

平成23年度推薦入試入学試験問題

小論文

理学部 理学科

数学・情報数理コース

物理学コース

問題の選択方法について

- ① 必修問題（ページ1）は必ず解答しなければなりません。
- ② 選択問題は数学問題（ページ2）と物理学問題（ページ3～6）のいずれかを選択しなさい。

選択問題は、出願コースによらず、どちらの問題を選択してもかまいません。数学問題を選択する人は「**数学1**」と「**数学2**」の両方を解答しなさい。物理学問題を選択する人は「**物理学1**」と「**物理学2**」の両方を解答しなさい。

注意事項

- ① 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- ② 受験番号は解答用紙の指定の欄に、各用紙ごと5枚全部に記入しなさい。
- ③ 解答は、問題ごとに指定された解答用紙（必修問題用の解答用紙1枚と選択問題用の解答用紙2枚の合計3枚）に記入しなさい。
- ④ 試験終了後、次の順序で解答用紙を回収します。(1) 選択しなかった問題の解答用紙2枚、(2) 選択した問題の解答用紙2枚、(3) 必修問題の解答用紙1枚。それぞれ2枚の解答用紙は上から（その1）、（その2）の順に重ねておいてください。

平成23年度 入学試験問題訂正等用紙

推薦入試

教科・科目等：小論文

学部・学科等：理学部 理学科
数学・情報数理コース
物理学コース

訂正等種別	
<small>(該当する番号を○で囲む)</small>	
1	問題の訂正
2	解答用紙の訂正
③	補足説明

【物理学2】

問2 (1) 及び (2)

「……における x 成分と y 成分を求めよ。」

→ 「……における電場の x 成分と y 成分を求めよ。」

必修問題

以下の各問に答えよ。

- (1) 関数 $x \tan x$ ($-\frac{\pi}{2} < x < \frac{\pi}{2}$) の導関数と、定積分 $\int_0^{\frac{\pi}{3}} \frac{x}{\cos^2 x} dx$ の値を求めよ。
- (2) 高さ1メートルの立体が水平な地面に置かれている。底面からの高さが x メートル ($0 \leq x \leq 1$) の水平面によるこの物体の切り口の面積が $\frac{1}{4-x^2}$ 平方メートルとなっている。この物体の体積を求めよ。
- (3) 極限值 $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \left(\left(\frac{k}{n} \right)^2 + 1 \right) \left(\frac{k}{n} - 2 \right)^2$ を求めよ。ここで n, k は自然数を表す。

数学1

以下の各問に答えよ。

- (1) 不等式 $n^2 < 2^{n+1}$ がすべての自然数 n に対して成り立つことを示せ。
- (2) 座標平面上で点 (x, y) が不等式 $x^2 + y^2 \leq 1$ の表す領域内を動く時 $2x + 3y$ の取り得る値の範囲を求めよ。

数学2

a を $0 \leq a \leq 1$ を満たす定数とする。曲線 $C: y = -x^2 + 2x$ と直線 $l_a: y = ax$ によって囲まれた図形を D_a とし、 C と l_a の交点で原点 O と異なる点を P_a とする。以下の各問に答えよ。

- (1) P_a の座標を a を用いて表せ。
- (2) D_a の面積 $S(a)$ と、 D_a を x 軸のまわりに1回転してできる回転体の体積 $V(a)$ を求めよ。
- (3) a が $0 \leq a \leq 1$ の範囲を動くとき、(2) の $V(a)$ と $S(a)$ の比 $\frac{V(a)}{S(a)}$ の最大値とそのときの a の値を求めよ。

