

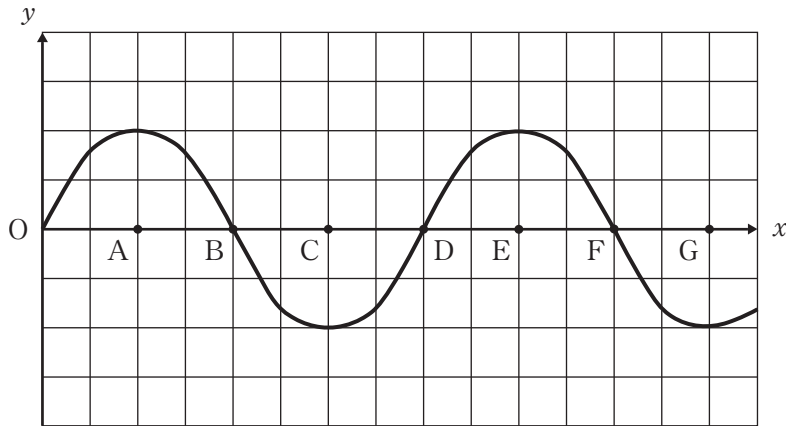
2026年1月30日

入学試験問題

物理基礎

I 次の各問い（問1～3）に答えよ。

問1 次の図は、ある時刻における x 軸の負の向きに伝わる縦波の変位を横波と同じように表したものである（ x 軸の正の向きの変位を、 y 軸の正の向きに表す）。



図

(1) 図の時刻において、媒質が最も密な点として最も適当なものを次の①～⑥のうちから1つ選べ。 1

- | | |
|---------------|------------|
| ① 点Aと点Cと点Eと点G | ② 点Bと点Dと点F |
| ③ 点Aと点E | ④ 点Cと点G |
| ⑤ 点Bと点F | ⑥ 点D |

(2) 図の時刻において、媒質の振動の速度が x 軸の正の向きに最大の点として最も適当なものを次の①～⑥のうちから1つ選べ。 2

- | | |
|---------------|------------|
| ① 点Aと点Cと点Eと点G | ② 点Bと点Dと点F |
| ③ 点Aと点E | ④ 点Cと点G |
| ⑤ 点Bと点F | ⑥ 点D |

問2 次の文は変圧器について述べたものである。文中の空欄ア、イに入る数値として最も適当なものをそれぞれ下の①～⑤のうちから1つずつ選べ。

1次コイルと2次コイルの巻数が10000回と500回の変圧器がある。1次コイルに交流電源につなぎ、2.0 Vの交流電圧を加えたとき、2次コイルで生じる電圧の大きさは Vである。また、1次コイルにつないだ交流電源の周波数が50 Hzの場合、2次コイルで生じる電圧の周波数は Hzである。

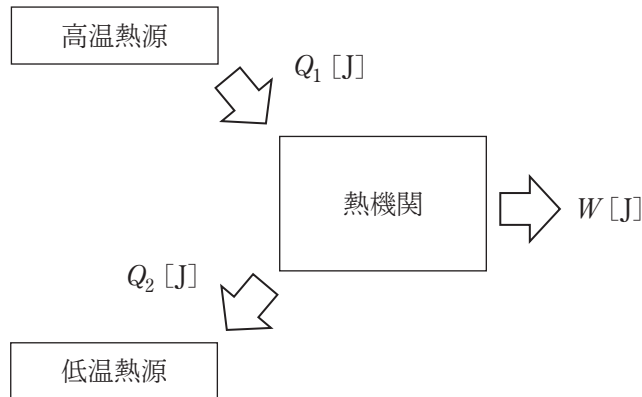
・空欄アの選択肢

- ① 1.0×10^{-2} ② 1.0×10^{-1} ③ 2.0 ④ 40
⑤ 4.0×10^2

・空欄イの選択肢

- ① 2.5 ② 25 ③ 50 ④ 1.0×10^2
⑤ 1.0×10^3

問3 次の図のような、高温熱源から熱量 Q_1 [J] を受け取り、 W [J] の仕事を外部に行い、内部エネルギーに変化はなく、 Q_2 [J] の熱量を低温熱源に放出する理想的な熱機関がある。ただし、 Q_1 、 Q_2 、 W はいずれも 0 より大きい値であるとする。



