

2025年度
東京農工大学工学部第3年次編入学試験問題

| | | |
|------|----|------|
| 試験科目 | 数学 | 受験番号 |
|------|----|------|

1枚のうち1

注意事項

1. 問題は 1 ~ 4 の4題です。全問解答しなさい。
2. 問題 1 ~ 4 の各解答は同じ問題番号が印刷された解答用紙に記述しなさい。解答用紙の印刷のある面のみで解答できない場合は、裏面を使用してもかまいません。裏面を使用して解答する場合は、印刷のある面の最下部に「うらにつづく」と記載しなさい。
3. 論証過程や計算過程が分かるように解答しなさい。

1 2変数関数 $f(x, y) = x^3 + 3x^2y + 3xy^2 + 3y^2 - 3x - 3y$ について次の問いに答えなさい。

[1] $\frac{\partial f}{\partial x}(x, y) = \frac{\partial f}{\partial y}(x, y) = 0$ を満たす点 (x, y) をすべて求めなさい。

[2] $z = f(x, y)$ の極値を求めなさい。

2 xyz 空間において、曲面 $z = e^{-x^2-4y^2}$ と平面 $z = e^{-4}$ で囲まれた図形の体積を求めなさい。ただし、 e は自然対数の底である。

3 次の行列 A の最大の固有値を α 、最小の固有値を β とする。以下の問いに答えなさい。

$$A = \begin{pmatrix} 4 & -1 & 1 \\ 2 & 1 & 1 \\ -4 & 2 & 0 \end{pmatrix}$$

[1] α, β を求めなさい。

[2] 行列 A の固有値 α に属する固有ベクトル $\begin{pmatrix} 1 \\ y \\ z \end{pmatrix}$ が、 A の固有値 β に属するすべての固有ベクトルと垂直であるとき、 y, z を求めなさい。

4 次の微分方程式の解 $y = y(x)$ で、条件 $y(0) = \frac{dy}{dx}(0) = 0$ を満たすものを求めなさい。

$$\frac{d^2y}{dx^2} + \frac{dy}{dx} - 6y = 5 \cos x$$

2025年度
東京農工大学工学部第3年次編入学試験問題

| | | | |
|------|----|------|--|
| 試験科目 | 物理 | 受験番号 | |
|------|----|------|--|

2枚のうち1

1 以下の各問に答えよ。また、答えのみ解答用紙の所定の欄に記入せよ。

質量 m の大きさを無視できる物体 P と、はじめ静止している質量 M の台座 Q の運動について考える。台座 Q の斜面は、水平と θ の角をなす。物体 P を静かに離すと斜面をなめらかに滑り始めた。重力加速度の大きさを g とする。また、物体 P の速度が v のとき、 kv (k : 比例定数) の抵抗力を空気からうけるものとする。なお、図の水平右向きに x 軸をとり、鉛直下向きに y 軸をとるものとする。

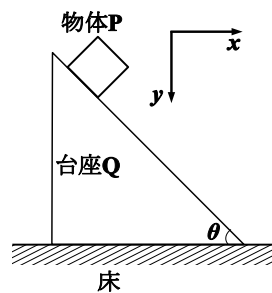


図 1-1

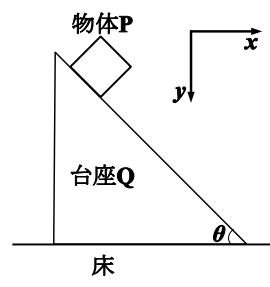


図 1-2

[1] 図 1-1 のように台座 Q と床との間の摩擦により、台座 Q が動かない場合を考える。なお、(1) ~ (3) では空気抵抗を無視し、 $k=0$ とする。

- (1) 物体 P が斜面上を滑る際、物体 P が斜面から受ける垂直抗力 N_0 の大きさを g, m, θ により表せ。
- (2) 物体 P が斜面上を滑る際、台座 Q が床から受ける静止摩擦力 F_0 の大きさを g, m, θ により表せ。
- (3) 台座 Q と床との静止摩擦係数を μ_0 とすると、台座 Q が動かない条件を m, M, θ, μ_0 により表せ。
- (4) $k > 0$ のとき、物体 P を離して t 秒後に斜面上を滑る速度 v_1 を m, g, θ, t, k により表せ。ただし、斜面は十分に長いとする。

[2] 図 1-2 のように台座 Q と床との間に摩擦はなく、台座 Q が x 方向には自由に動くことができる場合を考える。なお、物体 P の x, y 方向の加速度を α_x, α_y とし、台座 Q の x 方向の加速度を β とする。また、物体 P が斜面から受ける垂直抗力の大きさを N とする。なお、

