

問題・解答
用紙番号

20

の解答用紙に解答しなさい。

物 理

〈受験学部・学科〉

理工学部(住環境デザイン学科・建築学科・都市環境工学科・機械工学科・電気電子工学科)

問題は100点満点で作成しています。

I 次の文を読み、下の各問いに対する最も適当な答えを、それぞれの解答群から一つ選び、その記号を解答欄にマークせよ。(40点)

- [1] 図1のように、同じ高さに取り付けられた、軽くなめらかな定滑車1と定滑車2に、端に質量 m [kg] の物体 A を取り付けた、軽く伸び縮みしないひもをかけた。ひもの他端は質量 m [kg] の物体 B を取り付けた、軽くなめらかな動滑車に通したのち、天井に固定した。ひもは定滑車1と2の間以外では鉛直方向に平行であった。物体 A および物体 B の大きさは無視できるものとし、重力加速度の大きさは g [m/s²] であるものとして以下の問いに答えよ。

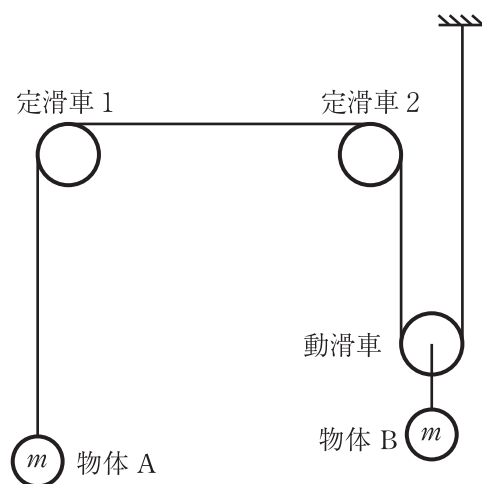


図 1

問 1. 物体 B に手で鉛直下向きに力を加え、物体 A を静止させた。このとき、物体 A にはたらくひもの張力の大きさは何 N か。

解答群

- | | | |
|--------------------|-----------|-----------|
| (ア) $\frac{mg}{2}$ | (イ) mg | (ウ) $2mg$ |
| (エ) $3mg$ | (オ) $4mg$ | (カ) $5mg$ |

問 2. 問 1 において、物体 B に加える手の力の大きさは何 N か。

解答群

- | | | |
|-----------|--------------------|-----------|
| (ア) 0 | (イ) $\frac{mg}{2}$ | (ウ) mg |
| (エ) $2mg$ | (オ) $3mg$ | (カ) $4mg$ |

問 3. 時刻 0 s で物体 B を静かにはなしたところ、ひもはたるむことなく、物体 A と物体 B は運動をはじめた。物体 A と物体 B の加速度の大きさはそれぞれ a [m/s²] および β [m/s²] であった。動滑車の高さが定滑車の高さよりも低い位置にあるときの、物体 A および物体 B の鉛直方向の運動方程式として最も適切なものはどれか。ただし、物体 A にはたらくひもの張力の大きさは T [N] であるものとする。

解答群

- | | | |
|---|---|---|
| (ア) $\begin{cases} ma = mg - T \\ m\beta = T + mg \end{cases}$ | (イ) $\begin{cases} ma = mg - T \\ m\beta = T - mg \end{cases}$ | (ウ) $\begin{cases} ma = mg + T \\ m\beta = 2T + mg \end{cases}$ |
| (エ) $\begin{cases} ma = mg + T \\ m\beta = 2T - mg \end{cases}$ | (オ) $\begin{cases} ma = mg - T \\ m\beta = 2T + mg \end{cases}$ | (カ) $\begin{cases} ma = mg - T \\ m\beta = 2T - mg \end{cases}$ |

問 4. 問 3 において、運動をはじめたのちの、物体 A の速さ v_A [m/s] と物体 B の速さ v_B [m/s] の間に成りたつ関係式として最も適切なものはどれか。