(1) Q_1 、 Q_2 、 W の間に成り立つ式として最も適当なものを次の①～④のうちから 1 つ選べ。 5

① $Q_1 + Q_2 + W = 0$

② $Q_1 - Q_2 + W = 0$

③ $Q_1 + Q_2 - W = 0$

④ $Q_1 - Q_2 - W = 0$

(2) この熱機関の熱効率として最も適当なものを次の①～⑤のうちから 1 つ選べ。 6

① $\frac{W}{Q_1}$

② $\frac{W}{Q_2}$

③ $\frac{W}{Q_1 + Q_2}$

④ $\frac{W}{Q_1 - Q_2}$

⑤ $\frac{W}{Q_2 - Q_1}$

Ⅱ 次の各問い（問1～4）に答えよ。

問1 図1のように、水平面からの傾斜角が θ のなめらかな斜面上に質量 m の小球Aが軽い糸につながっており、糸の他端には定滑車を用いて、小球Bがつながっている。小球Aは斜面上に静止している。滑車と糸の間の摩擦は考えないものとする。下の文章の空欄ア・イに入れる式の組み合わせとして最も適当なものを下の①～⑥のうちから1つ選べ。 7

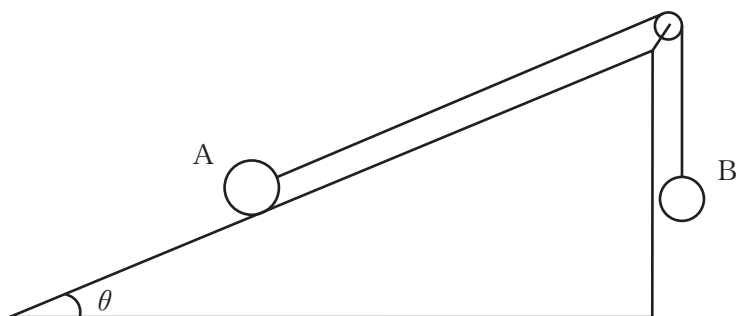


図1

小球Aにはたらく垂直抗力は ア であり、小球Bの質量は小球Aの質量の イ 倍である。

| | ア | イ | | ア | イ |
|---|----------------|------------------------|---|----------------|------------------------|
| ① | mg | $\sin\theta$ | ④ | $mg\sin\theta$ | $\frac{1}{\cos\theta}$ |
| ② | mg | $\frac{1}{\sin\theta}$ | ⑤ | $mg\cos\theta$ | $\sin\theta$ |
| ③ | $mg\sin\theta$ | $\cos\theta$ | ⑥ | $mg\cos\theta$ | $\frac{1}{\sin\theta}$ |

問2 図2のように、軽いばねの一端におもりをとりつけ、他端は天井に固定し、おもりが静止する位置におけるばねの伸びを調べた。さまざまな質量のおもりに変えて同様に調べ、このばねの伸びとおもりの質量の関係をグラフに表したのが図3である。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。下の文章の空欄ウに入れる数値として最も適当なものを下の①～⑤のうちから1つ選べ。

