

# 新潟大学 一般 前期

## 平成 23 年度入学試験問題

### 理 科

#### 注 意 事 項

- 1 この問題冊子は、試験開始の合図があるまで開いてはならない。
- 2 問題冊子は、全部で 55 ページある。(落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所などがあつた場合は申し出ること。)問題冊子の中に下書き用紙が 1 枚入っている。

物	理	1 ～ 15 ページ、	化	学	16 ～ 30 ページ
生	物	31 ～ 47 ページ、	地	学	48 ～ 55 ページ
- 3 解答用紙は、問題冊子とは別になっている。解答は、すべて解答用紙の指定された箇所に記入すること。
- 4 受験番号は、各解答用紙の指定された 2 箇所に必ず記入すること。
- 5 解答時間は、次のとおりである。
  - (1) 教育学部及び工学部の受験者は、90 分。
  - (2) 理学部の受験者は、次のとおりである。
    - ① 数学科及び化学科の受験者は、90 分。
    - ② 物理学科の受験者は、120 分。
    - ③ 生物学科及び自然環境科学科で理科 1 科目の受験者は、90 分。
    - ④ 生物学科及び自然環境科学科で理科 2 科目の受験者並びに地質科学科の受験者は、180 分。
  - (3) 医学部及び歯学部の受験者は、180 分。
  - (4) 農学部の受験者は、次のとおりである。
    - ① 理科 1 科目の受験者は、90 分。
    - ② 理科 2 科目の受験者は、180 分。
- 6 物理と化学は、学部、学科によって解答する問題が異なるので、物理と化学の問題の前に記した注意をよく読んで解答すること。
- 7 化学及び生物には、選択問題があるので、化学及び生物の問題の前に記した注意をよく読んで解答すること。
- 8 問題冊子及び下書き用紙は、持ち帰ること。

補 足 説 明

問題 理科(物理)

8ページ 問題③(1)

問1 (2)の2行目

「振動数  $f_1$  のうなり」とは「1秒に  $f_1$  回のうなり」  
を意味する。

問2 (2)の2行目

「うなりの振動数」とは「1秒あたりのうなりの回数」  
を意味する。

物 理

注意

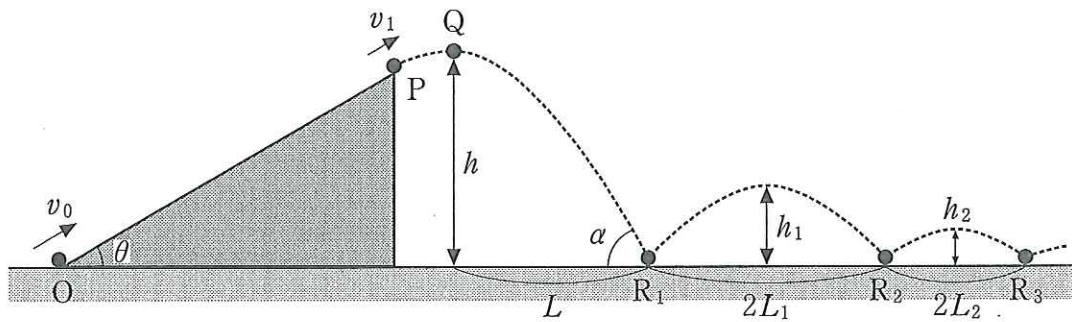
物理選択の受験者は、下の表を見て○印の問題を解答せよ。

志望学部(学科)	問題番号			
	1	2	3	4
教育学部	○		○	○
理学部(物理学科)	○	○	○	○
理学部(数学科・生物学科・ 地質科学科・自然環境科学科)	○	○		○
医学部	○	○	○	
歯学部	○	○	○	
工学部	○	○		○
農学部	○	○		○

1

注意 全学部受験者用

図のように、水平面とのなす角が $\theta$ のなめらかな斜面をもつ台が、水平な床に固定されている。質量 $m$ の小物体の運動に関する以下の問いに答えよ。ただし、重力加速度の大きさを $g$ とする。



問 1 図のように、斜面の下端 $O$ から斜面に沿って上向きに速さ $v_0$ で小物体を投げ出したところ、小物体は斜面 $OP$ 上を運動し、斜面の上端 $P$ を速さ $v_1$ で通り過ぎた。このとき、次の問いに答えよ。

- (1) 斜面 $OP$ 上を運動する小物体の加速度の大きさ、およびその向きを答えよ。
- (2) 下端 $O$ から投げ出された小物体が上端 $P$ に達するまでの時間を求めよ。
- (3) 斜面 $OP$ の長さを求めよ。

