

令和9年度応用理工学類編入学試験 学力検査問題

令和8年7月11日(土) 10:00～12:30

注意事項

- 1) この冊子には、数学1、数学2、物理学1、物理学2、化学1、化学2の計6題の問題がある。「物理学1、物理学2、化学1、化学2」の中から2題を選択し、数学1、数学2と合わせて計4題を解答すること。下記の表も参照すること。

問題	解答用紙の種類	解答用紙の枚数	備考
数学1	罫線あり	1枚	必須
数学2	罫線あり	1枚	
物理学1	罫線あり	1枚	この中から 2題選択
物理学2	罫線あり	1枚	
化学1	罫線あり	1枚	
化学2	罫線あり	1枚	

- 2) 解答用紙の所定欄に学群、学類、氏名、及び受験番号を記入すること。
- 3) すべての解答用紙の氏名欄の下の一行の欄に解答する問題名、すなわち、「数学1」、「数学2」、「物理学1」、「物理学2」、「化学1」、「化学2」のいずれかを明記すること。必要なら、解答用紙の裏も解答に用いてよい。
- 4) 机の上には「受験票」、「鉛筆やシャープペンシル」、「消しゴム」、「鉛筆削り」、「時計(計時機能だけのもの)」、「眼鏡」以外のものを置かないこと。

物理学1 問題訂正

(3) の訂正

(2) で得られた角運動量 dL_z を円盤の全体積 V で積分して, $\rightarrow$ (削除)

円盤の z 軸まわりの角運動量 L_z を (2) と同様に ω , $\mathbf{r}$ の成分, ρ , および, dV を用いて式で表せ。

$\rightarrow$ 円盤の z 軸まわりの L_z を ω , a , ρ , および, 円盤の全体積 V を用いて式で表せ。

(4) の訂正

z 軸まわりのモーメント $\rightarrow z$ 軸まわりの外から与えられるモーメント

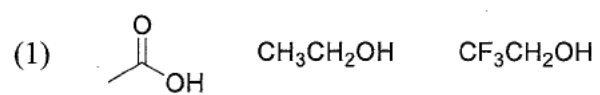
化学1 問題訂正

1. 問題文に以下を追加

ただし、 C_V 、 C_P は温度によって変化しないものとする。

化学2 問題訂正

5. (1) 化合物の構造を以下のように訂正



数学 1 試験問題

1. 実数上の積分

$$I = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{x^2}{(x^2 + 1)^2} dx$$

について、以下の問いに答えよ。

(1) 関数 $f(x) = \frac{x^2}{(x^2+1)^2}$ が偶関数であることを示せ。

(2) $x = \tan \theta$ と置換して、積分値 I を求めよ。

2. 変数 x を実数とし、関数

$$y = f(x) = x^3 + x$$

を考える。以下の問いに答えよ。

(1) 関数 f が単調増加であることを示した上で、逆関数 $x = f^{-1}(y)$ が存在することを示せ。

(2) 逆関数 $f^{-1}(y)$ の導関数 $(f^{-1})'(y)$ を、逆関数 $f^{-1}(y)$ を用いて表せ。

(3) 実数値 $f^{-1}(2)$ と $(f^{-1})'(2)$ を求めよ。

3. 実数収束列 $\{a_n\}$ と $\{b_n\}$ は $0 < a_1 < b_1$ および

$$a_{n+1} = \sqrt{a_n b_n}, \quad b_{n+1} = \frac{a_n + b_n}{2} \quad (n = 1, 2, \dots)$$

を満たし、その極限値をそれぞれ $\alpha = \lim_{n \rightarrow \infty} a_n$, $\beta = \lim_{n \rightarrow \infty} b_n$ とする。

