

# 平成 16 年度入学者選抜学力検査問題

(前期日程)

## 物 理

〔 教 育 学 部 〕  
〔 医 学 部 〕

(注 意)

- 1 問題紙は指示のあるまで開かないこと。
- 2 問題紙は本文 6 ページであり、答案用紙は 3 枚である。
- 3 答えはすべて答案用紙の指定のところに記入すること。
- 4 問題紙と下書き用紙は持ち帰ること。

I 図 1 a のように質量  $m$  [kg] の直方体の物体(底辺が  $a$  [m], 高さが  $b$  [m]) を水平面との傾きの角  $\theta$  [rad] を変えられる斜面上に載せる。この直方体の物体は密度が一律な物質でできており、重心はその中心(図の G 点)の位置にある。なお、以下の問いでは、図 1 a の奥行き方向は考慮しなくてよい。また、重力加速度は  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とする。

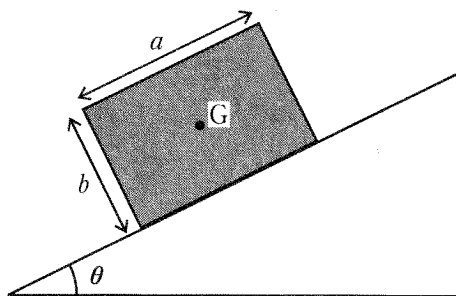


図 1 a

- (1) 斜面の傾きの角が  $\theta$  [rad] の時、物体は静止していた。この直方体の物体に働く重力の大きさはいくらか。また、重力のベクトルを、力の作用点と作用線を明確にして、解答用紙の図に書き込め。
- (2) この直方体の物体に斜面から働く力は、接触面に平行な摩擦力と接触面に垂直な垂直抗力に分けられる。それぞれの大きさはいくらか。
- (3) 摩擦力は物体の接触面に働く斜面に平行な力であるから、その作用線は物体の底面上にある。物体の重心 G の回りの摩擦力のモーメントはいくらか。ただし、図 1 a で左回り(反時計回り)のモーメントを正とする。
- (4) 物体の重心 G の回りの、重力のモーメント、垂直抗力のモーメントをそれぞれ求めよ。符号については前問(3)と同じとする。
- (5) 図 1 b のように、物体に働く垂直抗力の作用線と物体の底辺との交点を B とする。点 B と物体の下端の点 A との間の距離はいくらか。

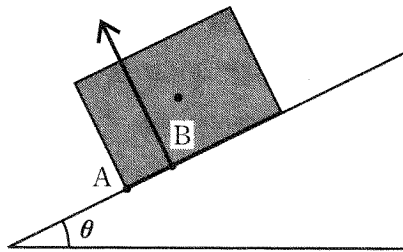


図 1 b

- (6) 斜面の傾きの角を徐々に大きくしていったところ、ある傾きの角  $\theta_1$  [rad] の時に、物体は滑り出した。物体の底面と斜面の間の静止摩擦係数はいくらか。
- (7) 滑り出した物体は、動摩擦係数  $\mu'$  による摩擦力を斜面から受けながら運動した。この時の物体の運動の加速度の大きさはいくらか。
- (8) 物体が鉛直距離  $h$  [m] (斜面上の移動距離  $\frac{h}{\sin \theta_1}$  [m]) だけ落下した時点で、物体の持つ重力による位置エネルギーは、最初に静止していた時に比べてどれだけ減少したか。
- (9) 物体が鉛直距離  $h$  [m] (斜面上の移動距離  $\frac{h}{\sin \theta_1}$  [m]) だけ落下した時点で、物体の持っている運動エネルギーはいくらか。
- (10) 次に、物体を置く向きを 90 度回して、底辺が  $b$  [m]、高さが  $a$  [m] となるようにしてから同じ実験を行った。斜面の傾きの角を徐々に大きくしていったところ、物体は滑り出さないまま、ある傾きの角  $\theta_2$  [rad] の時に、図 1 c のようになって、下側に倒れた。  $\tan \theta_2$  はいくらか。