物理学 1

重力加速度の大きさを $g[\text{m/s}^2]$ とするとき、以下の問に答えよ。問 1(1) の解答以外は導出過程も含めて記述せよ。

問 1 図 1 のように、大きさの無視できる質量 $m[\text{kg}]$ の物体を、地面から水平方向に対して角度 $\theta_1[\text{rad}] (0 < \theta_1 < \frac{\pi}{2})$ だけ上方に速さ $v_0[\text{m/s}]$ で投射したとき、物体が再び地面に到達するまでの運動を考える。投射した点を原点 O 、投射した瞬間を時刻 0 とし、水平方向にそって右側に x 軸、鉛直上向きに y 軸をとる。

- (1) 物体の運動に関する以下の文のうち、 (ア) に最もふさわしい語を下の (a) から (c) より選び、 (イ) と (ウ) に最もふさわしい語を下の (d) から (g) よりそれぞれ選べ。

投射された物体の描く軌道は (ア) となり、その運動を x 軸方向と y 軸方向に分けて考えると、 x 軸方向には (イ) をしており、 y 軸方向には (ウ) をしている。

- (a) 直線, (b) 放物線, (c) 円,
(d) 等速直線運動, (e) 等加速度運動, (f) 等速円運動, (g) 振動
- (2) 時刻 $t[\text{s}]$ における、物体の速度の x 軸方向成分 $v_x[\text{m/s}]$ と、 x 軸方向の原点 O からの距離 $x[\text{m}]$ を求めよ。
- (3) 時刻 t における、物体の速度の y 軸方向成分 $v_y[\text{m/s}]$ と、 y 軸方向の原点 O からの距離 $y[\text{m}]$ を求めよ。さらに、物体が最も高い点に到達したときの時刻 $t_1[\text{s}]$ と、 x 軸方向および y 軸方向の原点 O からの距離 $x_1[\text{m}]$, $y_1[\text{m}]$ を求めよ。
- (4) 物体が再び地面に到達したときの時刻 $t_2[\text{s}]$ と、 x 軸方向の原点 O からの距離 $x_2[\text{m}]$ を求めよ。
- (5) 物体が時刻 0 から t_2 までに描く軌道の x 座標と y 座標の関係を求めよ。

問2 図2に示すように、長さ ℓ [m] の重さの無視できる糸の上端を水平な天井に固定し、下端には質量 M [kg] の大きさの無視できる物体を取り付けた。鉛直方向に対して糸の傾きを角度 θ_2 [rad] ($0 < \theta_2 < \frac{\pi}{2}$) に保ちながら、物体を水平面内で角速度 ω [rad/s] で円運動をさせた。

- (1) 回転半径を r [m]、糸の張力を S [N] とする。物体に働く力の鉛直方向に関するつり合いの式を書け。また、物体に関する水平面内の円運動の運動方程式を書け。
- (2) この円運動の角速度 ω を g , ℓ , θ_2 を用いて表せ。
- (3) この円運動の周期 T [s] を g , ℓ , θ_2 を用いて表せ。

