

2023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

- 1 質点の力学について基本的な知識が身についているかを問う問題である。微分方程式の計算を理解しているかも問うている。
- 2 質点系および剛体の力学について基本的な知識が身についているか問う問題である。
- 3 静電場中の点電荷の運動についての問題である。電場、力、エネルギーに関する基本的な知識が身についているか問うている。

英語

英語の文章を日本語に訳す能力，英文の意味を理解し要約する能力，および日本語の文章を英訳する能力を見る。

2023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. 各解答用紙に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

I. 次の不定積分を求めよ。ただし a は正の定数とする。

$$(1) \int \frac{1}{x^2 + a^2} dx$$

$$(2) \int \frac{1}{x^2 - a^2} dx$$

II. 鉛直上向きに y 軸をとり、原点から鉛直上向きに質量 m の物体を初速度 v_0 で投げ上げる。物体は速さの2乗に比例する抵抗を受けるとする。以下の問いに答えよ。ただし、重力加速度の大きさを g 、抵抗力の比例定数を $\beta (> 0)$ とする。

- (1) この物体が投げ上げられたあと、上昇しているときの運動方程式を立てよ。
- (2) この物体が投げ上げられてから最高点に達するまでの時間を求めよ。
- (3) 最高点の y 座標を求めよ。
- (4) 最高点に達したあと、物体は落下した。落下しているときの運動方程式を立てよ。
- (5) 最高点に達した瞬間から、 t だけ時間が経ったときの物体の速度を求めよ。
- (6) この物体が落下し続けると、やがて一定速度に近づく。このときの速度を求めよ。

- I. 中心力 $F(r)$ をおよぼし合う2つの質点 P_1, P_2 がある。質点 P_2 から見た質点 P_1 の運動を記述する運動方程式が、換算質量 μ をもつ質点の運動方程式として記せることを示せ。質点 P_1 の質量を m_1 , 座標を (x_1, y_1, z_1) , 質点 P_2 の質量を m_2 , 座標を (x_2, y_2, z_2) とし, r は質点間の距離とする。また, 質点には中心力以外の力ははたらいっていないものとする。
- II. 長さ l , 質量 M の一様な棒を鉛直な壁に立てかけて置く。床は水平であり, 棒と床, 棒と壁の間の静止摩擦係数がそれぞれ μ_1, μ_2 であるとして, 棒が滑らずにいられるのは水平とつくる角がいくらのときまでか。棒は床と壁に垂直な平面内にあるものとして考えてよい。なお, 重力加速度の大きさは g とする。求める過程も記述すること。
- III. 面密度 σ , 半径 a の一様な薄い円板の中心を通り, 円板に垂直な軸を z 軸とし, 円板上に x, y 軸をとる。この円板の x, y, z 軸まわりの慣性モーメントをそれぞれ求めよ。求める過程も記述すること。
- IV. 天井からつるした長さ l の軽いひもの端に質量 m のおもりを付けた単振り子の運動方程式は鉛直下向きとひものなす角を θ として
- $$\ddot{\theta} = -\frac{g}{l} \sin \theta$$
- と表すことができる。単振り子の固定点まわりの慣性モーメントを求め, これを用いて回転についての考察をおこない, 上記の運動方程式が導かれることを示せ。なお, g は重力加速度の大きさである。
- V. 半径 R , 質量 M の一様な球体が回転している。回転を止めずに, この球に厚さ h ($\ll R$), 質量 m の球殻を取り付けた。球殻を取り付けたあとの回転の周期と取り付けるまえの周期との比を求めよ。なお, 回転軸は球の中心を通っている。求める過程も記述すること。

図1に示すように、真空中に薄い平行金属板 a, b が置かれている。金属板には電圧源がつながっており、金属板 a と b のそれぞれの電位は V_a, V_b ($V_a > V_b$) で一定とする。金属板の長さは L 、金属板間の距離は d である。金属板 b の左端を原点として、図のように xy 平面を定義する。時刻 $t = 0$ において点 $P\left(0, \frac{d}{2}\right)$ にある1つの電子が、初速度 $\vec{v} = (v_0, 0)$ で金属板間に入射した。このとき以下の問いに答えよ。ただし、電子は xy 平面内を移動するものとし、電子の電気量を $-e$ ($e > 0$)、質量を m とする。また金属板間に生じる電場は均一であるとし、重力は無視できるものとする。

1. 金属板間を移動する電子に作用する力 \vec{F} を求めよ。
2. ある時刻 t_1 で電子が点 $Q(L, y_1)$ に到達した(ただし、 $0 < y_1 < d$)。このとき、 t_1 と y_1 を求めよ。
3. 点 Q に到達した時刻での電子の進行方向と x 軸とのなす角を θ とするとき、 $\tan \theta$ を求めよ。
4. 点 Q に到達した時刻での電子の運動エネルギー K_1 を求めよ。ただし、電子の運動エネルギーは \vec{F} によって与えられたエネルギー以外に、損失及び増加はないものとする。
5. $d = 4.0 \text{ cm}$, $L = 10 \text{ cm}$, $V_a = 10 \text{ V}$, $V_b = 0.0 \text{ V}$, $v_0 = 4.0 \times 10^6 \text{ m/s}$, $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$, $m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ のとき、 y_1 と $\tan \theta$ の値をそれぞれ有効数字2桁で求めよ。

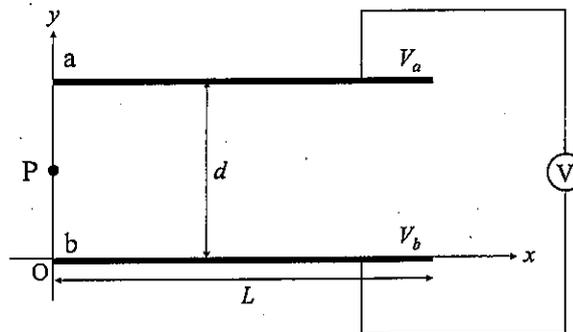


図1

英語問題は理学部入試事務室窓口で閲覧できます。

英語問題は理学部入試事務室窓口で閲覧できます。