問 2 斜面の上端 P を通り過ぎた小物体は、図の点線のように放物運動した。

このとき、次の問いに答えよ。

- (1) 床から最高点 Q までの高さ  $h$  を求めよ。
- (2) 小物体は、点  $R_1$  において床に対し  $\alpha$  の角度で衝突した。衝突直前の小物体の速さ、および  $\cos \alpha$  はいくらか。
- (3)  $QR_1$  間の水平距離  $L$  を求めよ。

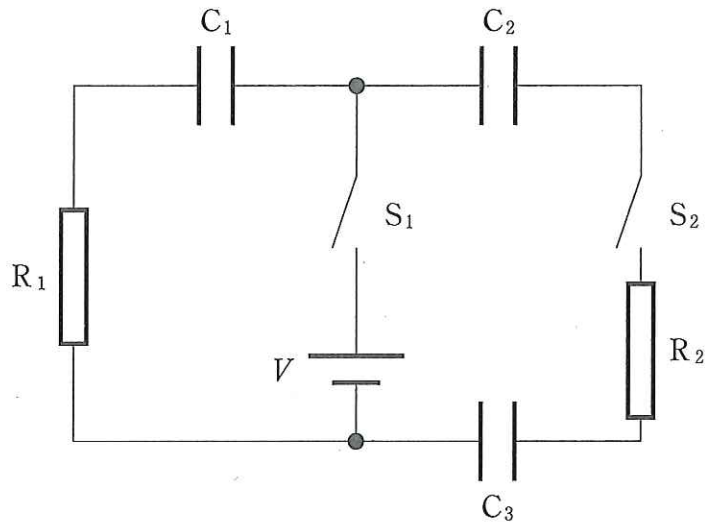
問 3 図のように、点  $R_1$  で床に衝突してはねかえった小物体は、点  $R_2$  でふたたび床に衝突した。床はなめらかであり、小物体と床との間の反発係数を  $e$  として、次の問いに答えよ。なお、 $L$  および  $h$  を用いて答えてよい。

- (1)  $R_1R_2$  間の距離を  $2L_1$  とすると、 $L_1$  はいくらか。
- (2) 点  $R_1$  ではねかえった小物体が到達する最高点の高さ  $h_1$  を求めよ。
- (3) 小物体が  $n$  回目に床と衝突した点を  $R_n$  とする。 $R_nR_{n+1}$  間の距離を  $2L_n$ 、点  $R_n$  ではねかえった小物体が到達する最高点の高さを  $h_n$  とする。 $L_n$  および  $h_n$  はそれぞれいくらか。

2

注意 理学部(数学科・物理学科・生物学科・地質科学科・自然環境科学科),  
医学部, 歯学部, 工学部および農学部受験者用

[1] 図のような, 容量  $C$  のコンデンサー  $C_1, C_2, C_3$  と, 抵抗値  $R$  の抵抗  $R_1, R_2$ , 起電力  $V$  の電源およびスイッチ  $S_1, S_2$  からなる電気回路がある。最初, すべてのコンデンサーに電荷はなかったとして, 以下の問いに答えよ。



問 1 スイッチ  $S_2$  を開いたままスイッチ  $S_1$  を閉じた後, 十分時間が経過して電流が流れなくなった。

- (1)  $C_1$  に蓄えられている電荷と静電エネルギーを求めよ。
- (2)  $C_1$  が充電されるまでの間に,  $R_1$  で消費されたエネルギーを求めよ。

問 2 次に、スイッチ  $S_1$  を開き、スイッチ  $S_2$  を閉じた。

(1)  $S_2$  を閉じた瞬間に、 $R_1$  を流れる電流の大きさはいくらか。

$S_2$  を閉じてから十分時間が経過し、 $R_1$ 、 $R_2$  に電流が流れなくなった。

(2) このとき、 $C_1$  の極板間に加わっている電圧はいくらか。

(3)  $C_1$ 、 $C_2$  にはそれぞれいくら電荷が蓄えられているか。

(4)  $S_2$  を閉じてから電流が流れなくなるまでの間に、 $R_2$  で消費されたエネルギーを求めよ。

[ 2 ] 図1のように、2枚の無限に広い平板XとYを距離 $d$ だけ離して真空中に設置した。平板の間の領域Aには、電場や磁場をかけることができる。電荷が $q$ で質量が未知の荷電粒子を、電位差 $V$ の加速電極により初速0から加速して、平板Yの小孔から領域Aに平板と垂直に入射させる。この荷電粒子の質量を調べるために、領域Aの電場や磁場をいろいろ変えて実験を行った。重力の影響は無視でき、電場や磁場は領域Aの外部には影響しないとして、以下の問いに答えよ。

