

①大学(薬・香薬以外)・短大

② 入試区分

公募推薦Ⅰ期

③ 出題科目

物理基礎

④ 出題の意図

物体の運動、波、電気の3つの分野について、基礎から標準的なレベルで出題している。

特に、基本的な知識や考え方を十分に身につけているかを問うている。

また、公式を単に暗記するだけでなく、その背後にある物理法則をしっかりと修得しておくことが必要な問題を出題している。

更に、数値で解答する問題や文字式で解答する問題に加えて、作図する問題も出題し、物理的な関係性を図に表す習慣を身につけているかも確認している。

物理基礎

- I 図1のように、傾きの角 θ のなめらかな斜面Aと、図2のように、傾きの角 θ のあらい斜面Bがある。斜面A，斜面Bでの物体の運動について、次の問い（1，2）に答えよ。ただし、重力加速度の大きさを $g[\text{m/s}^2]$ とし、物体と斜面Bとの間の動摩擦係数を μ' とする。また、斜面Aと斜面Bの長さは物体の運動に対して十分に長いものとする。

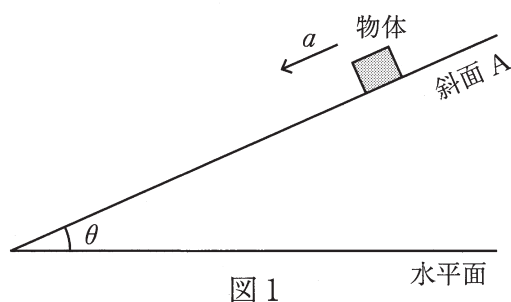


図1

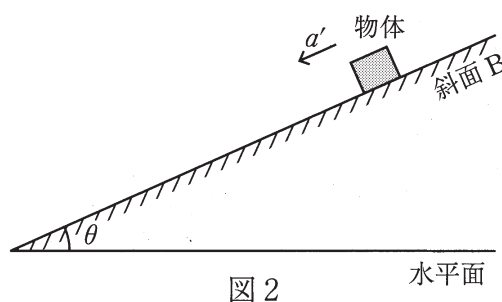


図2

- 1 斜面Aの上に質量 $m[\text{kg}]$ の物体を置いて静かにはなすと、物体は斜面Aをすべりおりた。次の問い（(1)～(4)）に答えよ。
- (1) 物体の加速度の大きさ a を求めよ。
 - (2) 物体が斜面Aをすべりはじめてから t 秒後に斜面Aに沿って進む速さ v を求めよ。
 - (3) 物体が斜面Aをすべりはじめてから t 秒間に斜面Aに沿って進む距離 ℓ を求めよ。
 - (4) 傾きの角 θ を 30° ，重力加速度の大きさ g を 9.8 m/s^2 とするとき、物体が斜面Aをすべりはじめてから 2.0 秒間に斜面Aに沿って進む距離はいくらか。

2 斜面Bの上に質量 m [kg] の物体を置いて静かにはなすと、物体は斜面Bをすべりおりた。次の問い ((1)~(4)) に答えよ。

- (1) 物体の加速度の大きさ a' を求めよ。
- (2) 物体が斜面Bをすべりはじめてから t 秒後に斜面Bに沿って進む速さ v' を求めよ。
- (3) 物体が斜面Bをすべりはじめてから t 秒間に斜面Bに沿って進む距離 ℓ' を求めよ。
- (4) 傾きの角 θ を 30° ，動摩擦係数 μ' を $\frac{\sqrt{3}}{6}$ ，重力加速度の大きさ g を 9.8 m/s^2 とするとき，物体が斜面Bをすべりはじめてから 2.0 秒間に斜面Bに沿って進む距離はいくらか。

Ⅱ 次の問い（１，２）に答えよ。

- 1 次の文章は気柱の振動に関する説明である。（ア）～（オ）に入る語句，および（カ），（キ）に入る式を，選択肢からそれぞれ選んで，番号（①～⑥）または記号（A～H）で記せ。

試験管のような閉管に息を吹き込むと，その管に特有の音が出る。これは管の底へ進む波と，底から反射した波が重なりあって定在波ができ，それが音源となって周囲に伝わるからである。

このとき波は，空気が動けない閉口端（管底）では（ア）反射し，空気が自由に動ける開口端（管口）では（イ）反射する。そのため閉管内の気柱に生じる定在波は，管底が（ウ），管口近くが（エ）になる。この状態が閉管内の気柱の固有振動であり，このとき，気柱は（オ）しているという。

開口端の（エ）の位置は，管口より少し外側に出ている。管口から（エ）の位置までの長さを開口端補正と呼ぶ。

開口端補正が無視できるとき，閉管の長さを l [m]，音の速さを V [m/s] とすると，固有振動の波長 λ_m [m] と固有振動数 f_m [Hz] は， m を自然数とすると，それぞれ $\lambda_m =$ （カ）， $f_m =$ （キ）で表すことができる。

