学院理工学研究科入学者選抜試験問題用紙

試験科目	応用化学専攻 修士課程
物理化学	

以下の問いに答えよ。必要であれば次の値を用いよ。 $h=6.626\times 10^{-34}(\text{J}\cdot\text{s})$, $\hbar=1.054\times 10^{-34}(\text{J}\cdot\text{s})$, $c=2.997\times 10^8(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$, $N_A=6.022\times 10^{23}$, $k_B=1.380\times 10^{-23}(\text{J}\cdot\text{K}^{-1})$, リュードベリ定数 $R=109700(\text{cm}^{-1})$ 。解答はすべて解答用紙に記述すること(裏面も使用可)。計算問題においては、有効数字3桁で答えよ。また、計算過程および式の導出過程は省略せずに全て解答用紙に記述し、必要に応じて単位も明記すること。

問題 1. 物理化学における以下の語句についてそれぞれ 30~50 字程度で説明せよ。(必要に応じて式を用いてもよい。)

- (1) 仕事関数
- (2) リッツの結合原理

問題 2. シュテルンとゲルラッハの実験から明らかになったことを 30 字程度で説明せよ。

問題 3. $(0\leq x\leq a)$ の一次元の領域に質量 m の粒子が閉じ込められているとする。以下の問いに答えよ。

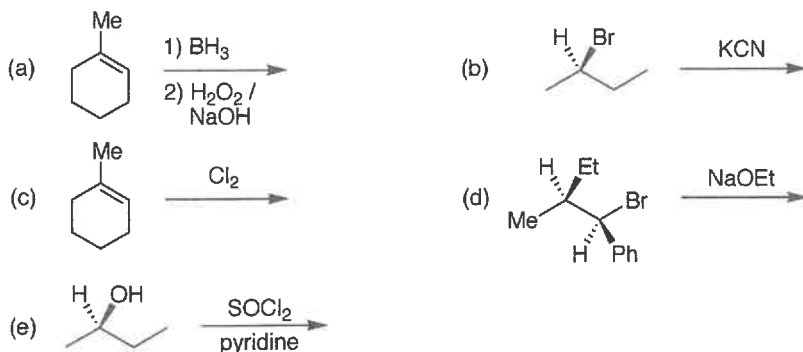
- (1) シュレーディンガー方程式を解き、この粒子の最もエネルギーの低い準位から数えて 3 つ目のエネルギーを持つ状態の規格化された波動関数を求めよ。
- (2) (1) の状態にある粒子が最も見出されやすい位置の座標を a を用いて答えよ。
- (3) (1) の状態にある粒子の x 軸方向の(直線)運動量 p_x の期待値を求めよ。

問題 4. $^{14}\text{N}_2$ 分子の分子振動が力の定数 $k=2294(\text{N}\cdot\text{m}^{-1})$ の調和振動子の振動と等価であるとする。以下の問いに答えよ。

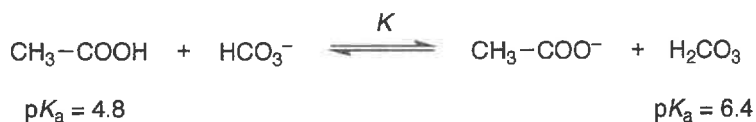
- (1) この分子の最も低いエネルギー準位と最も低い準位から数えて 2 つ目のエネルギーを持つ振動準位間のエネルギー差の値を求めよ。
- (2) この分子の慣性モーメントの値を求めよ。
- (3) この分子の最も低い二つの回転状態間の遷移の振動数の値を求めよ。ただし、この分子の結合距離は $1.098(\text{\AA})$ であるとする。

試験科目	応用化学専攻 修士課程
有機化学	

- (1) つぎの反応で生成する主生成物の構造式を記せ。立体化学が問題となる場合には立体化学がわかるように記すこと。



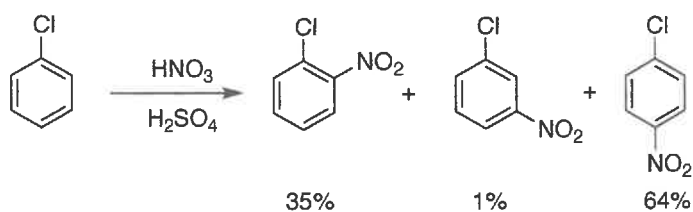
- (2) 酢酸に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えたときの平衡定数 K の値を求めよ。ただし平衡定数 K は 10^n の形で記せばよい。また、この反応はどちらに偏っているか。