このとき $\alpha = \beta$ であることを示せ。

数学 2 試験問題

次の二次対称行列 A に関する以下の問いに答えよ。

$$A = \begin{pmatrix} 9 & -2 \\ -2 & 6 \end{pmatrix}$$

- (1) A の固有値 λ_1, λ_2 を求めよ。ただし、 $\lambda_1 < \lambda_2$ とする。
- (2) λ_1, λ_2 に対応する固有ベクトル $\mathbf{b}_1, \mathbf{b}_2$ をそれぞれ 1 つずつ求めよ。ただし、それぞれ第一成分を正とし、また正規化して答えよ。
- (3) 基底 $\{\mathbf{b}_1, \mathbf{b}_2\}$ に対するベクトル $\mathbf{x} = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$ の表現を $\mathbf{x}' = \begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix}$ とする。
すなわち、

$$\mathbf{x} = x' \mathbf{b}_1 + y' \mathbf{b}_2$$

である。 $\mathbf{x} = B\mathbf{x}'$ と表すとき、行列 B を求めよ。

- (4) 基底 $\{\mathbf{b}_1, \mathbf{b}_2\}$ に対する A の表現 A' 、すなわち、 $\mathbf{y} = A\mathbf{x}$ に対して $\mathbf{x} = B\mathbf{x}'$ 、 $\mathbf{y} = B\mathbf{y}'$ とおいたときに $\mathbf{y}' = A'\mathbf{x}'$ となる A' を答えよ。
- (5) 二次元実数縦ベクトル空間 $\mathbf{R}^2$ に次の形で内積を定義する。
 $\mathbf{x}, \mathbf{y} \in \mathbf{R}^2$ に対して、

$$(\mathbf{x}, \mathbf{y})_A = \mathbf{x}^T A \mathbf{y}$$

ただし、 $\mathbf{x}^T$ は縦ベクトル $\mathbf{x}$ が転置された横ベクトルを表す。
任意の $\mathbf{x}$ に対して $(\mathbf{x}, \mathbf{x})_A \geq 0$ となることを計算により示せ。

- (6) (5) で定義した内積空間に対する正規直交基底を一組定めよ。

物理学 1 試験問題

時刻 t において、図 1 のように、半径 a で一定の厚さの円盤が、円盤の中心 C を通り円盤の垂直方向に固定された z 軸まわりに角速度 ω で回転運動している。この回転運動の自由度は固定軸である z 軸まわりの 1 自由度のみとする。原点 O は z 軸上の適当な位置にあると考えてよい。重力の影響は考えない。このとき、以下の問いに答えよ。

