

## 平成 19 年度入学者選抜個別(第 2 次)学力検査問題

# 理 科

### 注 意 事 項

1. 監督者の指示があるまで、この冊子を開いてはいけません。
2. 解答用紙は、問題冊子と別に印刷されているから、誤らないように注意しなさい。
3. 解答は、必ず解答用紙の指定された欄内に記入しなさい。点線より右側には何も記入しないこと。
4. 入学志願票に選択を記載した 2 科目について解答しなさい。それ以外の科目について解答しても無効です。
5. 各解答用紙には、受験番号欄が 2 カ所ずつあります。それぞれ記入を忘れないこと。
6. 解答用紙は、記入の有無にかかわらず、机上に置き、持ち帰ってはいけません。この冊子は持ち帰りなさい。
7. この冊子は、全部で 25 ページあり、第 1～3 ページは下書用紙です。下書用紙は切り離してはいけません。
8. 落丁または印刷の不鮮明な箇所があれば申し出なさい。

下 書 用 紙 (切り取ってはいけない)

下 書 用 紙 (切り取ってはいけない)

下 書 用 紙 (切り取ってはいけない)

## 物 理

(注) 医学科・歯学科は問 1 から問 7 までの全ての問について、検査技術学専攻は問 1 から問 4 までの 4 問について答えよ。

1 水平面と角度  $\theta$  をなす斜面に 2 本の針金  $S_1$ ,  $S_2$  が平行に距離  $d$  だけ離して斜面方向(水平面と角度  $\theta$  をなす方向)に埋めこまれている。長さ  $l(l > d)$ 、質量  $m$  の細い金属の角棒を、図 O 点で 2 本の針金にまたがるように水平におき斜面を滑らせる。O 点からの距離  $L$  の P 点までは斜面と滑る角棒との間には摩擦はない。P 点を過ぎても角棒は滑りつづけるが、斜面との間には摩擦がありその動摩擦係数は  $\mu$  である。P 点からさらに距離  $L$  だけ離れた Q 点より下方は再び斜面と角棒との間には摩擦はなくなるが、鉛直上向きに一様な磁場があり、その磁束密度は  $B$  である。動く角棒は埋め込まれた 2 本の針金とは常に電氣的に完全に接触している。2 本の針金や金属の角棒には電気抵抗はないとし、重力加速度を  $g$  として以下の問に答えよ。

問 1 P 点を通過する時の角棒の速さ  $v_P$  を求めよ。

問 2 Q 点を通過する時の角棒の速さ  $v_Q$  を求めよ。

問 3 PQ 間で消費される力学的エネルギーを求めよ。

問 4 埋め込まれた 2 本の針金の間には電圧が生じるか。動く角棒が OP 間, PQ 間, Q 点より下方の各々の場所にあるときについて答えよ。生じるときはその大きさを角棒の速さ  $v$  を使って表わし、生じないときは 0 と記せ。

次に埋め込まれた2本の針金をO点で抵抗値 $R$ の抵抗でつないで、前述と同じく角棒を滑らせる。角棒や針金に流れる電流の作る磁場は無視できるものとして以下の間に答えよ。

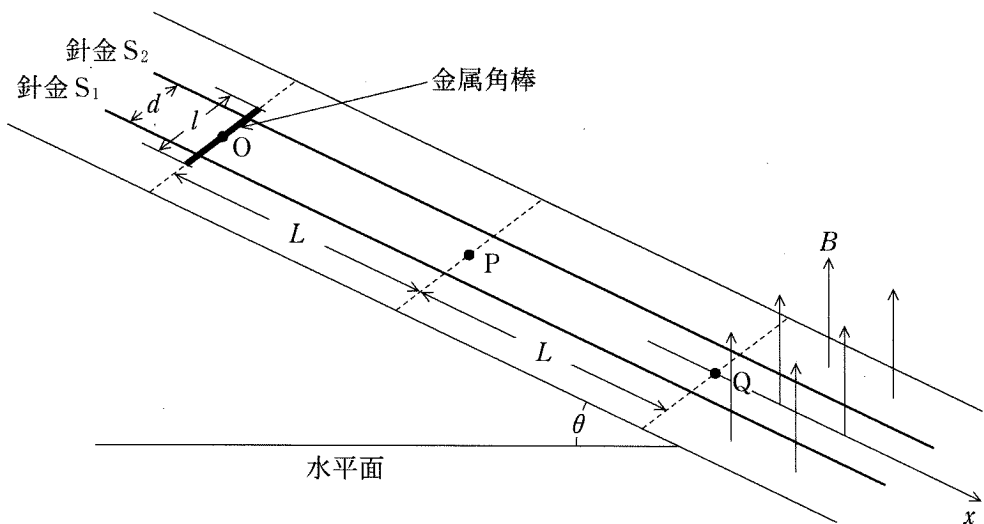
問5 Q点を原点として埋め込まれた針金に平行に $x$ 軸をとる。Q点より下方での角棒の $x$ 軸方向の運動方程式を求めよ。