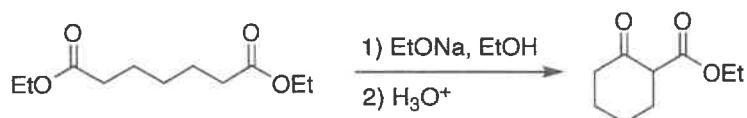
- (3) *cis*-1-*tert*-butyl-4-methylcyclohexane の 2 つのいす形配座を記せ。どちらがより安定であるか、理由とともに記せ。



- (4) つぎの反応の配向性を説明せよ。



- (5) つぎの反応の反応機構を記せ。電子の流れを巻き矢印で示すこと。



- (6) つぎの反応の反応機構を記せ。電子の流れを巻き矢印で示すこと。



試験科目	応用化学専攻 修士課程
無機化学	

問1 炭酸カルシウムの煨焼（揮発成分を除くための焼成）に関する以下の設問に答えよ。なお、絶対温度 T における物質 **A** の標準生成ギブズエネルギー $\Delta_f G^\circ(\mathbf{A})$ には、以下の式①～③を用いよ。

$$\Delta_f G^\circ(\text{CaCO}_3(\text{s})) / \text{J} = -1203350 + 250.90 (T / \text{K}) \quad \text{温度範囲：298 - 1115 K} \quad \dots \textcircled{1}$$

$$\Delta_f G^\circ(\text{CaO}(\text{s})) / \text{J} = -633920 + 103.20 (T / \text{K}) \quad \text{温度範囲：298 - 1115 K} \quad \dots \textcircled{2}$$

$$\Delta_f G^\circ(\text{CO}_2(\text{g})) / \text{J} = -393500 - 2.99 (T / \text{K}) \quad \text{温度範囲：298 - 3000 K} \quad \dots \textcircled{3}$$

- 炭酸カルシウムを煨焼して生石灰を得る反応の化学反応式を記せ。
- 式①～③を用いた計算により、設問1で回答した反応の標準ギブズエネルギー変化 $\Delta_r G^\circ$ を絶対温度 T の関数で記せ。
- 設問1で回答した化学反応のギブズエネルギー変化 $\Delta_r G$ を、 $\Delta_r G^\circ$ と R と T と各成分の活量 a_i を用いて記せ。ただし、 i は各成分($\text{CaCO}_3(\text{s})$, $\text{CaO}(\text{s})$, $\text{CO}_2(\text{g})$), a_i は成分 i の活量, R は気体定数($=8.3145 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$)とする。
- 400 ppm の二酸化炭素を含む雰囲気中で生石灰が自発的に生成する温度は何 K 以上か。小数第1位まで求めよ。なお、途中の計算も記入すること。
- 実際に生石灰を得るためには、設問4で回答した温度よりも高い温度で焼成する必要がある。熱力学的観点からその理由を50～100字程度で説明せよ。

問2 酸化カルシウムの結晶構造に関する以下の設問に答えよ。

- 酸化カルシウムは岩塩型構造を有する。図1を参考にして酸化カルシウムの結晶構造を図示せよ。
- 設問1で回答した図に、(100)面を記せ。なお、図には x 軸方向と y 軸方向と z 軸方向が分かるように示すこと。
- X線回折に関する Bragg 条件について、式を用いて100～150字程度で説明せよ。なお、説明のために図を描いても良い。
- 酸化カルシウムのX線回折では、ミラー指数111と200と220の回折X線が観察されるが、ミラー指数100および110の回折X線は観察されない。ミラー指数100の回折X線が観察されない理由を100～150字程度で説明せよ。
- 酸化カルシウムに酸化マグネシウムが固溶すると、酸化カルシウムの回折X線のプロファイル（回折角と回折X線強度の関係を示す図）はどのように変化するか。理由とともに100～150字程度で説明せよ。