(1) ~ (4) では空気抵抗を無視し、 $k=0$ とする。

- (1) 物体 P が斜面上を滑るとき、台座 Q の運動方程式を $\beta, g, N, m, M, \theta$ のうち、必要なものを用いて表せ。
- (2) $\tan \theta$ を $\alpha_x, \alpha_y, \beta$ により表せ。
- (3) α_y と β の比 (β/α_y) を m, M, θ により表せ。
- (4) 物体 P が距離 l 移動する間に、台座 Q が移動した距離 X を m, M, l, θ により表せ。
- (5) $k > 0$ のとき、物体 P を離して t 秒後に垂直抗力 N を受けながら斜面上を滑る x, y 方向の速度 v_x, v_y を m, g, N, θ, t, k のうち、必要なものを用いて表せ。

2025年度
東京農工大学工学部第3年次編入学試験問題

| | |
|------|----|
| 試験科目 | 物理 |
|------|----|

2枚のうち2

2 誘電率が ϵ_0 の真空中において、以下の各問いに答えよ。また、答えのみ解答用紙の所定の欄に記入せよ。

[1] 図2-1に示すように、 x, y 平面上においてBの座標を $(a, 0)$ とする。Bと原点Oからの距離が、それぞれ b と a となる点をAとし、Aの y 座標を0以上とする。また、点Oに $-q[C]$ 、点Aに $+q[C]$ の点電荷がある。 $a > 0, b > 0, q > 0$ とし、以下の問いに答えよ。

- (1) 点Bにおける電界 (E_x, E_y) を a, b, q, ϵ_0 を用いて表せ。 E_x と E_y は、それぞれ電界の x 成分及び y 成分を表す。
- (2) 点Bに $+1[C]$ の点電荷を置いたときに、この点電荷に働く力の x 成分がゼロとなるための a と b の関係式を示せ。
- (3) 点Bに $-2[C]$ の点電荷を置いたときに、この点電荷に働く力の y 成分がゼロとなるための a と b の関係式を示せ。

[2] 図2-2に示すように、同心球面の薄い導体からなる球殻コンデンサがあり、球殻の半径はそれぞれ $L_1, L_2, (0 < L_1 < L_2)$ である。球の中心Oを原点とする動径方向の座標を r とする。以下の問いに答えよ。

- (1) 半径 L_1 の球殻に電荷 Q_{L_1} 、半径 L_2 の球殻に電荷 Q_{L_2} を与える。このとき、(i) $0 < r < L_1$, (ii) $L_1 < r < L_2$, (iii) $L_2 < r$ の各領域における電界の大きさ $E(r)$ を、 $r, Q_{L_1}, Q_{L_2}, \epsilon_0$ を用いて求めよ。
- (2) (1)において、半径 L_1 の球殻における電位を V_{L_1} 、半径 L_2 の球殻における電位を V_{L_2} とする。電位 V_{L_1} と電位 V_{L_2} を $L_1, L_2, Q_{L_1}, Q_{L_2}, \epsilon_0$ の中から必要なものを用いて表せ。無限遠の電位を0Vとする。
- (3) 外側の半径 L_2 の球殻導体を接地したときの球殻コンデンサの静電容量 C を L_1, L_2, ϵ_0 を用いて求めよ。