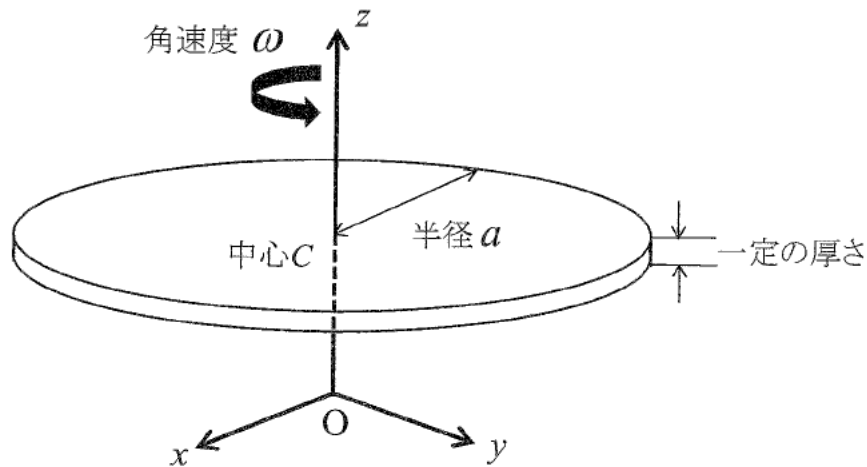


図 1

- (1) 円盤を細かく微小要素で分割し、その微小要素を質点とみなせるとする。円盤内の 1 つの微小要素の微小質量を dm 、位置ベクトルを $\mathbf{r}$ 、速度ベクトルを $\mathbf{v}$ とした場合に、 dm 、 $\mathbf{r}$ 、および、 $\mathbf{v}$ を用いて、円盤の微小要素の原点 O まわりの角運動量 $d\mathbf{L}$ を式で表せ。
- (2) 円盤の微小要素の z 軸まわりの角運動量 dL_z を、角速度 ω 、位置ベクトル $\mathbf{r}$ の成分 (r_x, r_y, r_z) 、円盤の一定の密度 ρ 、および、円盤の微小要素の微小体積 dV を用いて式で表せ。
- (3) (2) で得られた角運動量 dL_z を円盤の全体積 V で積分して、円盤の z 軸まわりの角運動量 L_z を (2) と同様に ω 、 $\mathbf{r}$ の成分、 ρ 、および、 dV を用いて式で表せ。また、円盤の z 軸まわりの角運動量 L_z と角速度 ω 、ならびに、円盤の z 軸まわりの慣性モーメント I_z との関係性を式で表せ。

(次ページに続く)

- (4) 円盤の z 軸まわりの角運動量 L_z と、 z 軸まわりのモーメント N_z との関係を式で表せ。
- (5) 慣性モーメント I_z ，角速度 ω ，および、 z 軸まわりのモーメント N_z を用いて、円盤の z 軸まわりの回転に対する運動方程式を示せ。

いま、円盤の端のある 1 点に、図 2 のように、速さに比例する抵抗力が円盤の接線方向に働き始めた。このような条件下で、以下の問いに答えよ。

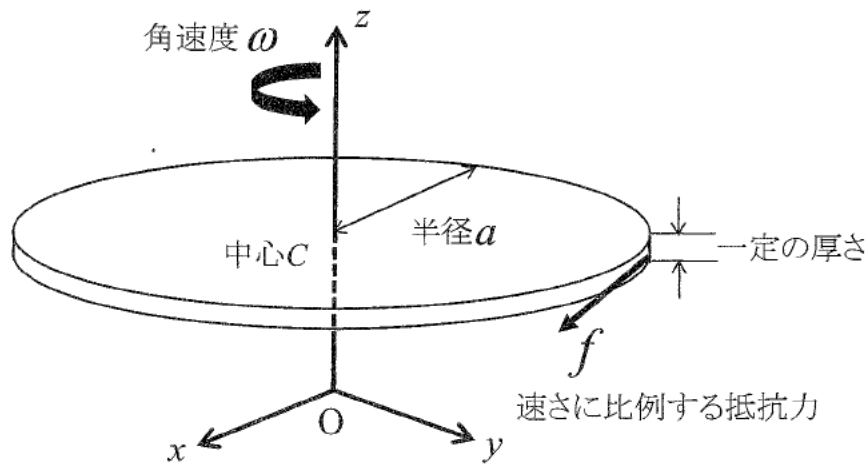


図 2

- (6) 速さに比例する抵抗力 f の比例係数を k ($k > 0$) とおいたとき、抵抗力 f の大きさを求めよ。
- (7) 円盤の z 軸まわりの回転に対する運動方程式を、時刻 t における角速度 ω に対して求めよ。
- (8) 抵抗力が働き始めた時刻 t を $t=0$ とし、そのときの角速度 ω を $\omega=\omega_0$ として、(7)で求めた運動方程式を解き、 $t \geq 0$ における角速度 ω を求めよ。

物理学 2 試験問題

図 1 のように、3 次元空間中に、無限に広い接地された導体平面 ($z = 0$) 上の原点 O から距離 d ($d > 0$) の位置 $D(0, 0, d)$ に、電荷 $-q$ ($q > 0$) の点電荷が置かれている。無限遠の電位を 0 とし、誘電率を ϵ_0 としたとき、以下の問いに答えよ。