N/m

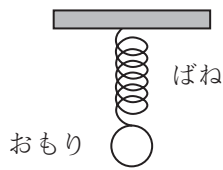


図2

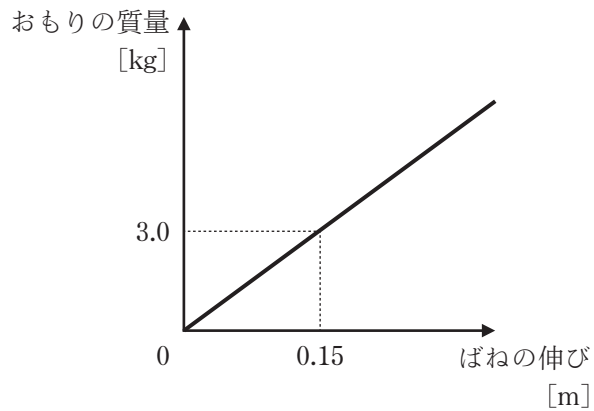


図3

このばねのばね定数は N/m である。

- ① 5.0×10^{-3} ② 5.0×10^{-2} ③ 20 ④ 2.0×10^2
 ⑤ 2.0×10^3

問3 図4のように、問2と同じ軽いばね a, b を2本と質量の異なる2つのおもり P, Q をつなげて天井から吊るし、おもり P, Q を静止させた。おもり P の質量はおもり Q の4倍の質量であるとき、下の文章の空欄 **エ**・**オ** に入れる数値の組み合わせとして最も適当なものを下の①～⑥のうちから1つ選べ。

9

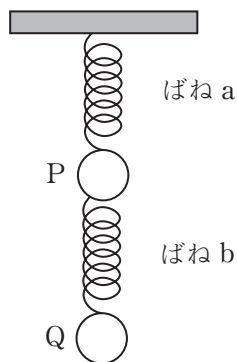


図4

ばね a の自然長からの伸びは、ばね b の自然長からの伸びの エ 倍である。また、ばね b を他のばねと取りかえて、ばね a の自然長からの伸びと取りかえたばねの自然長からの伸びを同じにしたいとき、ばね b のばね定数の オ 倍のばね定数のばねと取りかえればよい。

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

問4 図5のように、水平面に固定された傾斜角が θ のあらい斜面上に置かれた質量 $4M$ の小球Cが軽くて伸び縮みしない糸の一端とつながっており、糸の他端には定滑車を用いて、質量 M の小球Dがつながっている。小球Cは斜面上で静止している。小球Dはばね定数 k の軽いばねの一端とつながっており、ばねの自然長からの伸びが x であった。このとき、小球Cが斜面から受ける静止摩擦力は斜面に沿って上向きである。小球Cと斜面との間の動摩擦係数を μ' とし、重力加速度の大きさを g とする。糸と滑車の間にはたらく摩擦はなく、空気による抵抗は考えないものとする。

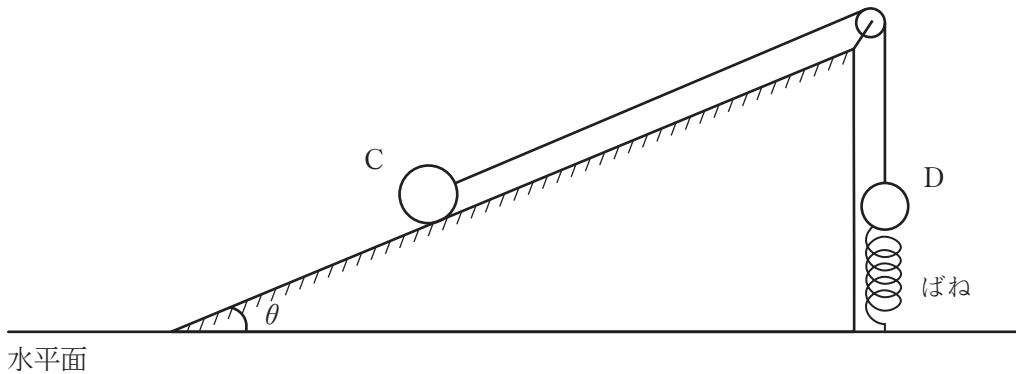


図5

(1) 小球Cと斜面との間にはたらく摩擦力の大きさとして最も適当なものを次の①～⑥のうちから1つ選べ。 10

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| ① $(4\cos\theta - 1)Mg$ | ② $(4\sin\theta - 1)Mg$ |
| ③ $(4\cos\theta - 1)Mg - kx$ | ④ $(4\sin\theta - 1)Mg - kx$ |
| ⑤ $(4\cos\theta - 1)Mg + kx$ | ⑥ $(4\sin\theta - 1)Mg + kx$ |