解答群

- | | | |
|------------------|--------------------|------------------|
| (ア) $v_A = v_B$ | (イ) $v_A = 1.5v_B$ | (ウ) $v_A = 4v_B$ |
| (エ) $4v_A = v_B$ | (オ) $v_A = 2v_B$ | (カ) $2v_A = v_B$ |

問5. 問3において、加速度の大きさ α と β の間に成りたつ関係式として最も適切なものはどれか。

解答群

(ア) $\alpha = \beta$

(イ) $\alpha = 1.5\beta$

(ウ) $2\alpha = \beta$

(エ) $\alpha = 2\beta$

(オ) $4\alpha = \beta$

(カ) $\alpha = 4\beta$

問6. 問3において、加速度の大きさ α は何 m/s^2 か。

解答群

(ア) 0

(イ) $\frac{2}{5}g$

(ウ) $\frac{2}{3}g$

(エ) $\frac{4}{5}g$

(オ) $\frac{4}{3}g$

(カ) $2g$

問7. 問3において、物体 A にはたらくひもの張力の大きさ T は何 N か。

解答群

(ア) $\frac{1}{5}mg$

(イ) $\frac{1}{3}mg$

(ウ) $\frac{3}{5}mg$

(エ) $\frac{4}{5}mg$

(オ) mg

(カ) $\frac{3}{2}mg$

- [2] 図2のように、同じ高さに取り付けられた、軽く、大きさの無視できる、なめらかな定滑車1と定滑車2に、両端にそれぞれ質量 m [kg] の物体 B1 と B2 を取り付けた、軽く伸び縮みしないひもをかけた。定滑車1と2の間の距離は L [m] であった。この状態で定滑車1と2の中央の位置で、ひもに質量 $2m$ [kg] の物体 C を取り付け、時刻0sで静かにはなしたところ落下し、物体 B1 と B2 は定滑車に接触することなく、鉛直上向きに運動した。すべての物体の大きさは無視できるものとし、重力加速度の大きさは g [m/s²] であるものとして以下の問いに答えよ。

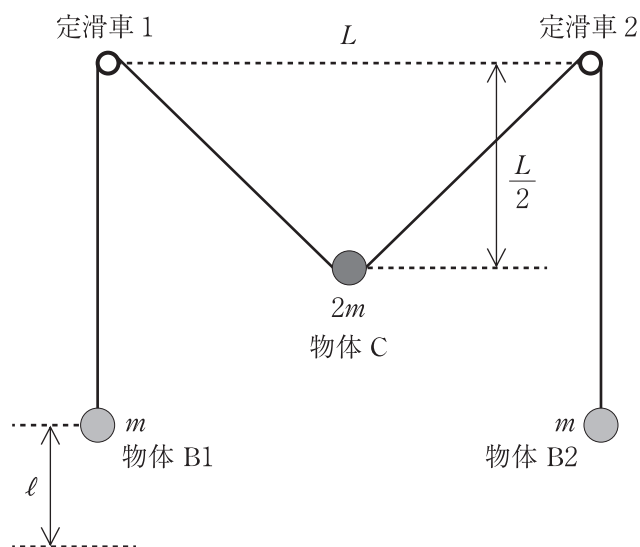


図2

問8. 時刻0sから物体Cが $\frac{L}{2}$ だけ落下する間の、物体B1とB2の移動距離はともに何mか。

解答群

- | | | |
|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| (ア) $\frac{\sqrt{2}-1}{2}L$ | (イ) $\frac{\sqrt{2}+1}{2}L$ | (ウ) $\frac{L}{2(\sqrt{2}-2)}$ |
| (エ) $\frac{L}{2(\sqrt{2}+2)}$ | (オ) $(\sqrt{2}-1)L$ | (カ) $(\sqrt{2}+1)L$ |

問9. 時刻0 s から物体 C が $\frac{L}{2}$ だけ落下したとき、物体 B1 の力学的エネルギーは何 J か。ただし、物体 C が $\frac{L}{2}$ だけ落下したときの、物体 B1 と B2 の速さはともに v [m/s] であるものとし、問8で求めた物体 B1 と B2 の移動距離を ℓ [m] とする。なお、重力による位置エネルギーの基準は時刻0 s での物体 B1 の高さとする。