選択肢：

語句

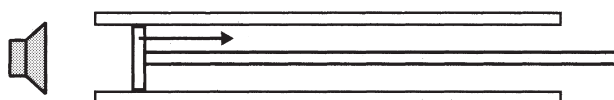
①自由端	②固定端	③共鳴	④うなり	⑤腹	⑥節
------	------	-----	------	----	----

式

A : $\frac{2l}{m}$	B : $\frac{4l}{2m-1}$	C : $\frac{(2m-1)l}{2}$	D : ml
E : $\frac{mV}{2l}$	F : $\frac{(2m-1)V}{4l}$	G : $\frac{2V}{(2m-1)l}$	H : $\frac{V}{ml}$

2 図のように、ガラス管にピストンを取り付けて閉管とし、この管口の近くにスピーカーを置いて振動数 1.38 kHz の音を出した。ピストンの位置を管口から徐々に遠ざけていくと、管口からの距離が近い方から順に、 $l_1 = 5.0 \text{ cm}$, $l_2 = 17.5 \text{ cm}$ の位置で気柱の固有振動が起こった。開口端補正 Δl は常に一定とする。次の問い (1)~(6) に答えよ。

- (1) l_1 の時にできている定在波のおおよその形を描け。
- (2) l_2 の時にできている定在波のおおよその形を描け。
- (3) 音の波長 $\lambda [\text{m}]$ を求めよ。
- (4) 開口端補正 $\Delta l [\text{m}]$ を求めよ。
- (5) 次に気柱の固有振動が起こる管口からのピストンの位置 l_3 を求めよ。
- (6) この実験における音の速さ $V [\text{m/s}]$ を求めよ。



図

Ⅲ 次の問い（１～４）に答えよ。

1 抵抗値が $R_A [\Omega]$ である抵抗Aについて、次の問い（(1), (2)）に答えよ。

(1) 2 個の抵抗Aを直列に接続したときの合成抵抗の抵抗値 $R_1 [\Omega]$ を、 R_A を用いて表せ。

(2) 2 個の抵抗Aを並列に接続したときの合成抵抗の抵抗値 $R_2 [\Omega]$ を、 R_A を用いて表せ。

2 抵抗Aは、抵抗率が $\rho [\Omega \cdot \text{m}]$ 、長さが $l [\text{m}]$ 、断面積が $S [\text{m}^2]$ である。

抵抗値 $R_A [\Omega]$ を、 ρ , l , S を用いて表せ。

3 抵抗Bは、抵抗Aと抵抗率および断面積が同じで長さが2倍である。抵抗Bの抵抗値 $R_B [\Omega]$ について、次の問い（(1), (2)）に答えよ。

(1) 抵抗値 $R_B [\Omega]$ を、 ρ , l , S を用いて表せ。

(2) 抵抗値 $R_B [\Omega]$ を、 R_A を用いて表せ。

4 抵抗Cは、抵抗Aと抵抗率および長さが同じで断面積が2倍である。抵抗Cの抵抗値 $R_C [\Omega]$ について、次の問い（(1), (2)）に答えよ。

(1) 抵抗値 $R_C [\Omega]$ を、 ρ , l , S を用いて表せ。

(2) 抵抗値 $R_C [\Omega]$ を、 R_A を用いて表せ。

I

1 (1) (導出過程)

重力の斜面 A に平行な成分を用いて運動方程式を立てると、

$$ma = mg \sin \theta$$

よって、

$$a = g \sin \theta$$

(答) $g \sin \theta$ [m/s²]

(2) (導出過程)

初速度は 0 だから、求める速さ v は、 $v = at$ となる。

また、(1)より $a = g \sin \theta$ だから、

$$v = gt \sin \theta$$

(答) $gt \sin \theta$ [m/s]

(3) (導出過程)

初速度は 0 だから、求める距離 ℓ は、 $\ell = \frac{1}{2}at^2$ となる。

また、(1)より $a = g \sin \theta$ だから、 $\ell = \frac{1}{2}gt^2 \sin \theta$

(答) $\frac{1}{2}gt^2 \sin \theta$ [m]

(4) (導出過程)

θ が 30° 、 g が 9.8 m/s^2 、 t が 2.0 秒だから、

(3)より、求める距離は $\frac{1}{2} \times 9.8 \times 2.0 \times 2.0 \times \sin 30^\circ = \frac{1}{2} \times 9.8 \times 2.0 \times 2.0 \times \frac{1}{2} = 9.8$

(答) 9.8 [m]

2 (1) (導出過程)

重力の斜面 B に平行な成分を用いて運動方程式を立てると、

$$ma' = mg \sin \theta - \mu' mg \cos \theta$$

よって、

$$a' = g \sin \theta - \mu' g \cos \theta = g (\sin \theta - \mu' \cos \theta)$$

(答) $g (\sin \theta - \mu' \cos \theta)$ [m/s²]

(2) (導出過程)

初速度は 0 だから、求める速さ v' は、 $v' = a't$ となる。

また、(1)より $a' = g (\sin \theta - \mu' \cos \theta)$ だから、

$$v' = gt (\sin \theta - \mu' \cos \theta)$$

(答) $gt (\sin \theta - \mu' \cos \theta)$ [m/s]