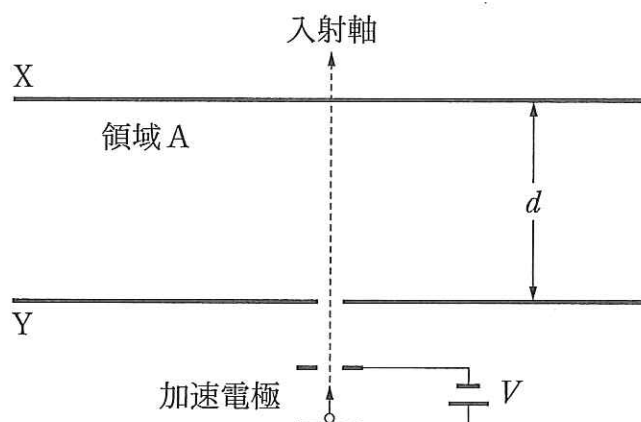


図1

問1 図2のように、領域Aに紙面の右向きに大きさ $E$ の一様電場のみをかけて実験を行うと、荷電粒子は入射軸方向より $l$ だけ右の点で平板Xに衝突した。

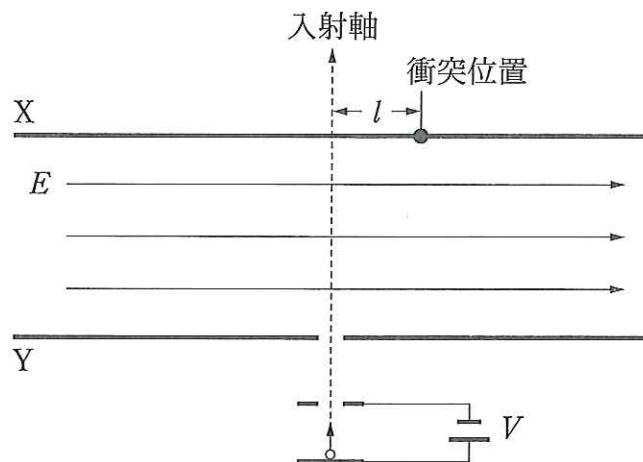


図2



- (1) 衝突直前の荷電粒子の運動エネルギーを求めよ。
- (2) もし、荷電粒子の電荷のみが  $2q$  に変わったとすると、平板 X に衝突する位置はどこになるか答えよ。

問 2 図 3 のように、領域 A の電場の大きさを 0 にして、紙面の表側から裏側向きに磁束密度の大きさ  $B$  の一様磁場をかけて実験を行うと、荷電粒子は平板 X に衝突した。

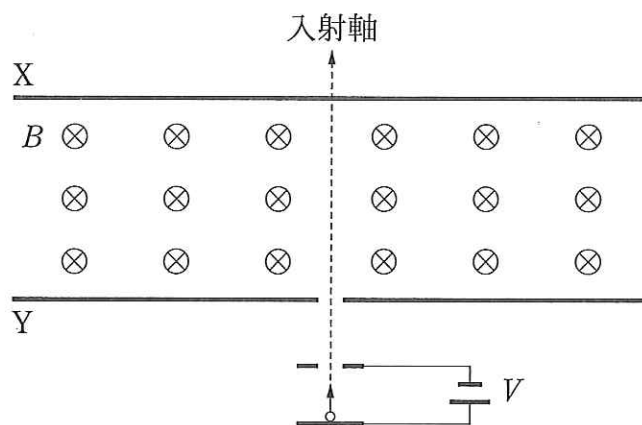


図 3

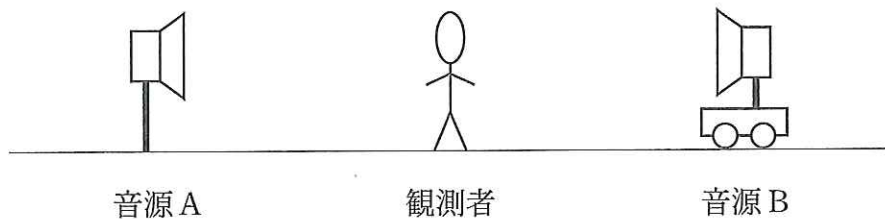
- (1) 荷電粒子の質量を  $m$  とおいて、荷電粒子が領域 A へ入射したときの速さを求めよ。
- (2) 磁束密度の大きさを少しずつ大きくしながら何度も実験を行った。すると磁束密度の大きさが  $B_1$  より大きくなったときに、入射した荷電粒子は平板 X に衝突しなくなった。荷電粒子の質量を求めよ。