解答群

- (ア) $\frac{1}{2} m(v^2 - gL)$ (イ) $\frac{1}{2} m(v^2 + gL)$ (ウ) $\frac{1}{2} mv^2 - mg\ell$
 (エ) $\frac{1}{2} mv^2 + mg\ell$ (オ) $\frac{1}{2} mv^2$ (カ) $mg\ell$

問10. 時刻0 s から物体 C が $\frac{L}{2}$ だけ落下したとき、物体 C の速さは V [m/s] であった。

物体 C が $\frac{L}{2}$ だけ落下したときの、物体 B1 の速さ v をあらわす式として最も適切なものはどれか。物体 B2 も B1 と同様な運動をすることに注意せよ。

解答群

- (ア) $\sqrt{(3 - \sqrt{2})gL - 2V^2}$ (イ) $\sqrt{(2 - \sqrt{2})gL - V^2}$
 (ウ) $\sqrt{(3 - \sqrt{2})gL - V^2}$ (エ) $\sqrt{(2 - \sqrt{2})gL - \frac{V^2}{2}}$
 (オ) $\sqrt{\frac{3 - \sqrt{2}}{2}gL - V^2}$ (カ) $\sqrt{\left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}\right)gL - \frac{V^2}{2}}$

Ⅱ 次の文を読み、下の各問いに対する最も近い数値を、それぞれの解答群から一つ選び、その記号を解答欄にマークせよ。(30点)

- [1] 図1のように、 R_1 、 R_2 の電気抵抗と、長さ70 cmの抵抗線、そして電圧 $E = 24\text{ V}$ の直流電源による回路をつくった。 R_1 、 R_2 の抵抗値はそれぞれ $3\ \Omega$ 、 $5\ \Omega$ である。抵抗線の断面積は十分に小さいものとし、電源の内部抵抗および配線に用いた導線の電気抵抗は無視できるものとして以下の問いに答えよ。

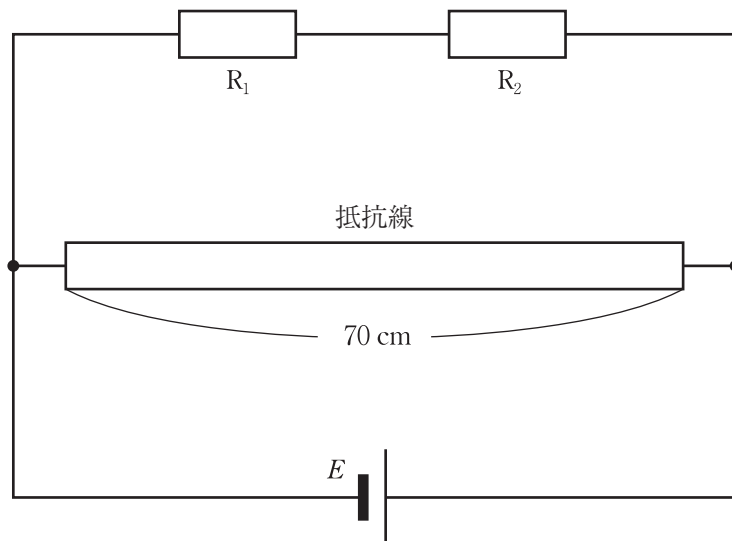


図1

問1. R_1 にかかる電圧の大きさは何 V か。

解答群

- | | | |
|--------|--------|--------|
| (ア) 3 | (イ) 5 | (ウ) 9 |
| (エ) 12 | (オ) 16 | (カ) 20 |

問2. R_1 で30秒間に発生するジュール熱は何 J か。

解答群

- | | | |
|----------|----------|----------|
| (ア) 270 | (イ) 540 | (ウ) 810 |
| (エ) 2700 | (オ) 5400 | (カ) 8100 |

