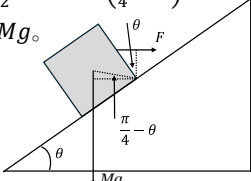


物 理 解 答 用 紙

|          |     |  |        |
|----------|-----|--|--------|
| <b>1</b> |     | <p>(1) [説明と計算式]</p> <p>静止しているとき、立方体に働く重力とおもりによる合力の斜面平行成分は <math>Mg\sin\theta - mg</math> であり、これが最大静止摩擦力より大きいので、<math>Mg\sin\theta - mg &gt; \mu Mg\cos\theta</math>。</p> <p>よって、<math>\mu &lt; (M\sin\theta - m)/M\cos\theta</math>。</p> <p style="text-align: right;">答 <math>(M\sin\theta - m)/M\cos\theta</math></p>  | 評<br>点 |
| 問 1      |     | <p>(2) [説明と計算式]</p> <p>糸の張力の大きさを <math>T</math> として、立方体に働く合力の斜面平行成分の大きさは <math>Mg\sin\theta - T - \mu' Mg\cos\theta</math> であり、加速度の大きさを <math>a</math> として <math>F = Ma</math> より、<math>Mg(\sin\theta - \mu'\cos\theta) - T = Ma</math>。</p> <p>同様におもりに働く合力の大きさは <math>T - mg</math> であり、加速度の大きさは立方体と同じ <math>a</math> なので、<math>T - mg = ma</math>。</p> <p>2つの式の両辺を足し <math>T</math> を消去すれば、<math>Mg(\sin\theta - \mu'\cos\theta) - mg = (M+m)a</math>。</p> <p>よって、<math>a = (M\sin\theta - \mu'M\cos\theta - m)g/(M+m)</math>。</p> <p style="text-align: right;">答 <math>(M\sin\theta - \mu'M\cos\theta - m)g/(M+m)</math></p>   |        |
|          |     | <p>(1) [説明と計算式]</p> <p>重力による斜面平行成分 <math>Mg\sin\theta</math>、<math>F_0</math> の斜面平行成分 <math>F_0\cos\theta</math>、および静止摩擦力の合力が 0 であるが、<math>F_0</math> が最小のとき摩擦力は斜面に平行上向きに最大となっている。斜面からの垂直抗力は、<math>Mg\cos\theta + F_0\sin\theta</math> なので、<math>Mg\sin\theta - F_0\cos\theta - \mu(Mg\cos\theta + F_0\sin\theta) = 0</math>。よって、<math>F_0 = (\sin\theta - \mu\cos\theta)Mg/(\cos\theta + \mu\sin\theta)</math>。</p> <p style="text-align: right;">答 <math>(\sin\theta - \mu\cos\theta)Mg/(\cos\theta + \mu\sin\theta)</math></p>  |        |
|          | 問 2 | <p>(2) [説明と計算式]</p> <p>重力による力のモーメントは、P から作用線までの距離が <math>\frac{\sqrt{2}}{2}L\cos(\frac{\pi}{4} - \theta)</math> と表せるので、<math>\frac{\sqrt{2}}{2}MgL\cos(\frac{\pi}{4} - \theta)</math>。</p> <p><math>F</math> による力のモーメントは、<math>FL\cos\theta/2</math>。<math>F = F_1</math> のとき両者はつりあうので、<math>F_1L\cos\theta/2 = \frac{\sqrt{2}}{2}MgL\cos(\frac{\pi}{4} - \theta)</math>。</p> <p>よって、<math>F_1 = \sqrt{2}Mg\cos(\frac{\pi}{4} - \theta)/\cos\theta = \sqrt{2}Mg(\cos\frac{\pi}{4}\cos\theta + \sin\frac{\pi}{4}\sin\theta)/\cos\theta = (1 + \tan\theta)Mg</math>。</p> <p style="text-align: right;">答 <math>(1 + \tan\theta)Mg</math></p>  |        |
|          |     | <p>(3) [説明と計算式]</p> <p>立方体に働く最大静止摩擦力が <math>F_1</math> と <math>Mg</math> の合力の斜面平行成分以上であるので、<math>\mu(Mg\cos\theta + F_1\sin\theta) \geq F_1\cos\theta - Mg\sin\theta</math>。前問で得られた <math>F_1 = (1 + \tan\theta)Mg</math> を代入して整理すれば、<math>\mu(\cos\theta + \sin\theta + \sin^2\theta/\cos\theta) \geq \cos\theta</math>。</p> <p>よって <math>\mu \geq 1/(1 + \tan\theta + \tan^2\theta)</math>。</p> <p style="text-align: right;">答 <math>1/(1 + \tan\theta + \tan^2\theta)</math></p>   | 小<br>計 |

