

平成31年度 理学部物理学科 帰国生徒入試

1. 試験開始の合図があるまで、この試験問題冊子を開かないこと。
2. この中には問題用紙3枚、解答用紙4枚、下書き用紙1枚が折りこまれている。試験開始の合図があってから確認すること。なお、文字などの印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れなどがあった場合は、手を挙げて監督者に知らせること。
3. 試験開始後に、解答用紙の指定欄に受験番号を算用数字で記入すること。氏名を書いてはいけない。
4. 解答はすべて問題番号に対応する解答欄に記入すること。
指定された解答用紙以外に記入した解答は、評価(採点)の対象としない。
5. 試験終了後、解答用紙の4枚のみを提出し、表紙・問題用紙・下書き用紙は持ち帰ること。

実施年月日
30.11.28
富山大学

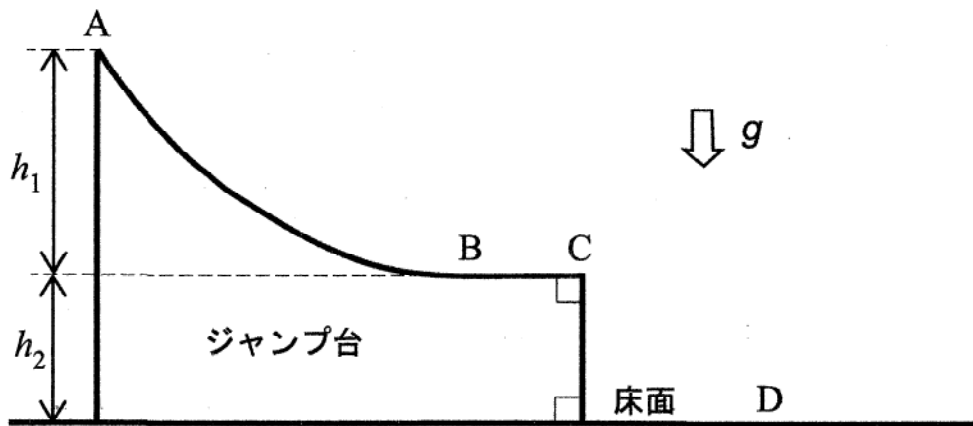
下書き用紙

- 1 重力下における小球の運動を考える。図のように、曲面 AB と水平面 BC をもつジャンプ台が、水平な床面に動かないように固定されている。ジャンプ台の点 A に、質量 m を持つ小球が固定されている。重力加速度の大きさを g とし、小球の大きさ、小球とジャンプ台及び小球と床面との摩擦、空気抵抗は無視できるとする。

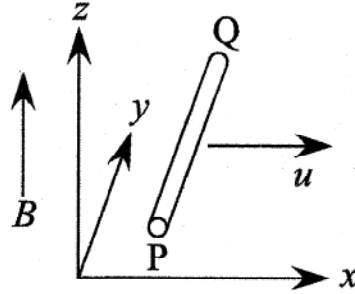
小球の固定を静かに外すと、小球は回転することなく曲面 AB と水平面 BC に沿って運動し、ジャンプ台の先端の点 C において水平方向に打ち出される。点 A と点 C との高低差を h_1 とすると、点 C における小球の速さは (ア) となる。小球が床面に衝突する位置を点 D とし、床面と点 C との高低差を h_2 とすると、小球が点 C で打ち出されてから点 D で衝突するまでの時間は (イ) となり、衝突直前の速度の鉛直成分は、鉛直下向きを正とすると (ウ) となる。小球と床面との反発係数を e ($0 < e < 1$) とすると、衝突直後の速度の鉛直成分は、鉛直下向きを正とすると (エ) となる。また、この衝突の時に失われた力学的エネルギーは (オ) である。この衝突の後、小球が達する床面からの最高点の高さは (カ) である。

以下の問いに答えよ。

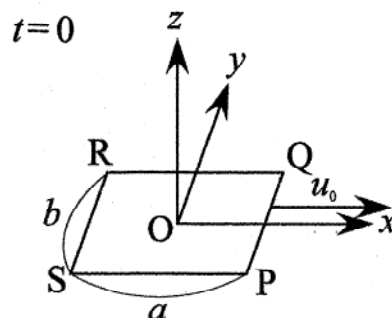
- 文中の空欄 (ア) ~ (カ) に入る数式を、 m, g, h_1, h_2, e の中から必要なものを用いて答えよ。
- 小球は点 D で衝突して以降、どのような運動をするか。説明せよ。



- 2 (1) z 軸の正の向きで一様かつ時間的に変化しない磁場 (磁束密度の大きさ B) の中で, 図のように y 軸と平行な長さ b の導体の棒 PQ が x 軸の正の方向へ速さ u で移動している。P, Q 間の電位差を答えよ。



