2025年度

信州大学理学部3年次編入学学力試験

理学科 物理学コース

出　題　意　図

物　理

$\boxed{1}$

[A] ベクトル解析の微分演算の計算，線積分・面積分の計算ができるかどうかを確認する。

[B] 行列の対角化の計算ができるかどうかを確認する。

$\boxed{2}$ 力学の基礎的な問題である。それぞれ，ばねの復元力による単振動，保存力とポテンシャルエネルギー，剛体の運動と慣性モーメントについての理解を問うている。

$\boxed{3}$ オームの法則，キルヒホッフの法則を理解しているか問うている。点電荷が作る電位と静電場について理解しているかを問うている。

英　語

物理に関する専門用語が含まれた英文が読解でき，英作文ができるかを問う。

2025年度

信州大学理学部3年次編入学学力試験

理学科 物理学コース

物理および英語

解答時間　10:00 ～ 12:30

解答するときの注意事項

1. 解答用紙は，物理については各問につき1枚を，英語については全問で1枚を使用し，白紙の場合でも必ず4枚 (物理3枚，英語1枚) 提出すること。
2. 解答用紙には受験番号を必ず記入すること。
3. 必要ならば解答用紙の裏面を使用してもよい。

物　理

1

[A] ベクトル場 $\vec{a} = \vec{a}(\vec{r}) = \begin{pmatrix} x^2 - 2yz \\ xy + 2xz \\ y^2 + z^2 \end{pmatrix}$ に対して，以下の問いに答えよ。

(1) $\mathrm{div}\,\vec{a}$, $\mathrm{rot}\,\vec{a}$, $\triangle\vec{a}$ を計算せよ。

(2) 曲面 $S = \left\{ \left(\begin{smallmatrix} x \\ y \\ z \end{smallmatrix} \right) \in \mathbb{R}^3 \;\middle|\; x^2 + y^2 = b^2,\ x \geq 0,\ y \geq 0,\ 0 \leq z \leq c \right\}$ (法線の向きは z 軸から遠ざかる向きで，b, c は正定数) に対して，$\displaystyle\int_S \mathrm{rot}\,\vec{a} \cdot d\vec{S}$ を計算せよ。

(3) 曲線 C_1 を「S の境界で，$\left(\begin{smallmatrix} 0 \\ b \\ c \end{smallmatrix} \right)$ から $\left(\begin{smallmatrix} b \\ 0 \\ c \end{smallmatrix} \right)$ からまでの円弧」とする時，$\displaystyle\int_{C_1} \vec{a} \cdot d\vec{r}$ を計算せよ。

[B] 行列 $A = \begin{pmatrix} 4 & -1 & -2 \\ 2 & 1 & -2 \\ 1 & -1 & 1 \end{pmatrix}$ に対して，以下の問いに答えよ。

(1) t の多項式 $f_A(t) = \det(tE - A)$ を計算し，因数分解せよ。E は単位行列である。

(2) t の方程式 $f_A(t) = 0$ の各解 α に対して，$\vec{x}$ の連立一次方程式 $A\vec{x} = \alpha\vec{x}$ を解け。

(3) $P^{-1}AP$ が対角行列となるような正則行列 P を一つ求めよ。また，その時の $P^{-1}AP$ を書け。

2

[A] 図 1 のように，軽いばねであるバネ A（ばね定数 k_a, 自然長 L_a）とバネ B（ばね定数 k_b, 自然長 L_b）の間に質量 m の質点をとりつけ，自然長の位置で両端を固定する。また，バネ A の左端を原点としてばねの長さ方向に x 軸をとる。ここで，質点を x_0 の位置までずらして時刻 $t=0$ で手を離すと，質点は左右に運動した。以下の問いに答えよ。