問 3 図 2 の電場と図 3 の磁場(磁束密度の大きさ  $B$ )を同時にかけて実験を行うと、入射した荷電粒子は入射軸上で平板 X に衝突した。荷電粒子の質量を求めよ。

3

注意 教育学部, 理学部(物理学科), 医学部および歯学部受験者用

- [1] 図のように固定された音源 A と, 動かすことのできる音源 B の間に観測者がいる。ここで, 音源と観測者は一直線上に並んでおり, 音源から発せられた音は観測者の方向へ進む平面波と考える。音の反射は無く, 音速は常に一定の速さ  $V_0$  であるとして, 以下の問いに答えよ。



問 1 音源 B が静止している状態を考える。

- (1) 音源 A で振動数  $f_0$  の音を発生させた。音の波長を, 音速  $V_0$  と振動数  $f_0$  を用いて表せ。
- (2) さらに音源 B から振動数が  $f_0$  の  $\alpha$  倍 ( $\alpha < 1$ ) の音を発生させた。このとき, 観測者に振動数  $f_1$  のうなりが聞こえた。  $\alpha$  を  $V_0, f_0, f_1$  のうち必要なものを用いて表せ。

問 2 次に音源 B が動く場合を考える。

- (1) 音源 B のみが振動数  $f_0$  の音を発生させながら, 一定の速さ  $v$  で観測者から遠ざかる。このとき, 観測される音の振動数  $f_2$  を求めよ。
- (2) さらに(1)の状態では音源 A から振動数  $f_0$  の音を発生させた。このとき観測されるうなりの振動数を  $V_0, f_0, v$  を用いて表せ。

問 3 音源 A と B で、振幅と位相が同じである振動数  $f_0$  の音を発生させた。音源 B が静止している状態で観測者が音源 A と B の間をゆっくりと移動すると、一定の間隔で音が大きくなったり小さくなったりしたため、定常波ができていたことがわかった。

- (1) 音源 A と B の間において、定常波の節の数は 8 つであった。音源 A と B の間の距離  $L$  と、音の波長  $\lambda_0$  の関係を不等式で表せ。
- (2) ある節の場所に観測者が静止しているとする。音源 B がゆっくりと観測者から遠ざかると、音が大きくなった後に再び小さくなった。これは、定常波が移動したため、観測者のいる場所が節→腹→節と変化したためと考えられる。このとき、音源 B が動いた距離を、音の波長  $\lambda_0$  を用いて表せ。
- (3) 音源 B が一定の速さ  $v$  で観測者から遠ざかると、音の大きさが一定の振動数  $f_3$  で変化した。この振動数  $f_3$  を、 $f_0$ 、 $v$ 、 $V_0$  を用いて表せ。ただし、速さ  $v$  は音速  $V_0$  に比べて十分に小さく、ドップラー効果の影響は無視できるものとする。

[2] 図1に示すように、棒状の物体AB、焦点距離 $f_1$ の凸レンズ1、焦点距離 $f_2$ の凸レンズ2とスクリーンを直線上に配置したところ、物体ABの実像がスクリーン上に生じた。ここで $F_1, F_1'$ はレンズ1の焦点、 $F_2, F_2'$ はレンズ2の焦点を表し、 $O_1, O_2$ はそれぞれレンズ1, 2の中心である。2つのレンズの光軸は一致し、物体ABとスクリーンは光軸に垂直である。 $O_1$ と $O_2$ の距離を $L$ 、物体ABと $O_1$ の距離を $a_1(a_1 > f_1)$ 、スクリーンと $O_2$ の距離を $a_2(a_2 > f_2)$ とする。

問1 スクリーンに映された物体の像は、正立像か倒立像か答えよ。

問2 物体ABの高さを $d_1$ としたとき、像の高さ $d_2$ を求めよ。

問3  $f_1 = 10\text{ cm}$  および  $f_2 = 20\text{ cm}$  とする。 $a_1 = 2f_1$  および  $a_2 = 1.5f_2$  と配置したとき、レンズ間の距離 $L$ を求めよ。