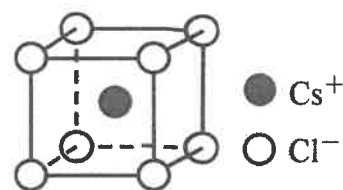
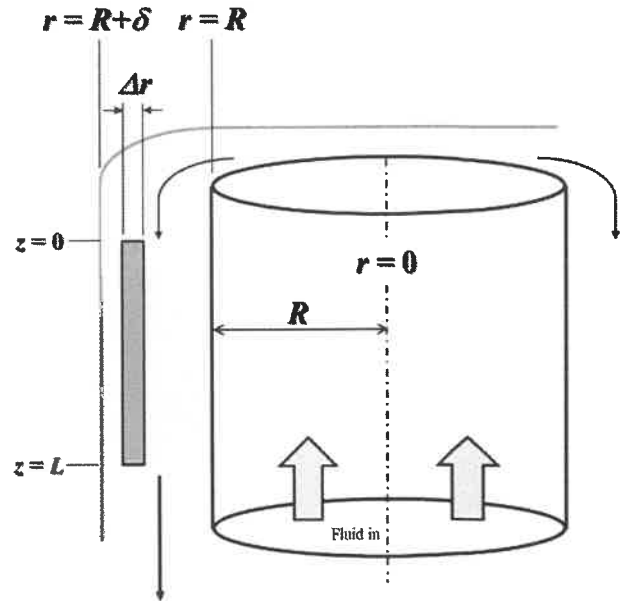


図1 塩化セシウム型構造

試験科目	応用化学専攻 修士課程
化学工学	

1. 円管内を鉛直上向きに流れた水が、円管上端でオーバーフローして、管外壁を鉛直下向き (z 方向) に層流で落下する (右図)。円管の外径は R [m]、着目区間 ($z=0$ から $z=L$) の管長は L [m]、流下する流体の厚みは δ [m] (一定)、水の密度は ρ [kg/m³]、水の粘度は μ [Pa s] とする。



- (1) 管外壁を流下する水の Δr 区間について、定常状態の運動量収支を取り、系の解析に必要な基礎方程式を示せ。
- (2) 2つの境界条件を示せ。
- (3) 管外壁を流下する水の線流速分布 $v_z(r)$ を求めよ。
- (4) 流下する水の平均線流速を \bar{v} とするとき、この系におけるレイノルズ数の定義式を導出せよ。

2. 内径 $D = 10.0$ cm の鋼管に、1 気圧で $T_1 = 15.0$ °C の空気が平均線流速 $\bar{v} = 25.0$ m/s で流入し、他端から $T_2 = 40.0$ °C で流出する。管外壁温度は $T_0 = 150.0$ °C に保たれており、鋼管の肉厚は無視できる。空気の平均密度は $\rho_m = 1.23$ kg/m³、平均比熱は $C_{pm} = 0.240$ kcal/(kg °C)、総括伝熱係数は $U = 66.0$ kcal/(m² hr °C) とする。次の各問いに解答せよ。

- (1) 空気の体積流量 F [m³/s] を求めよ。
- (2) 空気の質量流量 w [kg/s] を求めよ。
- (3) 総伝熱量 Q [kcal/s] を求めよ。
- (4) 対数平均温度差 ΔT_{lm} (°C) を求めよ。
- (5) この熱交換操作に必要な管の長さを求めよ。

2026年度第1回法政大学大学院理工学研究科入学者選抜試験問題用紙

試験科目	応用化学専攻 修士課程
環境化学	

- アンモニウムイオンの比色定量法としてインドフェノールブルー法が知られている。
 7.00×10^{-4} mol/L の塩化アンモニウム水溶液を、次亜塩素酸塩の存在下でフェノールと反応させることで青色に発色させ、1.00 cm セルを用いて透過率を測定したところ、12.0%であった。Lambert-Beer の法則が成り立つものとして、このときの吸光度とモル吸光係数を有効数字 2 桁で求めよ。
- 乾燥した水素型イオン交換樹脂の 0.800 g をカラムに充填し、溶出液が中性になるまで 6%塩化ナトリウム水溶液を通じた。その後、 5.000×10^{-2} mol/L 水酸化ナトリウム水溶液で酸塩基滴定し、全溶出液を中和するために、25.00 mL を要した。この水素型イオン交換樹脂の比交換容量 (meq/g) を有効数字 3 桁で求めよ。
- リン酸カルシウム ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) のモル溶解度が S mol/L のとき、リン酸カルシウムの溶解度積 K_{sp} を S を含む文字式で表せ。
- 排水中のニッケル (Ni(II)) を pH10 の条件で水酸化物として沈殿除去するとき、溶解度積に基づく理論上の処理水の Ni(II) 濃度 (mg/L) を有効数字 2 桁で求めよ。
ただし、排水中から沈殿する水酸化ニッケルの溶解度積 $K_{\text{sp}} = [\text{Ni}][\text{OH}]^2$ は 1.60×10^{-16} 、水のイオン積 K_w は 1.00×10^{-14} (mol²/L²)、ニッケルの原子量は 58.7 とする。