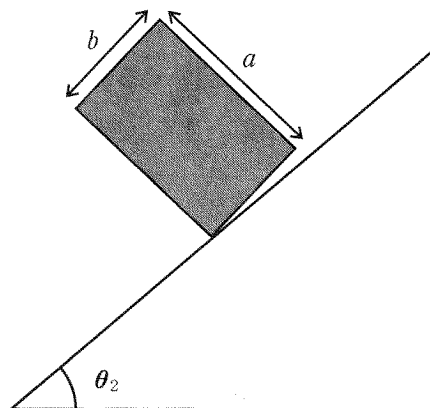


図 1 c

II 弦楽器と管楽器の模型で、音程を調整する実験を行う。図 2 a のように、共鳴箱の上に間隔  $l$  [m] で置かれたコマの間に 2 本の弦を張った装置がある。弦は、左側ではコマに固定され、右側ではコマで保持されてから、ばね定数  $k$  [N/m] のばねにつながられている。さらに、ばねの他端は巻き取り装置につながられている。巻き取り装置により、ばねの長さを変化させて弦の張力を調節できるものとする。

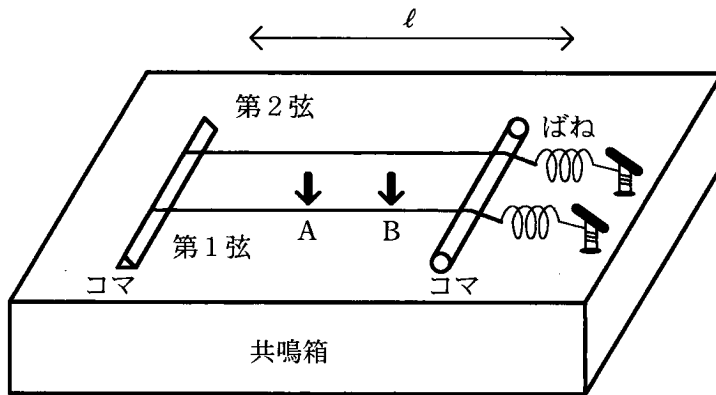


図 2 a

- (1) 弦を張った時に、ばねが自然長から  $x$  [m] 伸びたとする。弦の張力はいくらか。
- (2) 第 1 弦の真ん中を軽くはじいたところ、一定の振動数の音が鳴った。このとき、この弦には基本振動の定常波ができていると考えられる。解答用紙の図の中に、この定常波の腹と節の位置を矢印記号で書き込め。
- (3) この弦を伝わる波の速度を  $v$  [m/s] とする。問い(2)の音の振動数を  $\nu$  と  $l$  で表せ。

振動数 440 Hz の音さを用意する。

- (4) 音さを鳴らしてから、第 2 弦の真ん中を軽くはじいたところ、1 秒間に 1 回の割合でうなりが聞こえた。この弦が出している音の振動数には二つの可能性がある。それらはいくらか。

- (5) 第2弦につながっている巻き取り装置を操作し、ばねが更に伸びた状態にして、音程を修正してみたところ、うなりが消えた。この事実から、この弦の修正前の振動数はいくらであったとわかるか。

次に、第2弦の真ん中を軽くはじいて音を出した上で、第1弦の真ん中(A点)を指でおさえてB点を軽くはじいた。第1弦のばねの伸びを調節しながら、同じ操作を繰り返して、うなりが消えるようにした。

- (6) 第1弦の真ん中(A点)を押さえるのを止め、A点付近を軽くはじいた時にでる音の振動数はいくらか。

- (7) 第2弦の真ん中を軽くはじいた時、第1弦も振動した。なぜ、第1弦も振動したのか、その理由を述べよ。

さらに、閉管を持ってきて、第2弦のそばに置く。第2弦を鳴らしてから閉管に息をふきかけると、うなりが聞こえたので閉管の長さを調整してうなりが消えるようにした。

- (8) この時、閉管の中には基本振動の定常波が発生していると考えられる。解答用紙の図の中に、この定常波の腹と節の位置を矢印記号で書き込め。

- (9) 閉管に吹きかける息を強くしたところ、基本振動数の音よりも次に高い音を出すことができた。この音と同じ振動数を第2弦で出したい。指で弦をおさえる場所と、弦をはじく場所として適当な場所を、図2bのアからオの中から一つずつ選べ。

