

物 理 I

(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 35)

図1のように、水平で広い机の上に質量 $(1-r)m$ の一樣な長い板Aがあり、その上に質量 rm の小物体Bがのっている。ここで、 $0 < r < 1$ とする。板Aの右側につけられた糸aは、軽くてなめらかな定滑車Pをへて、質量 M のおもりCをつるしている。ただし、はじめはおもりCを動かさないように支えておく。板Aの左側につけられた糸bは、机に固定された軽くてなめらかな定滑車Qをへて、小物体Bの左側に結合している。板Aは滑車に衝突することはない、また小物体Bは常に板Aの上であり、すべての運動は紙面内でおこなわれるものとする。糸の質量は無視できるものとし、滑車にふれていない糸の部分は、常に水平あるいは鉛直に保たれているものとする。重力加速度の大きさを g とし、空気抵抗は無視できるものとする。なお、板Aと机との間の動摩擦係数は μ であり、小物体Bと板Aとの間の摩擦はない。

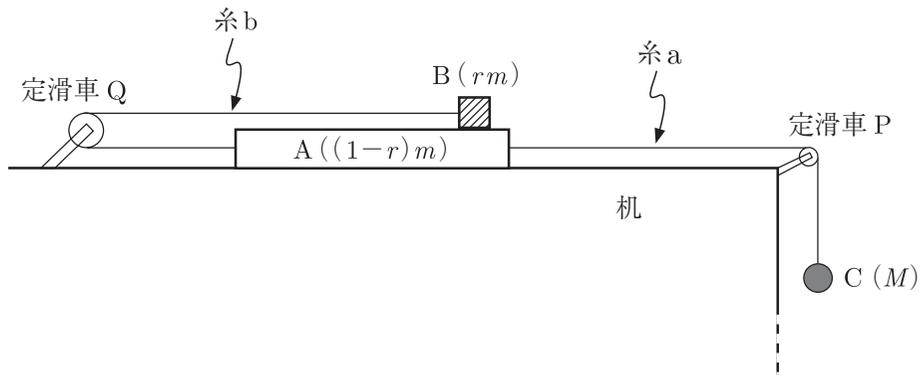


図 1

問1 はじめの状態からおもり C を静かにはなしたところ、おもり C は鉛直下向きに大きさ a の加速度で運動した。このときの糸 a の張力の大きさを T 、糸 b の張力の大きさを S とする。板 A の運動方程式はどのようになるか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 $(1-r)ma = \boxed{1}$

- ① $T - S - 2\mu mg$ ② $T - S - \mu rm g$
 ③ $T - S - \mu(1-r)mg$ ④ $T - S - \mu mg$

問2 問1において、小物体 B の運動方程式はどれか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 $\boxed{2}$

- ① $3rma = S$ ② $2rma = S$
 ③ $rma = S$ ④ $\frac{1}{2}rma = S$

問3 問1において、おもり C の運動方程式はどのようになるか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 $Ma = \boxed{3}$

- ① $Mg - T$ ② $Mg - 2T$ ③ $2Mg - T$ ④ $2Mg - 2T$

問4 問1における加速度の大きさ 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。 $a = \boxed{4}$

- ① $\frac{M + \mu m}{M + m}g$ ② $\frac{M + \mu m}{M + 2m}g$ ③ $\frac{M - \mu m}{M + m}g$ ④ $\frac{M - \mu m}{M + 2m}g$

問5 はじめの状態から、おもり C が距離 h だけ下降したときの、小物体 B の速さはいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 $\boxed{5}$

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

物理 I

問 6 問 5 において、小物体 B が板 A の上を移動した距離はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 6

① 0

② $\frac{1}{2}h$

③ h

④ $2h$

第2問 次の文章を読み、各問い(問1～6)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 35)

図1は、一端が閉じ他端が開いている長さ l [m] の中空の管の前方でスピーカーを鳴らしたとき、管内の空気が共鳴して生じた定常波の(変位の)波形を横波で表している。音速は一定値 c [m/s] とし、開口端補正は無視できるものとする。

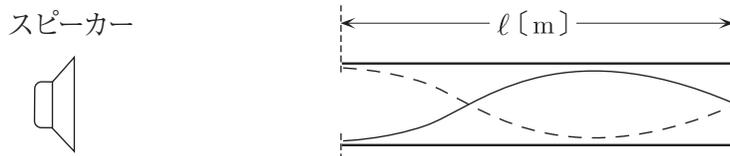


図 1

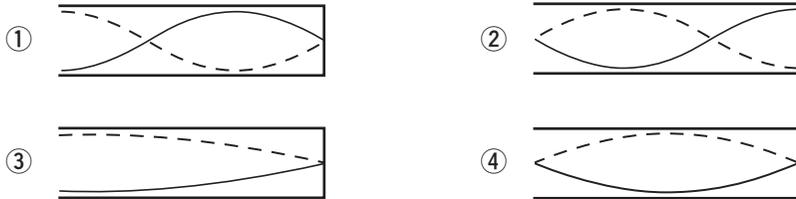
問1 図1の場合の定常波の波長はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 [m]

- ① $\frac{4}{3}l$ ② $\frac{3}{4}l$ ③ $\frac{2}{3}l$ ④ $\frac{3}{2}l$

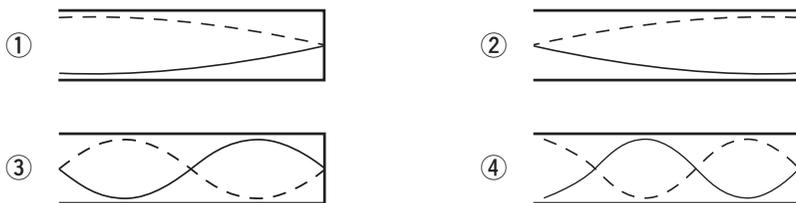
問2 図1の場合のスピーカーの振動数はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 [Hz]