問 3. 図 1 で使用している抵抗線と同一の材料、かつ同一の断面積の長さ 1.0 m の抵抗線の抵抗値は $1.0\ \Omega$ であった。図 1 で使用している抵抗線の抵抗値は何 Ω か。

解答群

- | | | |
|----------|----------|---------|
| (ア) 0.40 | (イ) 0.70 | (ウ) 1.0 |
| (エ) 1.4 | (オ) 2.2 | (カ) 3.2 |

問 4. 直流電源に接続されている電気抵抗および抵抗線の合成抵抗は何 Ω か。

解答群

- | | | |
|----------|----------|---------|
| (ア) 0.64 | (イ) 0.84 | (ウ) 1.3 |
| (エ) 1.8 | (オ) 2.5 | (カ) 3.2 |

問 5. 図 1 の抵抗線に流れる電流の大きさは何 A か。

解答群

- | | | |
|---------|---------|--------|
| (ア) 3.0 | (イ) 7.0 | (ウ) 17 |
| (エ) 34 | (オ) 51 | (カ) 68 |

問 6. 図 1 の抵抗線に 30 秒間電流が流れたとき、抵抗線の断面を通過する電気量の大きさは何 C か。

解答群

- | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| (ア) 5.1×10^2 | (イ) 7.7×10^2 | (ウ) 9.5×10^2 |
| (エ) 1.0×10^3 | (オ) 1.4×10^3 | (カ) 1.8×10^3 |

[2] 図1の回路において、図2に示すように、点 A と、抵抗線の左端より 20 cm はなれた抵抗線上の点 B に導線を接続した。以下の問いに答えよ。

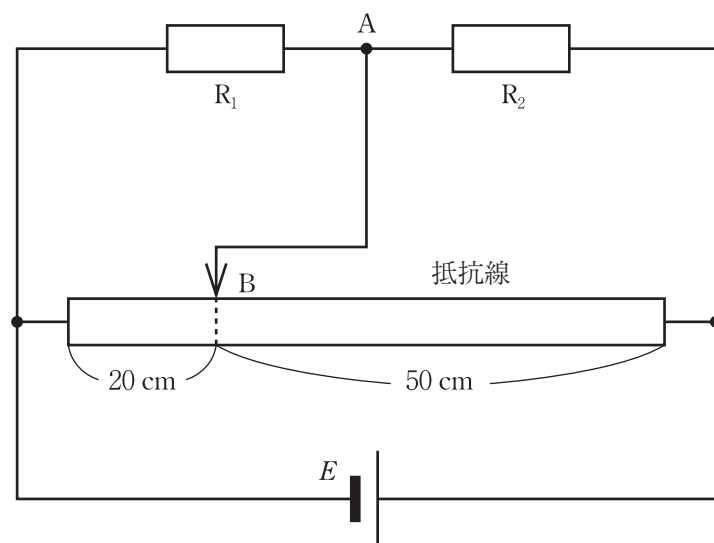


図 2

問7. R_2 にかかる電圧の大きさは何 V か。

解答群

- | | | |
|---------|---------|--------|
| (ア) 4.0 | (イ) 7.0 | (ウ) 10 |
| (エ) 14 | (オ) 17 | (カ) 21 |

問8. R_1 に流れる電流の大きさは何 A か。

解答群

- | | | |
|----------|----------|---------|
| (ア) 0.40 | (イ) 0.80 | (ウ) 1.4 |
| (エ) 2.3 | (オ) 3.4 | (カ) 4.4 |

問9. R_1 での消費電力は何 W か。

解答群

- | | | |
|---------|---------|--------|
| (ア) 7.2 | (イ) 9.8 | (ウ) 12 |
| (エ) 16 | (オ) 32 | (カ) 58 |

Ⅲ 次の文を読み、下の各問いに対する最も適切な答えを、それぞれの解答群から一つ選び、その記号を解答欄にマークせよ。なお、答えが数値の場合は、最も近い数値を解答群から選べ。

(30点)

[1] 音は空気の **あ** の高い部分と低い部分が生じ、それが伝わっていく **い** である。管の中で音が共鳴しているとき、管に入射した音と反対の端で反射した音が重なりあい、**う** を形成している。