- (1) 導体平面全体に誘起された全電荷を求めよ。
- (2) 点電荷が導体平面から受ける静電気力の大きさ F を求めよ。
- (3) $z > 0$ を満たす任意の点 $P(x, y, z)$ における静電ポテンシャルと z 方向の電場の大きさを求めよ。
- (4) 導体上の任意の点 $Q(x, y, 0)$ における表面電荷密度を求めよ。

図 2 のように、導体平面上の原点 O を中心とする円形領域 S を考える。このとき、円形領域 S 全体に誘起された全電荷は、導体平面全体に誘起された全電荷のちょうど半分であった。

- (5) 円形領域 S の半径を求めよ。
- (6) 点電荷が円形領域 S のみから受ける静電気力の大きさを求め、(2) で求めた F に対する比率を答えよ。

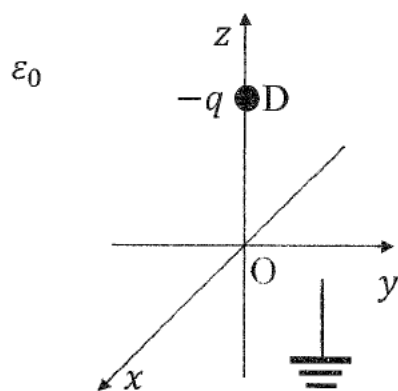


図 1

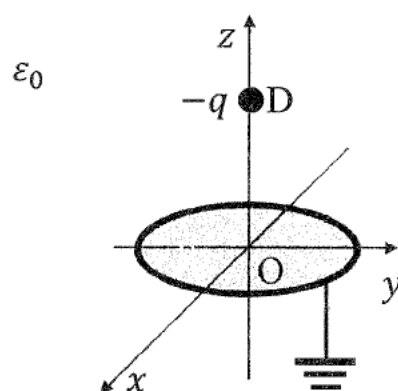


図 2

化学 1 試験問題

1. 以下の熱機関に関する文章を読み、次の (1) ～ (6) に答えよ。

1 mol の理想気体をピストン付き密閉容器に閉じ込め、高温熱源および低温熱源との熱交換を行いながら可逆的に図 1 のサイクルに沿って変化させる ($A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$)。このサイクルでは、 A から B への過程は断熱過程、 B から C は定圧過程、 C から D は断熱過程、 D から A は定積過程である。ここで図中の P_1 は A 、 P_2 は B および C 、 P_3 は D の圧力、 V_1 は A および D 、 V_2 は B 、 V_3 は C の体積、 T_1 は A 、 T_2 は B 、 T_3 は C 、 T_4 は D の温度である。気体定数を R 、理想気体の定積モル熱容量と定圧モル熱容量をそれぞれ C_V 、 C_P とする。

- (1) 定圧過程 $B \rightarrow C$ において、気体が吸収する熱量 q_{BC} および気体のエントロピー変化 ΔS_{BC} を C_P 、 T_2 、 T_3 を用いて示せ。

- (2) 定積過程 $D \rightarrow A$ において、気体が吸収する熱量 q_{DA} および気体のエントロピー変化 ΔS_{DA} を C_V 、 T_1 、 T_4 を用いて示せ。

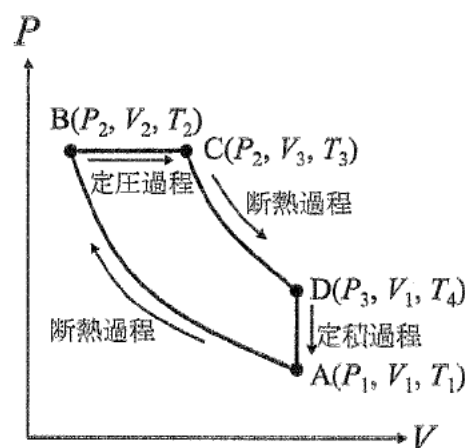


図 1

- (3) 1 mol の理想気体を同じ温度だけ上昇させる時、定圧過程で必要な熱量は定積過程で必要な熱量より大きい。この違いを踏まえ、定圧モル熱容量 C_P と定積モル熱容量 C_V の差 ($C_P - C_V$) を、気体定数 R を用いて示せ。
- (4) 断熱過程 $A \rightarrow B$ において、この過程が可逆であるときに各状態の温度 T_1, T_2 と体積 V_1, V_2 の間に以下の関係式が成り立つ。