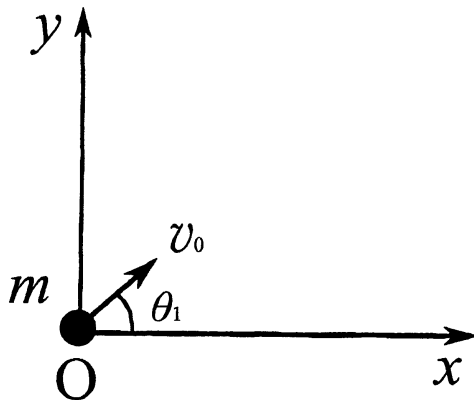


図1: 物体を初速度 v_0 で投射した様子

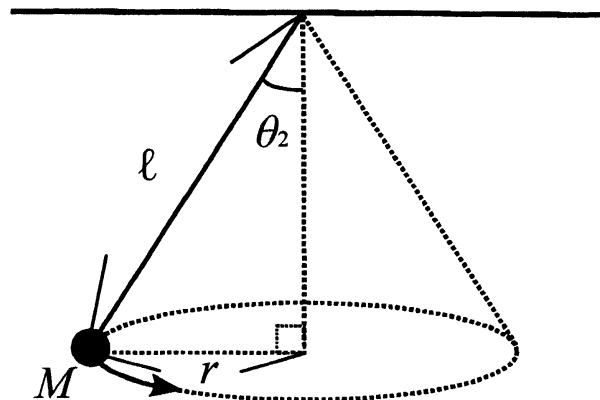


図2: 物体が水平面内を円運動する様子

物理学2

正電荷 1C を真空中に置いたとき、正電荷から距離 1m だけ離れた位置にできる電場の強さは $9 \times 10^9 \text{ N/C}$ である。以下の問に答えよ。解答は導出過程も含めて記述せよ。ただし空間は真空であるとし、距離の単位は m とする。

問1 図3のように、 x - y 平面上の原点 $(0, 0)$ に正電荷 $1 \times 10^{-9}\text{C}$ を置いた。

- (1) 点 $A(2, 0)$ における電場の x 成分と y 成分を求めよ。
- (2) x - y 平面内における電気力線の概形を描け。

問2 図4のように、 x - y 平面上の点 $(1, 0)$ および点 $(-1, 0)$ にそれぞれ正電荷 $1 \times 10^{-9}\text{C}$ を置いた。

- (1) 点 $A(2, 0)$ における x 成分と y 成分を求めよ。
- (2) 点 $B(0, 1)$ における x 成分と y 成分を求めよ。
- (3) x - y 平面内における電気力線の概形を描け。

問3 図5のように、 x - y 平面上の点 $(1, 0)$ に正電荷 $1 \times 10^{-9}\text{C}$ を、点 $(-1, 0)$ に負電荷 $-1 \times 10^{-9}\text{C}$ を置いた。

- (1) 点 $A(2, 0)$ における電場の x 成分と y 成分を求めよ。
- (2) 点 $B(0, 1)$ における電場の x 成分と y 成分を求めよ。
- (3) x - y 平面内における電気力線の概形を描け。

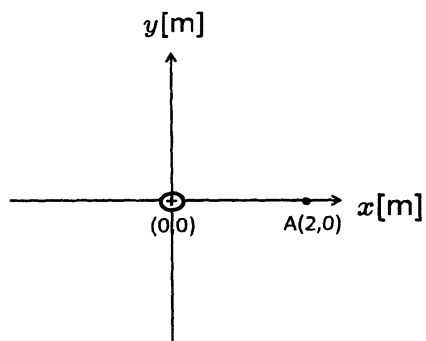


図 3: x - y 平面上 $(0,0)$ に電荷を置いた様子

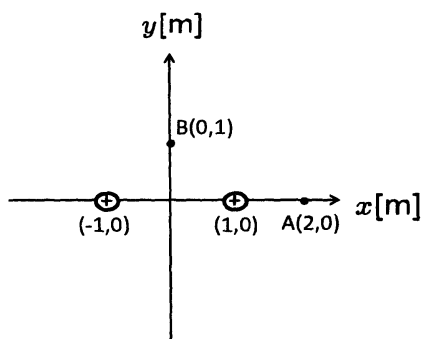


図 4: x - y 平面上 $(-1,0)$ および $(1,0)$ に電荷を置いた様子

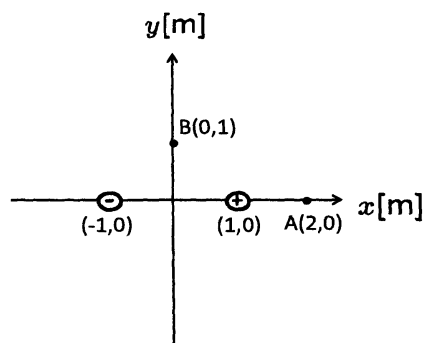


図 5: x - y 平面上 $(-1,0)$ および $(1,0)$ に電荷を置いた様子