

物理基礎

(全問必答)

第1問 次の文章を読み、各問い(問1～6)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 30)

図1のように、傾き角 30° の粗い斜面上に質量 m の物体 A を置き、軽くて伸びない糸で滑らかな滑車を通して物体 A と質量 M の物体 B を結び、静かに放したら物体 B は落下して床に当たった。落下した距離は l だった。

物体 A と斜面の間の動摩擦係数を $\frac{1}{2\sqrt{3}}$ 、重力加速度の大きさを g とする。なお、図中の二つの物体 A、B それぞれにはたらく力が矢印で記されている。

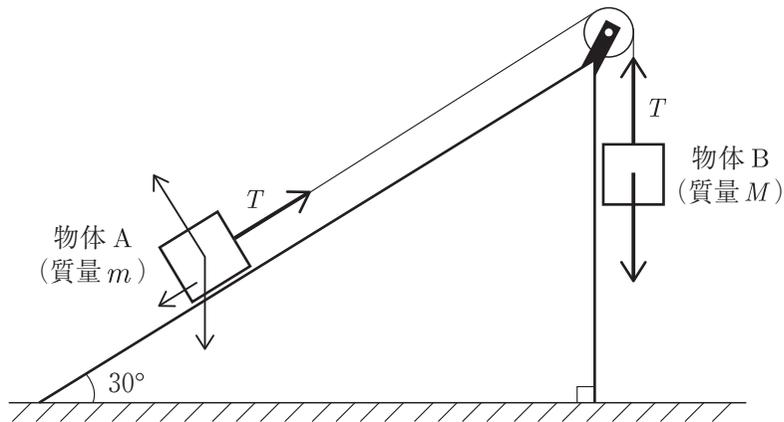


図 1

問1 物体 A にはたらく斜面の垂直抗力の大きさはいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① $\frac{1}{2}mg$ ② $\frac{2}{3}mg$ ③ $\frac{\sqrt{3}}{2}mg$ ④ $\frac{2\sqrt{3}}{3}mg$

問2 物体 A にはたらく斜面の動摩擦力のした仕事はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① $\frac{\sqrt{3}}{6}mgl$ ② $\frac{1}{4}mgl$ ③ $-\frac{\sqrt{3}}{2}mgl$ ④ $-\frac{1}{4}mgl$

問3 糸が引く力の大きさを T とする。斜面の上向きを正として物体 A の加速度を a とする。物体 A の運動方程式として正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① $ma = T - \frac{1}{4}mg$ ② $ma = T - \frac{3}{4}mg$
 ③ $ma = T + \frac{1}{4}mg$ ④ $ma = T - \frac{\sqrt{3}}{2}mg$

問4 運動中、糸の長さは変わらないので、物体 B の鉛直下向きの加速度も a である。鉛直下向きを正とし、物体 B の運動方程式として正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① $Ma = Mg - T$ ② $Ma = -Mg - T$
 ③ $Ma = T + Mg$ ④ $Ma = T - Mg$

物理基礎

問5 問3・問4の二つの方程式より、 a と T が求められる。加速度 a はいくらか。

正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

① $\frac{4M-3m}{4(M+m)}g$

② $\frac{3M-4m}{4(M+m)}g$

③ $\frac{4M-3m}{2(M+m)}g$

④ $\frac{3M-4m}{2(M+m)}g$

問6 物体Bが動きはじめてから床に当たるまでにかかった時間はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 6

① $\sqrt{\frac{6(M+m)\ell}{(4M-3m)g}}$

② $\sqrt{\frac{6(M+m)\ell}{(3M-4m)g}}$

③ $\sqrt{\frac{8(M+m)\ell}{(4M-3m)g}}$

④ $\sqrt{\frac{8(M+m)\ell}{(3M-4m)g}}$

物理基礎

第2問 次の文章を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 20)

図1の変圧器の1次コイルと2次コイルの巻き数の比は2:1である。1次側に100Vの交流電源を接続し、2次側に100V用1.25kWの規格の電熱器を接続した。ただし、変圧器での電力損失はないものとする。