$$\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^X$$

X を、熱容量比 $\gamma (= C_P / C_V)$ を用いて示せ。

- (5) このサイクルを一周した際の熱効率 η を q_{BC} 、 q_{DA} を用いて示せ。

- (6) このサイクルを一周した際の熱効率 η を γ 、 V_1 、 V_2 、 V_3 を用いて示せ。

(次ページに続く)

2. N_2O_5 の熱分解反応



について、次の①～④の素反応による反応機構が提案されている。

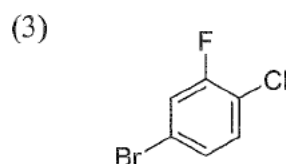
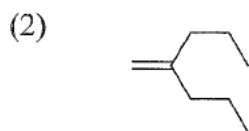
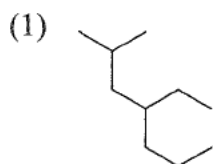
	反応速度定数
① $\text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{NO}_3$	k_1
② $\text{NO}_2 + \text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_5$	k_2
③ $\text{NO}_2 + \text{NO}_3 \rightarrow \text{NO} + \text{NO}_2 + \text{O}_2$	k_3
④ $\text{NO} + \text{NO}_3 \rightarrow 2\text{NO}_2$	k_4

ここで、 k_1 , k_2 , k_3 , k_4 は各素反応の反応速度定数である。この N_2O_5 の熱分解反応について、次の (1) ～ (6) に答えよ。ただし、各物質の濃度を $[\text{N}_2\text{O}_5]$ のように表し、時間を t , N_2O_5 の初期濃度を $[\text{N}_2\text{O}_5]_0$ とする。

- (1) $-\frac{d[\text{N}_2\text{O}_5]}{dt}$ を反応速度定数 k_1 , k_2 と濃度を用いた式で示せ。
- (2) $\frac{d[\text{NO}]}{dt}$ を反応速度定数 k_3 , k_4 と濃度を用いた式で示せ。
- (3) $\frac{d[\text{NO}_3]}{dt}$ を反応速度定数 k_1 , k_2 , k_3 , k_4 と濃度を用いた式で示せ。
- (4) $\frac{d[\text{NO}]}{dt}$ と $\frac{d[\text{NO}_3]}{dt}$ に定常状態近似を適用し、定常状態にある NO の濃度 $[\text{NO}]_s$ と NO_3 の濃度 $[\text{NO}_3]_s$ を、反応速度定数と濃度を用いた式で、それぞれ示せ。
- (5) (4) の定常状態近似が成り立つときの $-\frac{d[\text{N}_2\text{O}_5]}{dt}$ を、反応速度定数と $[\text{N}_2\text{O}_5]$ を用いた式で示せ。
- (6) (4) の定常状態近似が成り立つとき、この N_2O_5 の分解反応における半減期を、反応速度定数を用いた式で示せ。

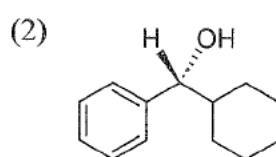
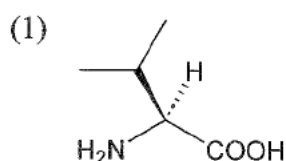
化学2 試験問題