問1. 文中の **あ** に当てはまる最も適切な語句はどれか。

解答群

- | | | |
|---------|--------|--------|
| (ア) 横波 | (イ) 縦波 | (ウ) 重力 |
| (エ) 電磁波 | (オ) 湿度 | (カ) 圧力 |

問2. 文中の **い** に当てはまる最も適切な語句はどれか。

解答群

- | | | |
|---------|---------|---------|
| (ア) 横波 | (イ) 縦波 | (ウ) 入射波 |
| (エ) 電磁波 | (オ) 反射波 | (カ) 圧力 |

問3. 文中の **う** に当てはまる最も適切な語句はどれか。

解答群

- | | | |
|--------------|---------|---------|
| (ア) 横波 | (イ) 温度 | (ウ) 電磁波 |
| (エ) 定在波（定常波） | (オ) 進行波 | (カ) 熱平衡 |

- [2] 図1のように、長さが L [cm] の開管の左端の近くに置いたスピーカーから周波数 f [Hz] の音を出し、管の右端からピストンを挿入しゆっくり左方向へ押したところ、管の左端からの距離 ℓ [cm] が 83 cm, 49 cm, 15 cm の位置でのみ共鳴が生じた。空気中の音速が 340 m/s であるものとして以下の問いに答えよ。

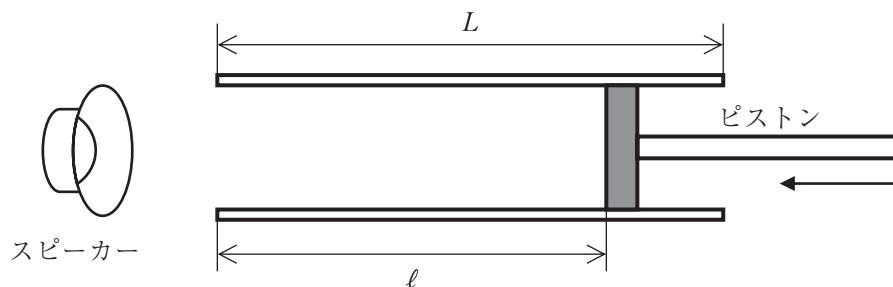


図1

問4. この音の波長は何 cm か。

解答群

- | | | |
|---------|--------|---------|
| (ア) 8.5 | (イ) 17 | (ウ) 34 |
| (エ) 45 | (オ) 68 | (カ) 136 |

問5. この管の開口端補正は何 cm か。

解答群

- | | | |
|-------|--------|--------|
| (ア) 0 | (イ) 1 | (ウ) 2 |
| (エ) 4 | (オ) 19 | (カ) 53 |

問6. 図2のように、スピーカーから音を出したままピストンを取り去り、両端を開口端としたところ、共鳴が生じた。この管の長さ L は何 cm か。

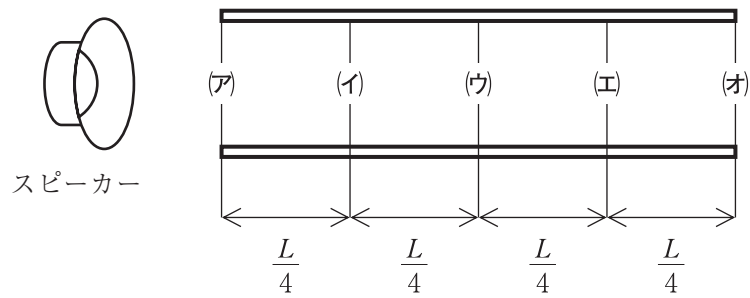


図2

解答群

- | | | |
|---------|---------|---------|
| (ア) 90 | (イ) 96 | (ウ) 98 |
| (エ) 100 | (オ) 115 | (カ) 117 |

問7. 問6のとき管内で空気の圧力が最も大きく変化する位置を図2中の(ア)～(オ)からすべて選び、解答欄にマークせよ。