

# 物理基礎・物理

(全問必答)

第1問 次の各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 25)

問1 図1のように、水平面となす角が $30^\circ$ の斜面上に沿って、小物体を斜め下方へ滑らせたところ、一定の速度で滑り下りた。このとき、斜面と小物体の接する面の動摩擦係数 $\mu$ の値はいくらか。最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、斜面自体は動かないものとし、空気抵抗は無視できるとする。

$\mu =$

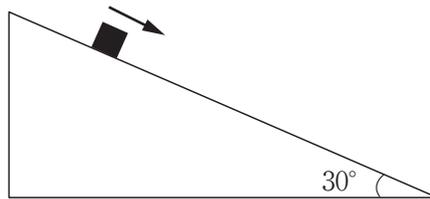


図 1

①  $\frac{1}{2}$

②  $\frac{1}{\sqrt{3}}$

③  $\frac{\sqrt{3}}{2}$

④  $\sqrt{3}$

問2 次の文章中の **2** に入る数値として最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。

図2のような断熱容器に1800gの水が入れられ、断熱性の蓋がされている。水の温度は、はじめ0℃に保たれているが、容器内のヒーターを使い加熱し温度を上げることができる。

水の温度を100℃に上昇させるために、容器内を加熱したところ20分かかった。投入した電力は水の加熱のみに使用されたとすると、投入された電力は **2** kWである。ただし、水の分子量を18、モル比熱を75.3J/(mol・K)、密度を1.00g/cm<sup>3</sup>とし、水は液体の状態を保つとする。

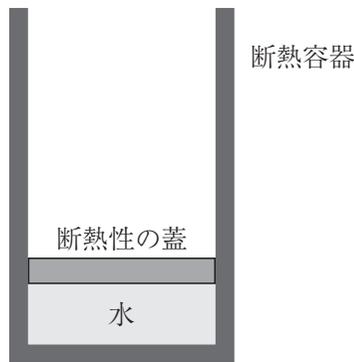


図 2

- ① 0.628      ② 6.28      ③ 12.6      ④ 37.4      ⑤ 753

問3 次の文章中の **3** に入る最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。

高さ $h_0$ の位置より水平な床に向けて、大きさを無視できる物体を自由落下させた。物体は床と衝突し跳ね返り、高さ $h_1$ の位置まで上がり、再び落下した。 $n$ 回目の衝突後に到達する高さを $h_n$ としたとき、 $h_n < \frac{1}{5}h_0$ となるには、最低、**3**回、床と衝突する必要がある。ただし、床と物体の反発係数を0.8とし、物体に対する空気抵抗は無視できるとする。

- ① 2      ② 3      ③ 4      ④ 5      ⑤ 6      ⑥ 7      ⑦ 8      ⑧ 9

物理基礎・物理

問4 次の文章中の **ア** と **イ** に入るものの組合せとして最も適当なものを、  
下の①～⑥のうちから一つ選べ。 **4**

同じ物質でできた円柱形の導体**A**と**B**があり、長さは等しく太さ(断面積)は異なっている。それぞれ両端間に電圧をかけ電流を測ると図3のようなグラフが得られた。太い方は **ア** であり太さの比は **イ** である。

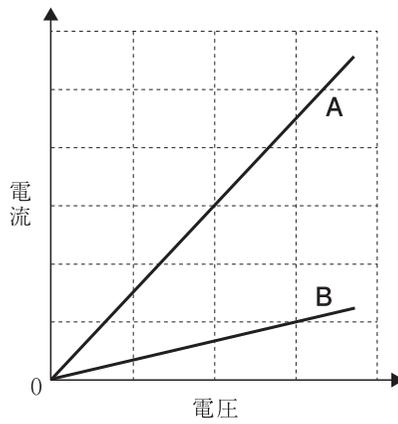


図 3

	ア	イ
①	A	3 : 2
②	A	9 : 2
③	A	9 : 4
④	B	3 : 2
⑤	B	9 : 2
⑥	B	9 : 4

問5 放射能の強さが  $a$  [Bq] である放射性物質 X からの放射線を  $t$  秒間、 $b$  [kg] の物質 Y にすべて吸収させたとき、物質 Y への吸収線量が  $c$  [Gy] であったとする。物質 X の原子核一つが壊変(崩壊)したとき 1 本の放射線が放出されるとして、その放射線の平均的エネルギーは何 J か。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、ベクレル(Bq) 単位で表す数値は、放射性物質において 1 秒間に壊変(崩壊)する原子核の数を意味し、グレイ(Gy) 単位で表す数値は、物質 1kg あたりに吸収される放射線のエネルギー(ジュール単位の数値)を意味する。