- (2) 時間的に変化しない磁場中で長方形型の一巻きコイル PQRS を滑らかで水平な床面において滑らすことを考える。床面を xy 平面とする座標系をとると, xy 平面上では磁束密度は z 軸と平行で, 座標原点近くで磁束密度の z 成分は $B = \alpha - \beta x$ (α, β は正の定数) と記述できる。コイルに初速をあたえて滑らせたところ, 図のようにコイルの中心は x 軸上を進み, 時刻 $t = 0$ に速さ u_0 で原点 O を通過した。長方形の辺 QR と辺 PS は長さ a で x 軸に平行であり, 辺 PQ と辺 RS は長さ b で y 軸に平行である。コイルは原点付近にあり, すべての辺は床に接している。またコイルは回転せず, コイルの線の太さは無視できる。以下の問いに答えよ。
- (a) $t = 0$ において P, Q 間, R, S 間の電位差をそれぞれ答えよ。
- (b) $t = 0$ においてコイルに発生する誘導起電力の大きさを答えよ。
- (c) $t = 0$ において誘導起電力による電流の向きは下記のいずれか。記号で答えよ。
 (ア) $P \rightarrow Q \rightarrow R \rightarrow S \rightarrow P$ (イ) $P \rightarrow S \rightarrow R \rightarrow Q \rightarrow P$ (ウ) 電流は生じない
- (d) $t = 0$ において誘導起電力による電流の大きさとコイルでの電力を答えよ。コイル全体の抵抗を r とする。
- (e) コイルでの電力はコイルの抵抗 r が大きくなるとどのように変化するかを答えよ。
- (f) エネルギー保存則から全系のエネルギーは一定である。全系のエネルギーの一部はコイルの抵抗で生じるジュール熱のエネルギーである。それ以外のエネルギーを答えよ。
- (g) (f) で答えたエネルギーの時間変化を $t > 0$ についてグラフに描いて説明せよ。



- 3 凹面鏡に自分の姿をうつしてみると、条件により正立の姿が見える場合と、倒立の姿が見える場合がある。凹面鏡の球面の半径を R 、鏡と自分との距離を a として、この現象について説明しなさい。図と式を補助として用い、文章により丁寧に説明しなさい。ただし、凹面鏡の焦点距離が $R/2$ であることを用いてもよい。また、解答欄の図には凹面鏡の球面の中心を O として示している。

- 4 以下の問いに答えよ。解答欄には答えだけでなく、計算過程も枠内に収まるように簡潔かつ明瞭に示せ。

(1) 関数

$$f(x) = \frac{x}{x^2 + 1}$$

について、次の問いに答えよ。

- (a) 関数 $y = f(x)$ のグラフの概形を描け。増減表を作成し、極値や変曲点の値なども記入せよ。
 (b) 定積分

$$\int_1^{\sqrt{3}} f(x) dx$$

を求めよ。

(2) $x > 0$ のとき、不等式

$$x > \log(x + 1)$$

を証明せよ。

物理学科

受験番号

1

(1)	(ア)
	(イ)
	(ウ)
	(エ)
	(オ)
	(カ)
(2)	

物理学科

受験番号

2

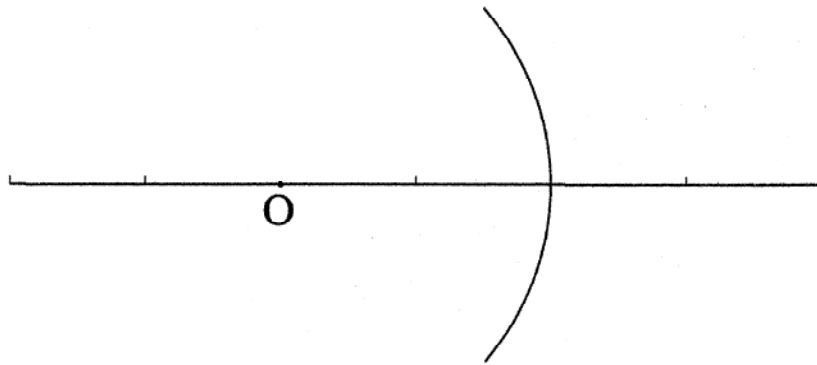
(1)	
	(a) P, Q 間の電位差: R, S 間の電位差:
	(b)
	(c)
	(d) 電流の大きさ: 電力:
(2)	(e)
	(f)
	(g)

物理学科

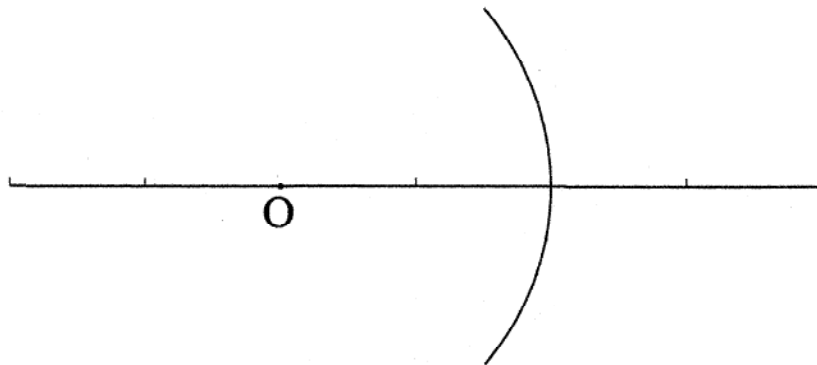
受験番号

3

正立の場合の図:



倒立の場合の図:



物理学科

受験番号

4

(1)	(a)
	(b)
(2)	