(1) 時刻 t での質点の位置を $x(t)$ として，質点の運動方程式を書け。

(2) (1) を解いて位置 $x(t)$ を求めよ。

[B] 2 次元平面上の点 $\mathrm{P}(x,y)$ に働く力 $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$ がそれぞれ以下で与えられる。このうち保存力であるものをすべて選び，そのポテンシャルエネルギーを求めよ。保存力であるとした理由も述べること。ただし，原点 (0,0) でのポテンシャルエネルギーは 0 であるとせよ。

$$\vec{F}_1 = \begin{pmatrix} -x \\ -y \end{pmatrix}, \qquad \vec{F}_2 = \begin{pmatrix} -x^3 y \\ -xy^3 \end{pmatrix}, \qquad \vec{F}_3 = \begin{pmatrix} -3x^2 y \\ -x^3 - y^3 \end{pmatrix}$$

[C] 図 2 のように，半径 a, 質量 M の一様な円柱を水平面となす角が θ の斜面上に置き，時刻 $t=0$ で静かに手を離すと，斜面と円柱の間に働く摩擦力により，円柱は滑らずに転がり出した。円柱の斜面上における移動距離を $x(t)$，円柱の中心軸周りの慣性モーメントを I，重力加速度の大きさを g として，以下の問いに答えよ。

(1) 円柱の重心の運動方程式，および回転の運動方程式を書け。ただし，問題で指定された以外の量が必要なときは，各自で文字を置き，説明してから用いよ。

(2) $x(t)$ を求めよ。

(3) I を求めよ。(a, M で表せ。)

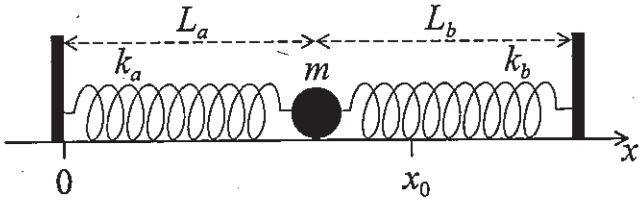


図 1

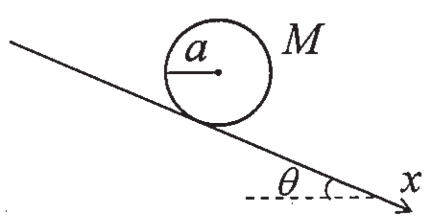
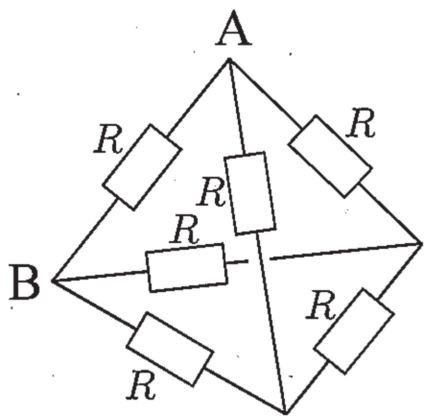


図 2

3

以下の問いに答えよ。

[A] 図に示すように，同じ抵抗値 R を持つ 6 本の抵抗線を接続して四面体回路を作る。このとき，2 つの頂点 A,B の間の合成抵抗値を求めよ。



図

[B] 真空中に固定された点電荷が作る静電場を考える。電荷 $-q$ と $+q$ の 2 つの点電荷がそれぞれ z 軸上の点 $\mathrm{A}\left(0,0,-\frac{s}{2}\right)$ と点 $\mathrm{B}\left(0,0,\frac{s}{2}\right)$（$s$ は正の定数）に固定されている。真空の誘電率を ε_0 とする。

(1) 2 つの点電荷が点 P (x,y,z) に作る電位を x,y,z の関数として表せ。ただし，無限遠点での電位を 0 とする。

(2) 座標 x,y,z を極座標 r,θ,φ で表せ。

(3) (1) で求めた電位を極座標で表せ。

(4) $r \gg s$ のとき，(3) で求めた電位を $\frac{s}{r}$ に関して展開し，0 にならない最低次の項まで近似せよ。

(5) (4) で求めた電位から，点 P における電場の r,θ,φ 方向の成分をそれぞれ求めよ。

英語問題は理学部入試事務室窓口で閲覧できます。