5

J

- ①  $\frac{abt}{c}$       ②  $\frac{at}{bc}$       ③  $\frac{a}{bct}$       ④  $\frac{bct}{a}$       ⑤  $\frac{bc}{at}$       ⑥  $\frac{c}{abt}$

**第2問** 次の(A・B)の各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 25)

**A**

図1のように、自然長とバネ定数( $k$ とする)が互いに等しい二つのバネを左右の壁に床と平行に取り付け、質量  $m$  の小物体をそれぞれのバネの他端に取り付けた。小物体は水平な床の上を滑ることができる。右向きに  $x$  軸を取り、図のように小物体が座標軸の原点にあるとき、二つのバネはいずれも自然長になるものとする。いま、座標軸の原点において小物体を初速度  $v$  で滑らせた( $v > 0$ )ところ、小物体は単振動し始めた。ただし、摩擦と空気抵抗は無視できるとする。

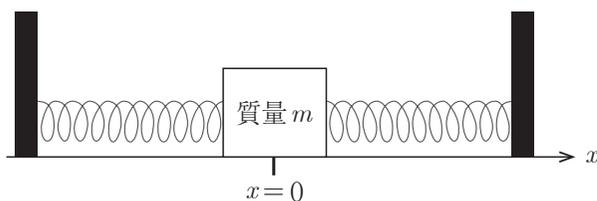


図 1

**問1** この単振動の振幅  $A$  はいくらか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  $A =$

- ①  $\frac{v}{2k}$       ②  $\frac{v}{k}$       ③  $v\sqrt{\frac{m}{2k}}$       ④  $v\sqrt{\frac{m}{k}}$

**問2** 振幅を  $A$  とするとき、座標軸の原点において初速度  $v$  で滑らせてから  $t$  秒後の小物体の座標  $x$  を表す式として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  $x =$

- ①  $A \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m}} t\right)$     ②  $A \sin\left(\sqrt{\frac{2k}{m}} t\right)$     ③  $A \sin\left(\sqrt{\frac{m}{2k}} t\right)$     ④  $A \sin\left(\sqrt{\frac{m}{k}} t\right)$

問3 座標軸の原点における初速度を  $2v$  とした時に、物体に問1と同じ振幅の単振動をさせるには、左右のバネのバネ定数をいくらにすればよいか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

①  $\frac{k}{2}$

②  $k$

③  $2k$

④  $4k$

物理基礎・物理

B

問4 図2のように、質量150kg、高さ $h=1.8\text{m}$ 、幅 $w=60\text{cm}$ の一様な直方体が滑らない床に置かれている。高さ $\frac{h}{2}$ の点を大きさ $F$ の力で水平に引く。直方体が転倒しはじめない最大の $F$ はいくらか。最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、重力加速度の大きさは $9.8\text{m/s}^2$ とする。 4 N

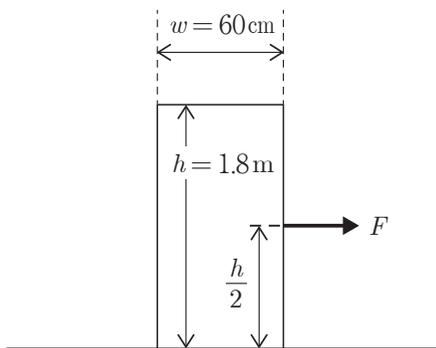


図 2

- ①  $0.25 \times 10^2$       ②  $4.9 \times 10^2$       ③  $1.5 \times 10^3$       ④  $4.4 \times 10^3$

問5 図3のように、質量150kg、高さ $h=2.1\text{m}$ 、幅 $w=1.0\text{m}$ の一樣な直方体が滑らない床に置かれ、高さ $\frac{h}{2}$ の点で $1.5 \times 10^3\text{N}$ で右へ水平に引かれている。さらに、直方体の転倒を防ぐために、図に示した大きさ $F$ の力で水平に左へ引く。転倒を防ぐことのできる最小の $F$ はいくらか。最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、重力加速度の大きさは $9.8\text{m/s}^2$ とする。 5 N