1. 次の (1)~(3) の化合物に関し、IUPAC 命名法に則った名称を答えよ。

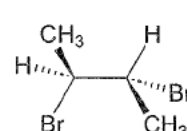
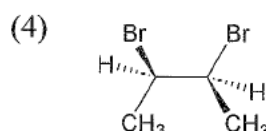
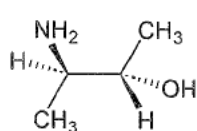
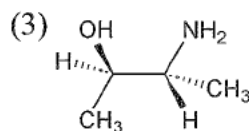
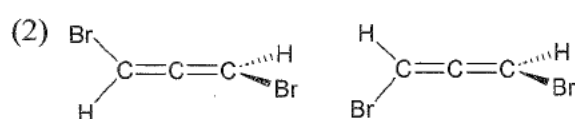
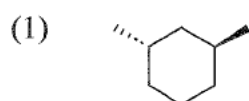


2. C_5H_{12} の分子式で表される全ての化合物の構造式を、沸点の高いものから順に左から右に並べて示せ。

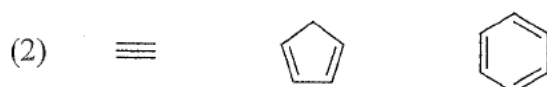
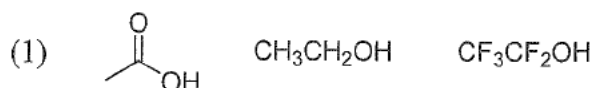
3. 次の (1) と (2) の化合物に存在するキラル炭素の絶対配置を *R* か *S* で示せ。



4. 次の (1)~(4) の各組の化合物の関係を、「エナンチオマー」、「ジアステレオマー」、「同一化合物」の三つの中から、最も適切なものをそれぞれ選べ。

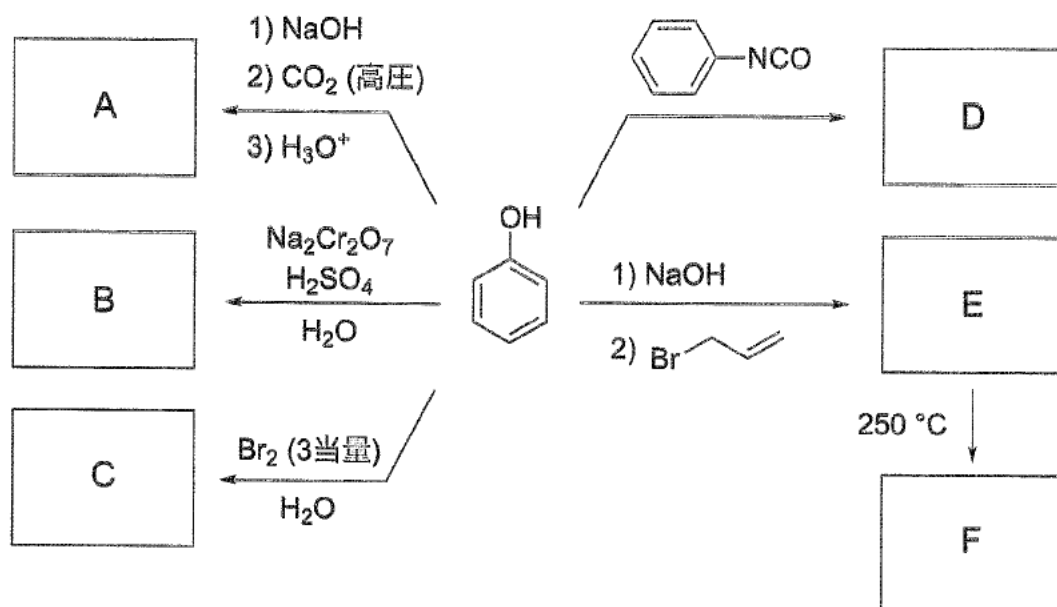


5. 次の (1) と (2) の化合物群について、酸性度の高い順に左から右にそれぞれ並べよ。



(次ページに続く)

6. 次の各反応の主生成物となる有機化合物 A ~ F の構造式を示せ。



7. 次の各反応の主生成物となる化合物 G ~ K の構造式を示せ。必要ならば、幾何異性体の区別が分かるように示せ。