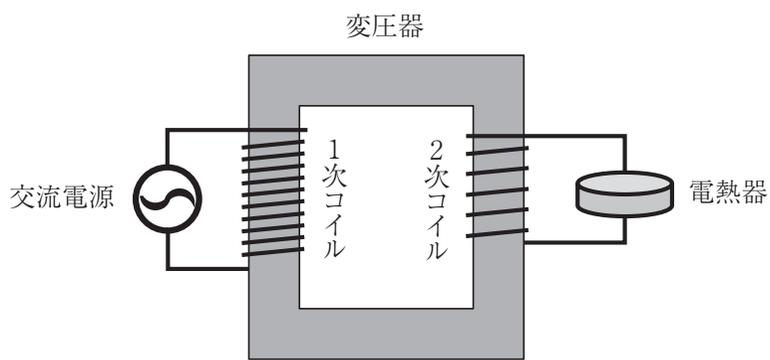


図 1

問1 2次コイルに発生する電圧はいくらか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 [V]

- ① 12.0 ② 50.0 ③ 100 ④ 120 ⑤ 1200

問2 100V用 1.25kWの規格の電熱器の抵抗値はいくらか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 [Ω]

- ① 8.00 ② 12.5 ③ 125 ④ 1250 ⑤ 1560

問3 2次コイル側に流れる電流の大きさはいくらか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 [A]

- ① 4.50 ② 6.25 ③ 12.5 ④ 80.0 ⑤ 125

問4 電熱器で消費する電力はいくらか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 [W]

- ① 100 ② 120 ③ 313 ④ 400 ⑤ 1200

問5 1次コイル側に流れる電流はいくらか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 [A]

- ① 1.25 ② 3.13 ③ 4.50 ④ 120 ⑤ 125

第3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、長さ L [m] のロープを水平に張り、末端 A を一定のテンポで上下に振動させ続け、波を末端 A から末端 B へ伝わらせる。時刻 0 、 t_1 、 $2t_1$ 、 $3t_1$ 秒における波の形は図のとおりである。時刻 t_2 秒に波の先頭が末端 B に到達した。この波の波長はいくらか。正しいものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

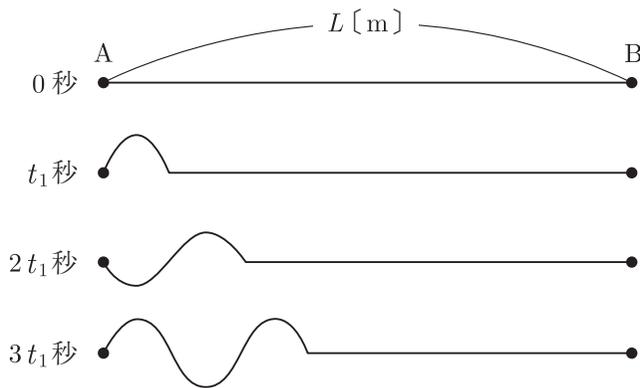


図 1

- | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| ① $\frac{Lt_1}{t_2}$ | ② $\frac{Lt_2}{t_1}$ | ③ $\frac{2Lt_1}{t_2}$ |
| ④ $\frac{2Lt_2}{t_1}$ | ⑤ $\frac{Lt_1}{2t_2}$ | ⑥ $\frac{Lt_2}{2t_1}$ |

問2 図2は、媒質中を縦波が伝わっているときの、ある時刻での媒質の変位を表すグラフである。変位は、波の進行方向と同じ方向を正として示している。この時刻で媒質の密度が最も高いのは点A～Eのどこか。該当する点を全て列挙しているものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 2