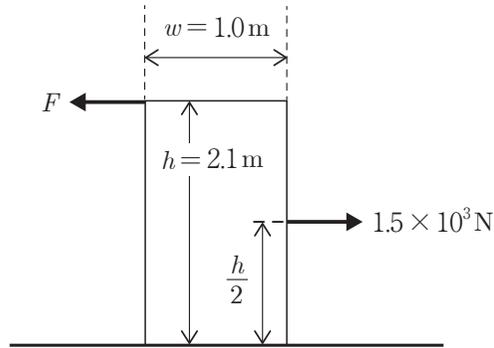


図 3

- ①  $4.0 \times 10^2$       ②  $7.1 \times 10^2$       ③  $7.9 \times 10^2$       ④  $1.5 \times 10^3$

**第3問** 次の文章を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

[ 解答番号  ～  ] (配点 25)

図1のように、起電力  $V$  の直流電源と、抵抗値  $R$  の三つの抵抗器  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ , 電気容量  $C$  の三つのコンデンサー  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ , 二つのスイッチ  $S_1$ ,  $S_2$  を接続して回路を作る。初期状態では、スイッチはすべて開いた状態で、コンデンサーの電荷はすべてゼロである。三つの抵抗器を除き回路の抵抗は無視できるとする。

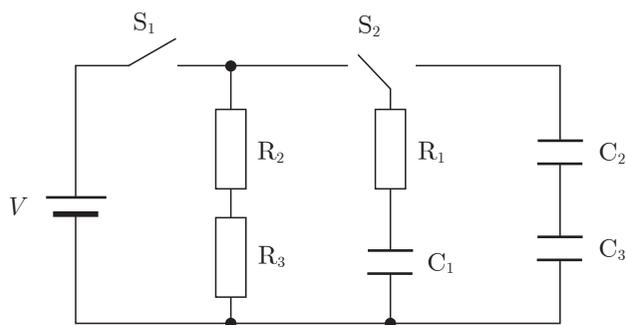


図 1

**問1** スイッチ  $S_2$  を左に閉じる。その状態でスイッチ  $S_1$  を閉じた瞬間(時間  $t = 0$  とする)に  $S_1$  に流れる電流はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ①  $\frac{V}{3R}$       ②  $\frac{V}{2R}$       ③  $\frac{2V}{3R}$       ④  $\frac{3V}{2R}$       ⑤  $\frac{2V}{R}$

**問2** 問1においてスイッチ  $S_1$  を閉じたあと十分に時間が経つと  $S_1$  に流れる電流はいくらになるか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ①  $\frac{V}{3R}$       ②  $\frac{V}{2R}$       ③  $\frac{2V}{3R}$       ④  $\frac{3V}{2R}$       ⑤  $\frac{2V}{R}$

問3 問1においてスイッチ $S_1$ を閉じてから時間 $t$ とともにコンデンサー $C_1$ に流れる電流 $I$ は次の図2のように変化した。このグラフの曲線と、縦軸、横軸に囲まれた領域の面積を $A$ とする。もし初期状態に戻し、 $V$ 、 $R$ 、 $C$ のどれか一つだけを異なる値に変えたとしても、面積 $A$ が変化するのはどれを変えたときか。最も適当なものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。 3

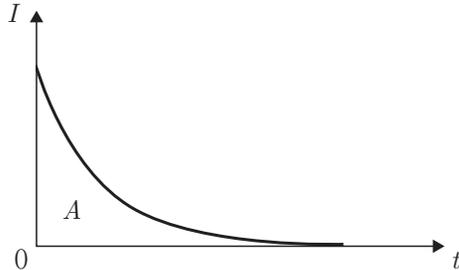


図 2

- ①  $V$                       ②  $R$                       ③  $C$                       ④  $V$ または $R$   
 ⑤  $V$ または $C$               ⑥  $R$ または $C$               ⑦  $V$ または $R$ または $C$

問4 問2に示した状態から、まずスイッチ $S_2$ を開き、次にスイッチ $S_1$ を開き、その後スイッチ $S_2$ を右に閉じる。十分に時間が経った後、 $S_2$ の電位はいくらになるか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、直流電源の負極の電位をゼロとする。 4

- ①  $\frac{V}{6}$               ②  $\frac{V}{3}$               ③  $\frac{V}{2}$               ④  $\frac{2V}{3}$               ⑤  $\frac{5V}{6}$               ⑥  $V$

問5 問4において、三つのコンデンサーに蓄えられた静電エネルギーの合計 $E$ を考える。スイッチ $S_2$ を右に閉じて充分時間が経った後の $E$ は、 $S_2$ を右に閉じる前の $E$ の何倍か。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 5 倍

- ①  $\frac{1}{6}$               ②  $\frac{1}{3}$               ③  $\frac{1}{2}$               ④  $\frac{2}{3}$               ⑤  $\frac{5}{6}$               ⑥  $1$