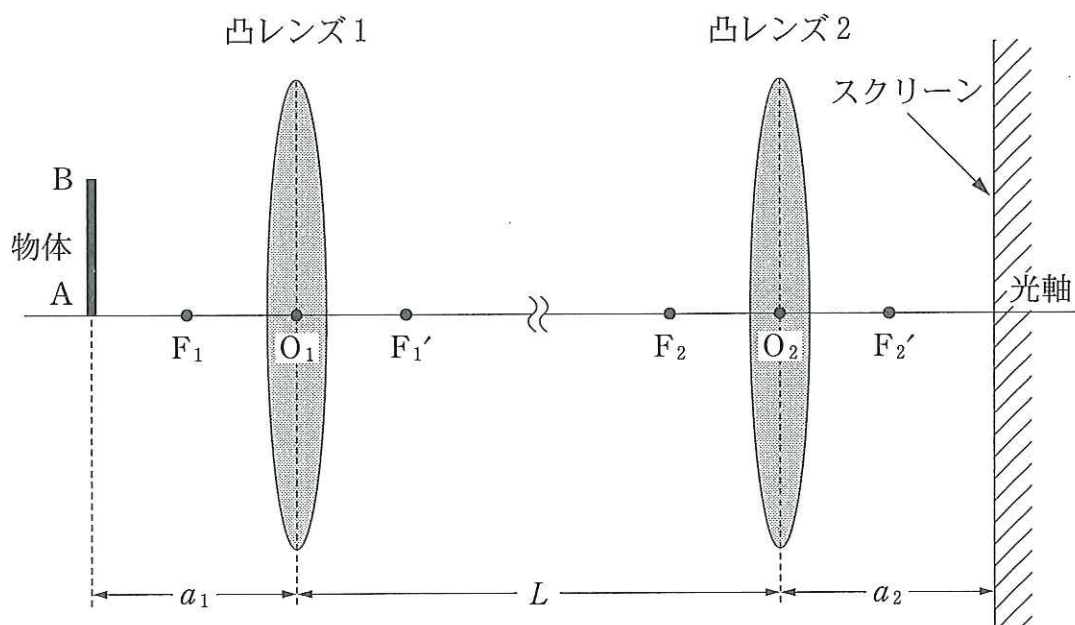


図1

次に、レンズの焦点距離について考えよう。図2に示すように、一方が光軸に垂直な平面、もう一方が半径  $R$  の球面のレンズを空気中に置いた。空気の屈折率は1、レンズの屈折率  $n$  は1よりわずかに大きいとする。今、細い単色の光線を光軸と平行にレンズに入射した。光線の光軸からの距離を  $h$  とする。ただし、 $h$  は  $R$  に比べて非常に小さいとする。このとき、以下の問いに答えよ。なお、ラジアン単位で測った角度  $\theta$  が1に比べて十分小さいとき、近似公式  $\sin \theta \doteq \theta$ ,  $\cos \theta \doteq 1$ ,  $\tan \theta \doteq \theta$  を用いよ。

問4 光線がレンズを通り過ぎたあと進む向きは、光軸から角度  $\alpha$  であった。角度  $\alpha$  を  $n$ ,  $R$ ,  $h$  のうち必要なものを用いて表せ。

問5 薄いレンズの場合、レンズの焦点距離  $f$  は近似的に  $f = \frac{h}{\alpha}$  で与えられる。焦点距離  $f$  を  $n$ ,  $R$ ,  $h$  のうち必要なものを用いて表せ。

問6 赤色の光線と紫色の光線を比べたとき、焦点距離が短いのはどちらか、「光の波長」と「屈折率」の2つの用語を用いて説明せよ。

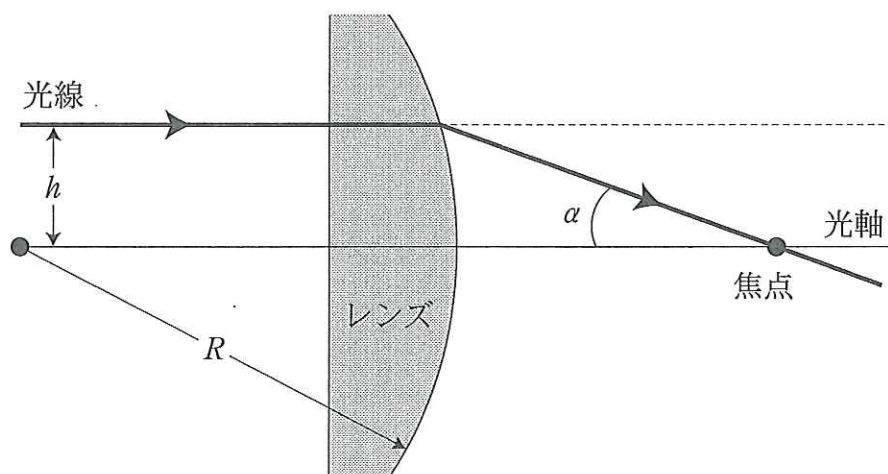


図2