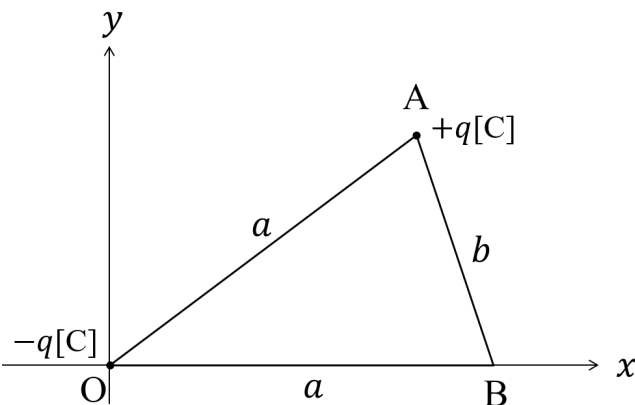


図2-1

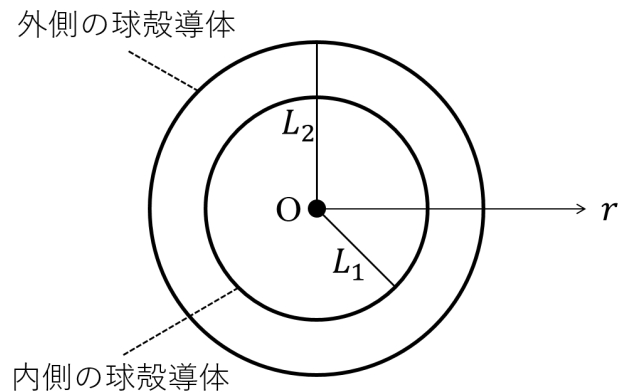


図2-2

2025年度
東京農工大学工学部第3年次編入学試験問題

| | | |
|------|----|------|
| 試験科目 | 化学 | 受験番号 |
|------|----|------|

3枚のうち1

1, 2, 3 のすべてに解答しなさい。各問の解答は指定された解答用紙に記入すること。解答用紙の追加配布はしません。解答用紙の裏面使用は認めません。

1 次の問〔1〕～〔3〕に解答しなさい。

〔1〕 NO_2^- , NO_2 , NO_2^+ に関する問 (1)～(2) に解答しなさい。

- (1) NO_2^- , NO_2 , NO_2^+ のルイス構造式(電子式)を示せ。
 (2) 原子価殻電子対反発(VSEPR)モデルにもとづき、 NO_2^- , NO_2 , NO_2^+ の $\angle \text{ONO}$ が大きい順に左から並べ、その順となる理由も説明せよ。

〔2〕 イオン性固体に関する問 (1)～(2) に解答しなさい。

- (1) 構成される各イオン間に働くクーロン相互作用にもとづく静電エネルギー E_e を考える。例えば、塩化ナトリウムの結晶構造の場合、 Na^+ は最近接にあア個の Cl^- 、第2近接にあイ個の Na^+ 、第3近接にはあウ個の Cl^- が存在する。 NaCl の E_e は、電気素量 e 、真空の誘電率 ϵ_0 、最近接異種イオン間の距離 r_0 を用いて次式で表される。

$$E_e = -\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r_0} \left(\frac{\text{ア}}{\text{エ}} - \frac{\text{イ}}{\text{エ}} + \frac{\text{ウ}}{\text{オ}} - \dots \right)$$

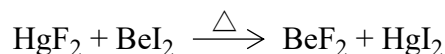
上式のかっこ内は無級数であり、マードルング定数 M に収束する。

空欄あア～あオに当てはまる適切な数字を答えよ。なお、それぞれの空欄には2桁以上の数字や平方根も含まれることがある。

- (2) MgO の $\text{Mg}^{2+}-\text{O}^{2-}$ 間の距離は NaCl の Na^+-Cl^- 間よりも短い。 MgO と NaCl に対するマードルング定数 M の大小関係について説明せよ。

〔3〕 以下の問 (1)～(2) に解答しなさい。

- (1) 次の反応が進行する理由について、HSAB則にもとづき説明せよ。



- (2) Brønsted-Lowryの定義に従い、①水中での酢酸、②硫酸中での酢酸は、酸・塩基のどちらか、化学反応式を用いて説明せよ。

2025年度
東京農工大学工学部第3年次編入学試験問題

| | |
|------|----|
| 試験科目 | 化学 |
|------|----|

3枚のうち2

2 次の問 [1] ~ [2] に答えなさい。ただし、必要に応じて気体定数 R , 標準圧力 $p^\circ (= 1 \text{ bar})$, 定容モル熱容量 $C_{V,m}$, $c = C_{V,m}/R$ を用いて良い。

[1] $n \text{ mol}$ からなる完全気体(理想気体)に対して, 図 1 に示す熱力学的サイクル(A→B→C→D→A)を行った。ただし, A→B は等温可逆膨脹, B→C は断熱可逆膨脹, C→D は等温可逆圧縮, D→A は断熱可逆圧縮の過程であり, 過程 A→B で系に熱として加えられたエネルギーを $q_1 (>0)$, 過程 C→D で系から熱として放出されたエネルギーを $q_2 (<0)$ とする。ここで, エネルギーの向きは系に加えられる向きを正の符号とした。次の問 (1) ~ (3) に答えなさい。