問6 Q点より十分下方まで滑った角棒は速さが一定値に近づいた。その速さ $v_{\infty}$ を求めよ。

問7 Q点より下方での角棒の速さ $v$ は、自然対数の底を $e$ とし針金がQ点を通過する時刻を $t_0$ として

$$v = \frac{dx}{dt} = \alpha + \beta e^{-\gamma(t-t_0)} \quad (\alpha, \beta, \gamma \text{は定数})$$

が予想される。 $\alpha, \beta, \gamma$ を求めよ。

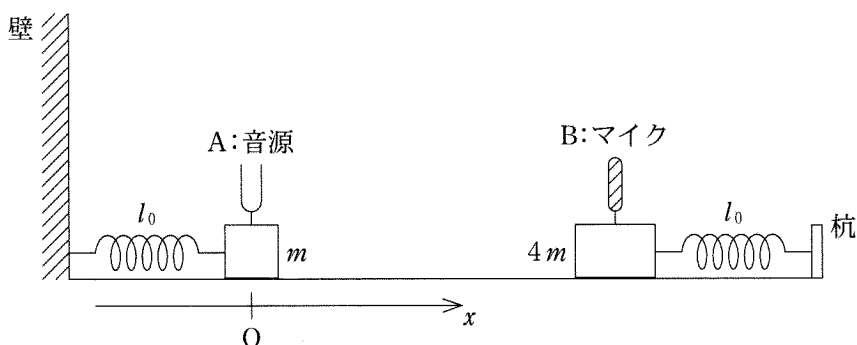


(注) 医学科・歯学科は問 1 から問 7 までの全ての問について、検査技術学専攻は問 1 から問 5 までの 5 問について答えよ。

2 水平で滑らかな床の上に音源(おんさ)を備えた質量  $m$  の小物体 A と、音源と同じ高さにあるマイクロフォン(マイク)を備えた質量  $4m$  の小物体 B が、それぞれ自然長が  $l_0$  でばね定数が  $k$  の軽いバネにつながれている。下図のようにバネの他端は床に垂直な壁と杭にそれぞれつながれている。小物体 B のバネがつながれている杭は音を反射しないものとする。また、マイクとつながっているコードや装置は、物体の運動に影響を与えないものとする。バネが自然長のときの小物体 A の位置を原点  $O$  に取り、水平方向右向きを  $x$  軸の正とする。

音源から出る振動数  $f$  の音をマイクで受け、音の振動数を測定する。空気中での音速を  $V$ 、風の影響はなく、音速は音源の速さに比べて十分速く、音源からマイクまで音が届く時間は直接音、反射音共に無視できるものとして、以下の問に答えよ。

小物体 B は動かさず、小物体 A のバネを  $l(> 0)$  だけ伸ばした後、時刻  $t = 0$  で小物体 A をそっと放すと同時に音源を鳴らした。



問 1  $t$  秒後の単振動をする小物体 A の位置  $x$  と速さ  $v$  を求めよ。

問 2 音源から直接マイクに届く音(直接音)の振動数  $f_1$  を時間  $t$  の関数として求めよ。

問 3 直接音が最も高くなる最初の時刻とその振動数を求めよ。

問 4 壁で一度反射した後マイクに届く音(反射音)の振動数 $f_2$ を時間 $t$ の関数として求めよ。

問 5 音速が $V = 340 \text{ m/s}$ 、音源の振動数が $f_s = 440 \text{ Hz}$ のとき、直接音が最も低くなる最初の時刻での直接音と反射音の振動数の差が11であった。小物体Aの速さの最大値を有効数字2桁で求めよ。

ただし、 $x$ が十分小さいとき、 $\sqrt{1+x^2} \doteq 1 + \frac{1}{2}x^2$ の近似を用いよ。

次に、小物体Aと小物体Bのバネをそれぞれ $l(>0)$ だけ伸ばした後、時刻 $t=0$ で小物体Aと小物体Bを共にそっと放すと同時に音源を鳴らした。

問 6 直接音の振動数 $f_3$ および反射音の振動数 $f_4$ を時間 $t$ の関数として、それぞれ求めよ。

問 7 小物体Bの速さが最も速くなる最初の時刻での直接音と反射音の振動数の差 $\Delta f$ を求めよ。