(3) (導出過程)

初速度は 0 だから、求める距離 ℓ' は、 $\ell' = \frac{1}{2}a't^2$ となる。

(1)より $a' = g (\sin \theta - \mu' \cos \theta)$ だから、

$$\ell' = \frac{1}{2}gt^2 (\sin \theta - \mu' \cos \theta)$$

(答) $\frac{1}{2}gt^2 (\sin \theta - \mu' \cos \theta)$ [m]

(4) (導出過程)

θ が 30° 、 μ' が $\frac{\sqrt{3}}{6}$ 、 g が 9.8 m/s^2 、 t が 2.0 秒だから、

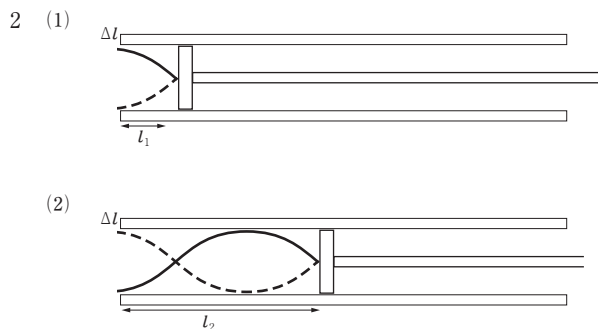
(3)より、求める距離は

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2} \times 9.8 \times 2.0 \times 2.0 \times \left(\sin 30^\circ - \frac{\sqrt{3}}{6} \times \cos 30^\circ \right) \\ &= \frac{1}{2} \times 9.8 \times 2.0 \times 2.0 \times \left(\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{6} \times \frac{\sqrt{3}}{2} \right) = 4.9 \end{aligned}$$

(答) 4.9 [m]

II

- 1 (ア) ② (イ) ① (ウ) ⑥ (エ) ⑤ (オ) ③
(カ) B (キ) F



(3) (導出過程)

(1)および(2)の図から，最初の固有振動の位置 l_1 ，二番目の位置 l_2 はそれぞれ波長と開口端補正を使って次のようになる。

$$l_1 = \frac{\lambda}{4} - \Delta l$$

$$l_2 = \frac{3}{4}\lambda - \Delta l$$

よって波長 λ は，

$$\begin{aligned}\lambda &= 2(l_2 - l_1) \\ &= 2 \times (17.5 \times 10^{-2} - 5.0 \times 10^{-2}) \\ &= 2.50 \times 10^{-1}\end{aligned}$$

(答) $2.50 \times 10^{-1} [\text{m}]$

(4) (導出過程)

開口端補正は，

$$\Delta l = \frac{\lambda}{4} - l_1 = \frac{2.50 \times 10^{-1}}{4} - 5.0 \times 10^{-2} = 6.25 \times 10^{-2} - 5.0 \times 10^{-2} = 1.25 \times 10^{-2}$$

(答) $1.3 \times 10^{-2} [\text{m}]$

(5) (導出過程)

3番目の共鳴の位置は，2番目の位置からさらに半波長分，管の中に入った位置になる。

$$l_3 = l_2 + \frac{\lambda}{2} = 1.75 \times 10^{-1} + \frac{2.50 \times 10^{-1}}{2} = 3.00 \times 10^{-1}$$

(答) $3.00 \times 10^{-1} [\text{m}]$ (または 30.0cm)

(6) (導出過程)

音速は求められた波長と音源の振動数から，

$$\begin{aligned}V &= f\lambda \\ &= 1.38 \times 10^3 \times 2.50 \times 10^{-1} \\ &= 3.45 \times 10^2\end{aligned}$$

(答) $3.45 \times 10^2 [\text{m/s}]$ (345m/s も可)

III

1 (1) (導出過程)

$$R_1 = R_A + R_A = 2R_A$$

(答) $2R_A [\Omega]$

(2) (導出過程)

$$\frac{1}{R_2} = \frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_A} = \frac{2}{R_A}$$

よって，

$$R_2 = \frac{R_A}{2}$$

(答) $\frac{R_A}{2} [\Omega]$

2 (導出過程)

$$R_A = \rho \frac{l}{S}$$

$$(\text{答}) \rho \frac{l}{S} [\Omega]$$

3 (1) (導出過程)

$$R_B = \rho \frac{2l}{S}$$

$$(\text{答}) \rho \frac{2l}{S} [\Omega]$$

(2) (導出過程)

$$R_B = \rho \frac{2l}{S} = 2\rho \frac{l}{S} = 2R_A$$

$$(\text{答}) 2R_A [\Omega]$$

4 (1) (導出過程)

$$R_C = \rho \frac{l}{2S}$$

$$(\text{答}) \rho \frac{l}{2S} [\Omega]$$

(2) (導出過程)

$$R_C = \rho \frac{l}{2S} = \frac{1}{2} \rho \frac{l}{S} = \frac{R_A}{2}$$

$$(\text{答}) \frac{R_A}{2} [\Omega]$$