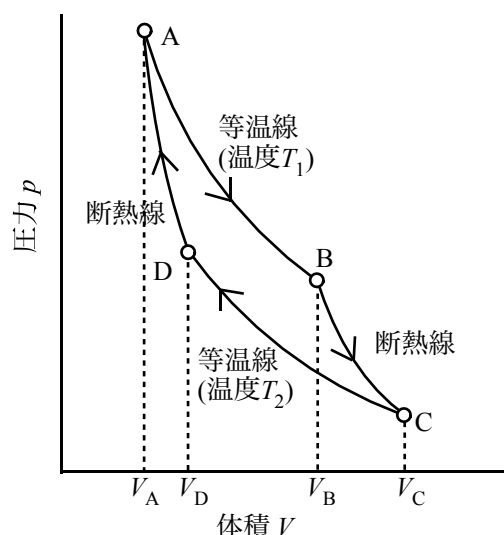


図1 熱力学的サイクル

- (1) V_A, V_B, V_C, V_D の間に成り立つ関係式を答えなさい。ただし, 答えを導く過程も記述しなさい。
- (2) q_1/q_2 を T_1, T_2 を用いて表しなさい。ただし, 答えを導く過程も記述しなさい。
- (3) 熱エンジン効率 ε は外界にした仕事を熱として加えられたエネルギーで割った量として定義される。 ε を求めなさい。ただし, 答えを導く過程も記述しなさい。

[2] 一定体積の容器内に $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ を封入し, 以下の式(i)に示す平衡状態となった。初期状態ではすべて $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ であり, 初期状態の $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ の物質量を n , 圧力を p_0 , 温度を T として以下の問 (1) ~ (3) に答えなさい。ただし, 気体は完全気体(理想気体)とし, 気体の分圧を p とするとき, 活量(フガシティー)は p/p° に置き換えられるものとする。



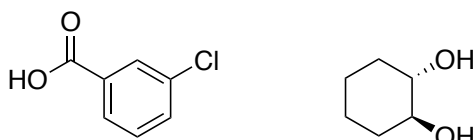
- (1) 平衡状態に達したときの H_2O のうち, 式(i)にしたがって分解した割合を a とする。このときの全圧を p_0 と a を用いて表しなさい。ただし, 答えを導く過程も記述しなさい。
- (2) この反応の標準反応ギブズエネルギーを $\Delta_r G^\circ$ とするとき, $\Delta_r G^\circ$ を用いて平衡定数 K を表しなさい。
- (3) (2) で得られた K を用いて, a を求める方法を説明しなさい。ただし, $a \ll 1$ とする。

2025年度
東京農工大学工学部第3年次編入学試験問題

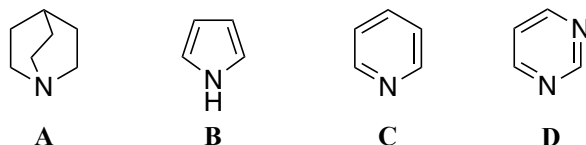
| | |
|------|----|
| 試験科目 | 化学 |
|------|----|

3 枚のうち 3

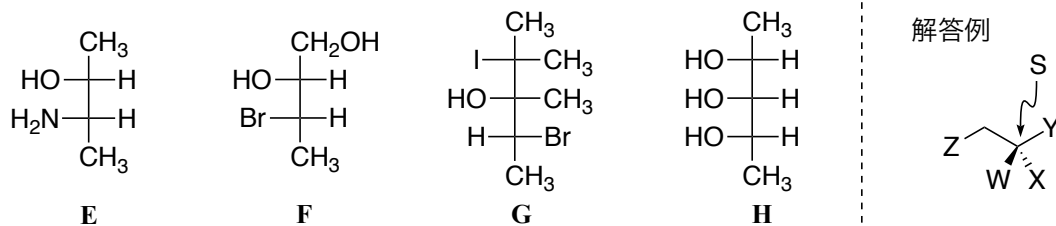
3 以下の問〔1〕～〔3〕に答えなさい。なお、構造式を答える場合は、次の書き方を参考にしなさい。



〔1〕以下に示した窒素化合物 A~D に関して、塩基性が高い順に左から記号で並べなさい。また、そのように判断した理由を簡潔に述べなさい。



〔2〕有機化合物の三次元構造の表記法として、透視式や Fischer 投影式がある。以下の Fischer 投影式で示された化合物 E~H を透視式で記載しなさい。キラル炭素を持つ場合には、その立体配置を解答例にならって示しなさい。なお、立体配置を表記する場所は一つとは限らない。



〔3〕次の反応(1)~(4)の主生成物の構造式を答えなさい。なお、いずれの化合物も炭素原子を 5 個以上含むものとする。複数の異性体が等量生成する場合には、それぞれの異性体が判別できるように示して、その全てを答えること。