**第4問** 次の文章を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

[ 解答番号  ～  ] (配点 25)

図1はクインケ管と呼ばれる器具である。Iから入った音はI-A-OとI-B-Oの2方向に分かれて進み、Oで合流する。I-A-Oの長さは一定であり、図に示すように管を引き出し、I-B-Oの長さを変えることができる。ただし、管を引き出した長さをX cmとし、クインケ管の温度は常に一定に保たれているとする。

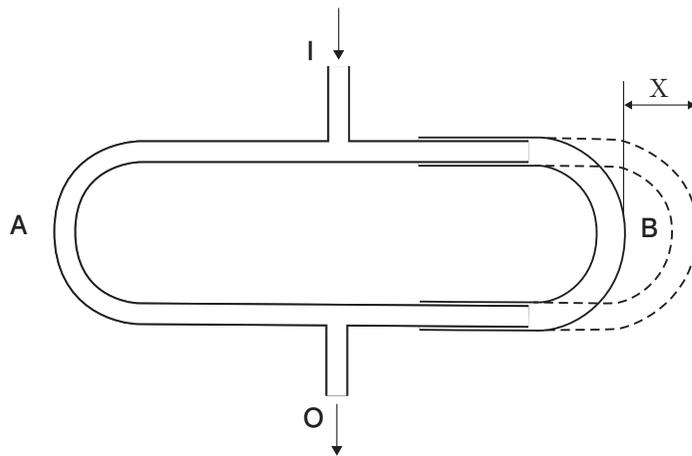


図 1

問1 次の文章中の **ア** ~ **ウ** に入る式や語の組合せとして最も適当なものを、下の①~⑤のうちから一つ選べ。 **1**

I から波長  $\lambda$  cm の音を入れる。X = 0 cm のとき、I-A-O と I-B-O の長さは等しく、O から強い音が聞こえる。X をゆっくりと増加させると、O から聞こえる音は弱くなり、再び強くなってくる。X = **ア** cm のときに、O からの音が最も弱くなり、X = **イ** cm のときに X = 0 のときと同じ強さに戻る。X の増加に伴い、O からの音は強弱を繰り返す。このような現象を **ウ** と言う。

	ア	イ	ウ
①	$(n + \frac{1}{2})\lambda$ ( $n = 0, 1, 2, \dots$ )	$n\lambda$ ( $n = 0, 1, 2, \dots$ )	干渉
②	$(n + \frac{1}{2})\lambda$ ( $n = 0, 1, 2, \dots$ )	$n\lambda$ ( $n = 0, 1, 2, \dots$ )	回折
③	$(n + \frac{1}{2})\lambda$ ( $n = 0, 1, 2, \dots$ )	$n\lambda$ ( $n = 1, 2, \dots$ )	干渉
④	$\frac{1}{2}(n + \frac{1}{2})\lambda$ ( $n = 0, 1, 2, \dots$ )	$\frac{1}{2}n\lambda$ ( $n = 0, 1, 2, \dots$ )	回折
⑤	$\frac{1}{2}(n + \frac{1}{2})\lambda$ ( $n = 0, 1, 2, \dots$ )	$\frac{1}{2}n\lambda$ ( $n = 0, 1, 2, \dots$ )	干渉

問2 次の記述中の **2** に入る数値として最も適当なものを、下の①~⑤のうちから一つ選べ。

温度が同じ条件なら、1.00kHz の音の波長は 2.00kHz の音の波長の **2** 倍になる。

- ① 1.50      ② 2.00      ③ 2.50      ④ 3.00      ⑤ 3.50

物理基礎・物理

問3 次の記述中の  に入る数値として最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。

表1のデータより25℃における音速は  m/sであることが分かる。

表 1

温度(℃)	音速(m/s)
10	337.5
20	343.5
30	349.5
40	355.5

- ① 344.5      ② 345.5      ③ 346.5      ④ 347.5      ⑤ 348.5

問4 次の記述中の  に入る数値として最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。

25℃でIから2.00kHzの音を入れたとき、X = 0cmからBを引き出したとき、初めてOから出る音が最も弱くなるのは、BをX =  cm引き出した時である。

- ① 4.33      ② 8.66      ③ 13.0      ④ 17.3      ⑤ 21.7

問5 次の記述中の  に入る数値として最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。

25℃でIから1.00kHzの音を入れたとき、Oから出る音は、管を  cm引き出すごとに最も強くなる。

- ① 4.33      ② 8.66      ③ 13.0      ④ 17.3      ⑤ 21.7

(下書き用紙)