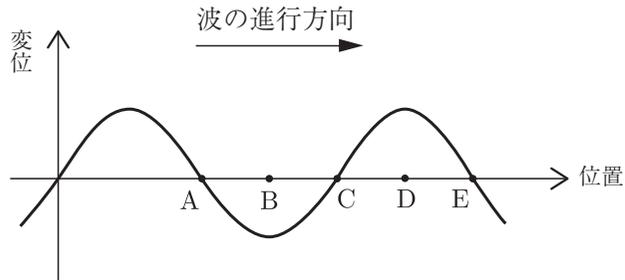


図 2

- | | | |
|-----------|--------|--------|
| ① A, C, E | ② B, D | ③ A, E |
| ④ B | ⑤ C | ⑥ D |

問3 振動数がそれぞれ 456, 460 [Hz] である二つの音を同時に発生させると、強めあって音が大きくなった後、弱めあって音が小さくなり、再び大きい小さいを繰り返した。音は何秒ごとに大きくなるか。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 3 秒

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

物理基礎

問4 図3のように、ピストンで長さの換えられる気柱の近くで、振動数 f [Hz] のおんさを鳴らすと、気柱の長さが L [m] のとき共鳴が起きた。そこからピストンを押し、気柱の長さを短くしていくと、共鳴は一旦止み、気柱の長さがゼロになるまでに一度だけ再度共鳴が起きた。この状態で共鳴したときの音速 v [m/s] はいくらか。正しいものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、室温は一定とし、管口の位置を腹とする。

4

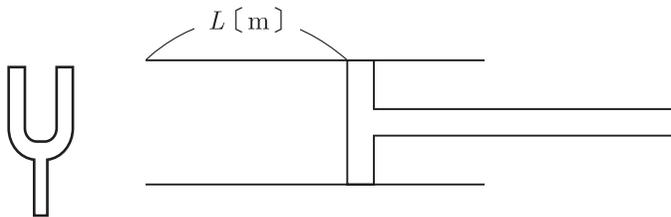


図 3

① $\frac{3Lf}{4}$

② $2Lf$

③ $\frac{4Lf}{3}$

④ $\frac{3L}{4f}$

⑤ $\frac{2L}{f}$

⑥ $\frac{4L}{3f}$

問5 問4のとき図3の状態で共鳴したが、気柱の長さを L [m] のまま室温をゆっくり下げていくと共鳴しなくなり、その後も一度も共鳴せずにある室温にまで達し、そのまま室温を一定に保った。その室温での音速 v' [m/s] は元の室温での音速 v [m/s] より遅くなっている。気柱の長さが L [m] の状態からピストンをゆっくり引いていくと、気柱の長さが L' [m] になったとき初めて共鳴した。 L' を表す式として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、管口の位置を腹とする。 5

① $\frac{3vL}{5v'}$

② $\frac{3vL}{4v'}$

③ $\frac{vL}{v'}$

④ $\frac{4v'L}{3v}$

⑤ $\frac{5v'L}{3v}$

⑥ $\frac{2v'L}{v}$

物理基礎

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)

熱容量 350 [J/K] の熱量計に 240 g の水を入れ、しばらく待ってから温度を測ったところ $30.00 \text{ }^\circ\text{C}$ であった。ただし、水の比熱を $4.18 \times 10^3 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ とする。

問1 $30 \text{ }^\circ\text{C}$ を絶対温度で表すといくらか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 [K]

- ① 30 ② 243 ③ 273 ④ 303

問2 240 g の水の熱容量はいくらか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 [J/K]

- ① 1.00 ② 4.18 ③ 1.00×10^3 ④ 4.18×10^3 ⑤ 1.00×10^6

問3 この熱量計の水に 100 g の鉄球をすばやく入れ、ゆっくりかき混ぜたところ、温度が $32.00 \text{ }^\circ\text{C}$ になった。このとき、熱量計と水に流入した熱量の和はいくらか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 [J]

- ① 2.00×10^3 ② 2.70×10^3 ③ 32.0×10^3 ④ 43.2×10^3

問4 問3において鉄球の熱容量はいくらか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、鉄の比熱は $4.50 \times 10^2 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ とする。 [J/K]

- ① 4.50×10 ② 4.50×10^2 ③ 4.50×10^3 ④ 4.50×10^4

問5 問3において水に入れる前の鉄球の温度はいくらか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 $^\circ\text{C}$

- ① 25.0 ② 60.0 ③ 92.0 ④ 100.0