図5の状態から、小球Dを糸につなげたままばねから外して静かにはなしたところ、小球Cは斜面下向きに下り始めた。

(2) 小球 D の加速度の大きさとして最も適当なものを次の①～⑥のうちから 1 つ選べ。 11

- ① $\frac{1}{5}(4\sin\theta - 4\mu'\cos\theta - 1)g$ ② $\frac{1}{5}(4\sin\theta - 4\mu'\cos\theta)g$
 ③ $\frac{4}{5}(\sin\theta - \mu'\cos\theta - 1)g$ ④ $\frac{4}{5}(\sin\theta - \mu'\cos\theta)g$
 ⑤ $2(\sin\theta - \mu'\cos\theta - 1)g$ ⑥ $2(\sin\theta - \mu'\cos\theta)g$

(3) 小球 D をばねから静かにはなしてから小球 D が L だけ鉛直方向に上昇したときの斜面上の小球 C および小球 D の速さを求めたい。次の文の空欄カ～ケに入れる式として最も適当なものを下の①～⑥のうちからそれぞれ 1 つずつ選べ。

小球 D をばねから静かにはなす直前の、小球 C, D の水平面からの高さをそれぞれ h_C , h_D とし、小球 D が L だけ上昇した瞬間の小球 C, D の水平面からの高さを h'_C , h'_D , 小球 C, D の速さを v とする。

力学的エネルギーと仕事の関係から、

$$\text{(カ)} = 2Mv^2 + 4Mgh'_C + \frac{1}{2}Mv^2 + Mgh'_D \quad \dots (*)$$

また、

$$h'_C - h_C = \text{(キ)}$$

$$h'_D - h_D = \text{(ク)}$$

であるため、これらを (*) に代入すると、小球 C, D の速さ v は、

$$v = \text{(ケ)}$$

となる。

• 空欄力の選択肢 12

- | | |
|---|---|
| ① $4Mgh_C + Mgh_D$ | ② $4Mgh_C - Mgh_D$ |
| ③ $4Mgh_C + Mgh_D + 4\mu'MgL\cos\theta$ | ④ $4Mgh_C + Mgh_D - 4\mu'MgL\cos\theta$ |
| ⑤ $4Mgh_C + Mgh_D + \mu'MgL\cos\theta$ | ⑥ $4Mgh_C + Mgh_D - \mu'MgL\cos\theta$ |

• 空欄キの選択肢 13

- | | | | |
|------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| ① $-L$ | ② L | ③ $-L\sin\theta$ | ④ $L\sin\theta$ |
| ⑤ $-L\cos\theta$ | ⑥ $L\cos\theta$ | | |

• 空欄クの選択肢 14

- | | | | |
|------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| ① $-L$ | ② L | ③ $-L\sin\theta$ | ④ $L\sin\theta$ |
| ⑤ $-L\cos\theta$ | ⑥ $L\cos\theta$ | | |

• 空欄ケの選択肢 15

- | | |
|---|---|
| ① $\sqrt{\frac{2}{5}gL(4\sin\theta + 1)}$ | ② $\sqrt{\frac{2}{5}gL(4\sin\theta - 1)}$ |
| ③ $\sqrt{\frac{2}{5}gL(4\sin\theta - 4\mu'\cos\theta + 1)}$ | ④ $\sqrt{\frac{2}{5}gL(4\sin\theta - 4\mu'\cos\theta - 1)}$ |
| ⑤ $\sqrt{\frac{2}{5}gL(4\mu'\sin\theta - 4\cos\theta + 1)}$ | ⑥ $\sqrt{\frac{2}{5}gL(4\mu'\sin\theta - 4\cos\theta - 1)}$ |

Ⅲ 次の各問い（問1～6）に答えよ。

図1のように、長さが L の気柱があり、この気柱の両端をP、Qとする。P側に音源につないだスピーカーを設置し、共鳴の実験を行った。スピーカーの音の振動数を低い音から徐々に大きくして実験を行ったところ、スピーカーの音の振動数が f_0 のとき、初めて共鳴が観測され、これよりも小さい振動数では共鳴は起きなかったものとする。また、開口端補正は無視する。