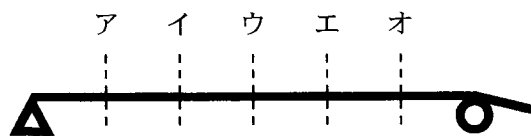


図2b

Ⅲ 図3aのように磁束密度  $B$  [ $\text{Wb}/\text{m}^2$ ] の一様な鉛直上向きの磁場(磁界)中に、長さ  $d$  [ $\text{m}$ ] の金属棒 PQ を水平に置き、金属棒を磁場と PQ に直角な方向(図では左向き)に速度  $v$  [ $\text{m}/\text{s}$ ] で動かした。金属棒中の電子の電荷を  $-e$  [ $\text{C}$ ] ( $e > 0$ ) とする。

- (1) 金属棒中の電子が磁場から受けるローレンツ力を、解答用紙の図中にベクトルで示せ。
- (2) そのローレンツ力の大きさを求めよ。

この結果、電子は移動し、金属棒の一方の端は負に、他方の端は正に帯電して、金属棒中に電場(電界)ができる。この電場による力とローレンツ力が釣り合った時に、電子の移動は止まる。

- (3) その時の電場の向きを解答用紙の図中にベクトルで示せ。また、その大きさを求めよ。
- (4) 金属棒の両端に生じた誘導起電力を求めよ。

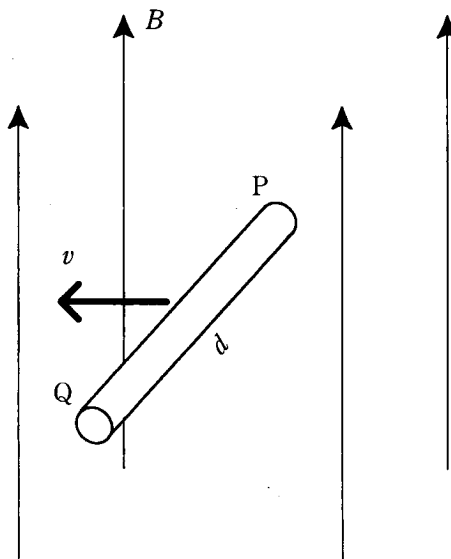


図3a

次に、図 3 b のように間隔  $d$  [m] で平行な導線レールを水平面に敷き、起電力  $V_0$  [V] の電池と抵抗値  $R$  [ $\Omega$ ] の抵抗を 2 本のレールに接続する。そして、質量  $m$  [kg] の金属棒 PQ をレールの上にレールと直角に置く。金属棒はレールの上を滑って移動できる。ここで、電池の内部抵抗や金属棒およびレールの電気抵抗は無視できるが、金属棒とレールとの間には摩擦力が存在するものとする。また、重力加速度を  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とする。

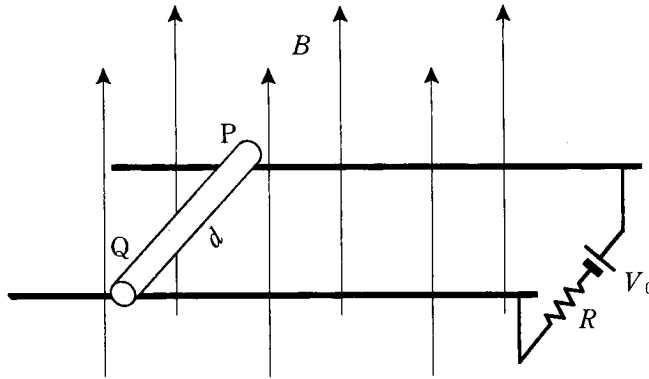


図 3 b

- (5)  $R$  がじゅうぶん大きい時、金属棒は静止していた。 $R$  を小さくしていくと金属棒が動き始めた。金属棒が動き始めた時の  $R$  を求めよ。ここで、金属棒とレールとの間の静止摩擦係数を  $\mu$  とする。
- (6) 金属棒が動く向きは、図の左向きか、右向きか。