- ① $\frac{2c}{3l}$ ② $\frac{3c}{2l}$ ③ $\frac{4c}{3l}$ ④ $\frac{3c}{4l}$

問3 図1の場合、管内の定常波の圧力変化のようすを表す波形はどれか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3



問4 次に、スピーカーの振動数を問2の値から徐々に小さくしていくと、共鳴音がいったん消えてからふたたび共鳴音が聞こえた。このとき管内の定常波の(変位の)波形はどれか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4



問5 問4の場合のスピーカーの振動数はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5 [Hz]

- ① $\frac{c}{8\ell}$ ② $\frac{c}{4\ell}$ ③ $\frac{c}{2\ell}$ ④ $\frac{c}{\ell}$

問6 さらに、図1の管の左端を薄い金属膜でおおい、両端を閉じた管にする。その後、スピーカーの振動数を問2の値から徐々に大きくしていくと、はじめて共鳴音が聞こえた。このときのスピーカーの振動数はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 6 [Hz]

- ① $\frac{4c}{\ell}$ ② $\frac{2c}{\ell}$ ③ $\frac{c}{\ell}$ ④ $\frac{c}{2\ell}$

第3問 次の文章を読み、各問い(問1～3)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 15)

図1のように、密度 ρ の液体の中へ、非常に薄い材料で出来た円筒形の容器を、開口側を下にして大気中から沈めた。容器の断面積を S 、質量を m とする。容器内の空気は等温変化をするものとし、容器内の空気の高さが x_0 、外部の液面と容器内の液面との差が h_0 のとき、容器にはたらく力(重力と浮力)はつり合った。大気圧を P_0 とし、重力加速度の大きさを g とする。

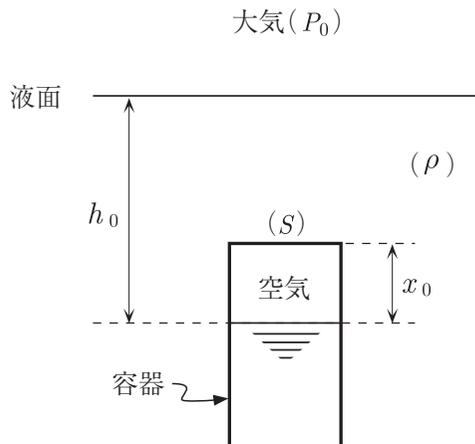


図 1

問1 このとき、容器内の空気の圧力はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① $P_0 + 2h_0\rho g$ ② $P_0 + h_0\rho g$ ③ $P_0 + 2x_0\rho g$ ④ $P_0 + x_0\rho g$

問2 x_0 はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 $x_0 =$

- ① $\frac{2S\rho}{m}$ ② $\frac{S\rho}{m}$ ③ $\frac{m}{2S\rho}$ ④ $\frac{m}{S\rho}$

問3 このつり合いの状態から，容器をゆっくりと沈めて液面差を h_0 より大きくしてから，容器を静かにはなした。その後の容器の運動はどうなるか。正しいものを，次の①～③のうちから一つ選べ。 3

- ① 静止したままである。
- ② 浮きあがる。
- ③ 沈みだす。

物理 I

第4問 次の文章を読み、各問い(問1～3)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 15)

図1のように、 R_1 [Ω]、 R_2 [Ω] および R_3 [Ω] の電気抵抗と起電力 E [V] の直流電源とを接続した。3個の電気抵抗以外の回路の抵抗は、すべて無視できるものとする。

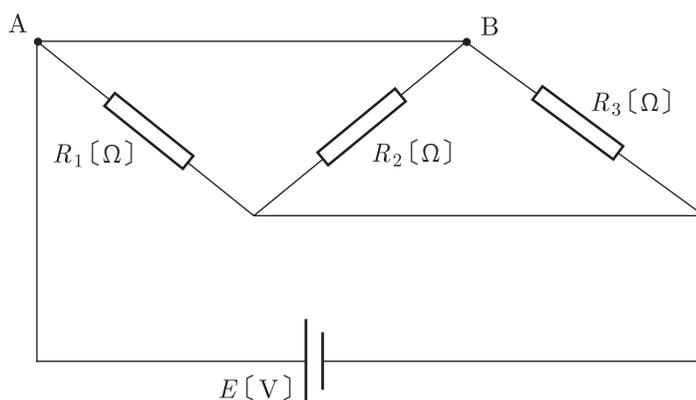


図 1

問1 回路上の A 点と B 点の間の電圧はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 [V]

- ① $\frac{R_1 + R_2}{R_1 + R_2 + R_3} E$ ② $\frac{R_1}{R_1 + R_2} E$ ③ E ④ 0

問2 R_1 [Ω] の電気抵抗を流れる電流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。 [A]

- ① $\frac{E}{R_1}$ ② $\frac{E}{R_1 + R_2}$ ③ $\frac{E}{R_1 + R_3}$ ④ $\frac{E}{R_1 + R_2 + R_3}$

問3 直流電源が供給する電力はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 [W]

- ① $\frac{E^2}{R_1 + R_2 + R_3}$ ② $\frac{(R_1 + R_2 + R_3) E^2}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}$
 ③ $\frac{(R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1) E^2}{R_1 R_2 R_3}$ ④ $\frac{(R_1 + R_2 + R_3) E^2}{R_1^2 + R_2^2 + R_3^2}$