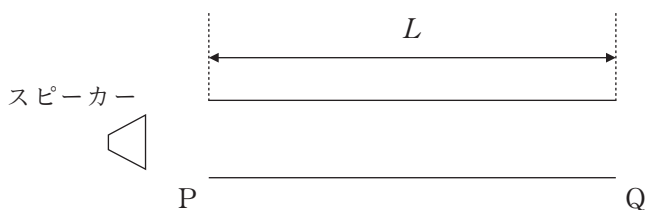


図1

問1 スピーカーの音の振動数が f_0 のときの気柱内の空気の変位の様子を表したものとして最も適当なものを次の①～④のうちから1つ選べ。ただし、以下の波形は、管の長さの方向右向きの変位を上向きの変位として表している。 16

- ①

②

③

④

問2 (1) のとき、音の速さとして最も適当なものを次の①～⑤のうちから1つ選べ。

- ① $\frac{1}{4}f_0L$ ② $\frac{1}{2}f_0L$ ③ f_0L ④ $2f_0L$
⑤ $4f_0L$

問3 スピーカーの音の振動数を f_0 から徐々に大きくしていき、次に共鳴が観測されたとき、気柱内で生じる定在波の節について、次の文の空欄に入れる式として最も適当なものを下の①～⑤のうちから1つ選べ。

気柱の P に一番近い定在波の節の位置は、P から の位置にある。

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

次に、図2のように、気柱の点Q側から自由に動く柄のついたピストンを取りつけ、スピーカーからは振動数 f_1 の音を出し続ける。最初PにあったピストンをP側から徐々に離れる方向へ動かすと、図3のように、Pからの距離 $\frac{7}{60}L$ で最初の共鳴が起こり、図4のように、Pからの距離 $\frac{9}{20}L$ で次の共鳴が起きた。ここでは、開口端補正を考慮するものとする。

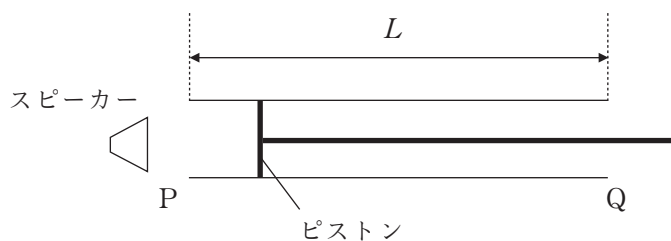


図2

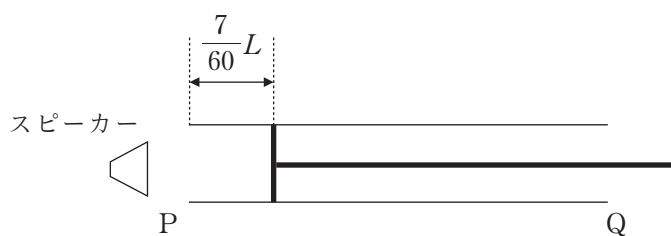


図3

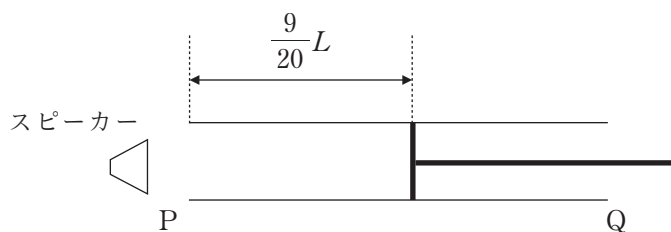


図4

問4 スピーカーから出ている音の波長として最も適当なものを次の①～⑤のうちから1つ選べ。 19

- ① $\frac{7}{45}L$ ② $\frac{7}{15}L$ ③ $\frac{4}{9}L$ ④ $\frac{1}{3}L$
 ⑤ $\frac{2}{3}L$

問5 開口端補正として最も適当なものを次の①～⑤のうちから1つ選べ。

20

- ① $\frac{1}{20}L$ ② $\frac{3}{20}L$ ③ $\frac{2}{15}L$ ④ $\frac{1}{10}L$
 ⑤ $\frac{3}{10}L$

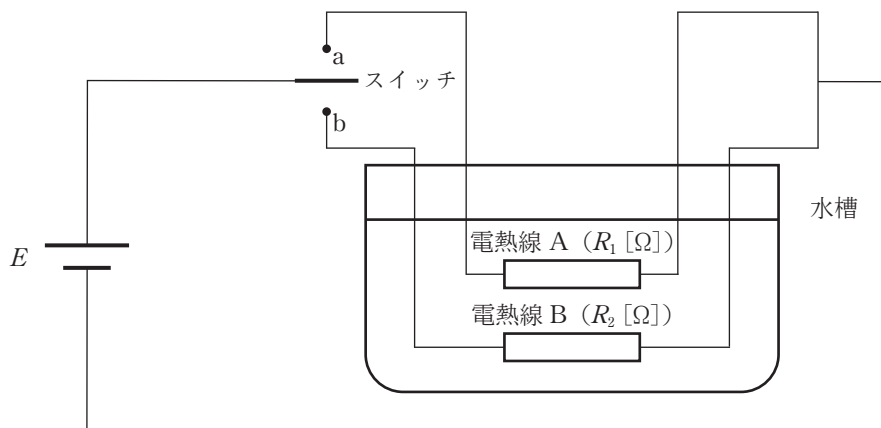
問6 スピーカーから出る音の振動数を2倍にして、再びピストンをPの位置に戻し、P側から徐々に離れる方向へ動かすと、最初に共鳴が起こるピストンの位置のPからの距離として最も適当なものを次の①～⑤のうちから1つ選べ。ただし、音の速さ、開口端補正は変化しないものとする。 21

- ① $\frac{1}{30}L$ ② $\frac{1}{15}L$ ③ $\frac{2}{15}L$ ④ $\frac{1}{12}L$
 ⑤ $\frac{5}{12}L$

IV 次の各問い（問1～3）に答えよ。

図のように、起電力が E [V] の電源装置に、抵抗値が R_1 [Ω], R_2 [Ω] の電熱線 A, Bをつなぎ、電熱線 A, B は質量 M [g], 比熱 c [J/(g·K)] の水が入った水槽に入っている。また、回路中には周期的に切り替わるスイッチがあり、a 端子にスイッチが入り 10 秒が経過すると b 端子へスイッチが切り替わり、b 端子にスイッチが入り 10 秒が経過すると再び a 端子に切り替わり、これを繰り返す。スイッチの a 端子と b 端子の切り替わりにかかる時間は無視できるくらい短いものとする。

スイッチを a 端子に入れてから、周期的にスイッチが切り替わる中、水槽の中の水の温度は徐々に上昇した。スイッチを初めに a 端子に入れた時刻を $t=0$ s とし、熱のやりとりは電熱線と水の間でのみ行われ、周囲への熱の出入りはないものとする。



図

問1 a端子にスイッチが入っているとき、回路に流れる電流の大きさとして最も適当なものを次の①～⑤のうちから1つ選べ。 22 [A]

- ① $\frac{E}{R_1}$ ② $\frac{E}{R_2}$ ③ $\frac{E}{R_1+R_2}$ ④ $\frac{R_2E}{R_1}$
 ⑤ $\frac{R_1E}{R_2}$

問2 水槽の中の水の熱容量として最も適当なものを次の①～⑤のうちから1つ選べ。 23 [J/K]

- ① Mc ② M^2c ③ Mc^2 ④ $\frac{c}{M}$
 ⑤ $\frac{M}{c}$

問3 時刻 $t=234\text{ s}$ のときの水槽の水の温度上昇として最も適当なものを次の①～⑥のうちから1つ選べ。ただし、この間に水は沸騰しないものとする。

24 [K]

- ① $\frac{6E^2}{Mc}(19R_1+20R_2)$ ② $\frac{6E^2}{Mc}(20R_1+19R_2)$
 ③ $\frac{6E^2}{Mc}\left(\frac{19}{R_1}+\frac{20}{R_2}\right)$ ④ $\frac{6E^2}{Mc}\left(\frac{20}{R_1}+\frac{19}{R_2}\right)$
 ⑤ $6E^2Mc(19R_1+20R_2)$ ⑥ $6E^2Mc\left(\frac{19}{R_1}+\frac{20}{R_2}\right)$