物 理 解 答 用 紙

|          |        |   |
|----------|--------|---|
| <b>2</b> |        | <p>(1) [説明と計算式]</p> <p>時間 <math>t</math> の間に計測点 P を通過する波の数は、距離 <math>Vt + vt</math> に含まれる<br/>波長 <math>\lambda</math> の波の数なので、<math>n_1 = \frac{Vt+vt}{\lambda} = \frac{(V+v)t}{V} f</math> となる。</p> <p style="text-align: right;">答 <math>n_1 = \frac{(V+v)t}{V} f</math></p>  |
| 問 1      |        | <p>(2) [計算式]</p> <p><math>n_1 = f_1 t</math> なので、<math>f_1 = \frac{V+v}{V} f</math> となる。</p> <p>[説明と大小関係]</p> <p><math>\frac{V+v}{V} &gt; 1</math> より、<math>f</math> よりも大きい。</p> <p style="text-align: right;">答 <math>f_1 = \frac{V+v}{V} f</math></p>   |
| 問 2      |        | <p>(1) [説明と計算式]</p> <p>時間 <math>t</math> の間に点 P を通過するのは、距離 <math>Vt - vt</math> に含まれる波であるから、<br/>波長 <math>\lambda</math> の波の数なので、<math>n_2 = \frac{Vt-vt}{\lambda} = \frac{(V-v)t}{V} f</math> となる。</p> <p style="text-align: right;">答 <math>n_2 = \frac{(V-v)t}{V} f</math></p>   |
| 問 3      |        | <p>[説明と計算式]</p> <p>波の数 <math>n_1</math> と <math>n_2</math> の比をとると、<math>\frac{n_1}{n_2} = \frac{\frac{(V+v)t}{V} f}{\frac{(V-v)t}{V} f} = \frac{V+v}{V-v}</math> となる。</p> <p><math>V</math> について整理すると、<math>\frac{n_1}{n_2} V - \frac{n_1}{n_2} v = V + v \rightarrow V = \frac{\frac{n_1}{n_2} + 1}{\frac{n_1}{n_2} - 1} v = \frac{n_1 + n_2}{n_1 - n_2} v</math> となる。</p> <p style="text-align: right;">答 <math>V = \frac{n_1 + n_2}{n_1 - n_2} v</math></p>    |
| 問 4      |        | <p>(1) [位相]</p> <p style="text-align: center;">逆位相</p> <p>[理由]</p> <p style="text-align: center;">各波源から等しい距離の位置で、波の位相は逆なので、波源の振動は逆位相である。</p> <p>(2) [説明と答]</p> <p>波の減衰は無視できることから SQ 上の波形は定在波とみなせる。<br/>波の干渉条件より、波源の振動が逆位相のとき、線分 SQ の中点は節となる。<br/>節の間隔は <math>\frac{\lambda}{2}</math> で、波源の点を含めずに節が 1 つとなるためには、<br/><math>L &lt; \lambda</math> である必要がある。よって、<math>L &lt; \lambda</math> となる。</p> <p style="text-align: right;">答 <math>L &lt; \lambda</math></p> |
|          | 小<br>計 |   |

物 理 解 答 用 紙

|   |   |  |   |  |  |
|---|---|--|---|--|--|
| <p>3</p>  | <p>(1) [説明と計算式]</p> <p>RLC 直列回路において、共振がおこるときの角周波数は次の式で求められる。</p> $\omega = \frac{1}{\sqrt{L_T C_T}}$ <p>よって、</p> $C_T = \frac{1}{\omega^2 L_T} = \frac{1}{(1 \times 10^6)^2 \times (20 \times 10^{-6})} = 5 \times 10^{-8} \text{ F}$ <p style="text-align: right;">答 <u>5.0 × 10<sup>-8</sup></u> F</p>  |  |   |  |  |
| <p>問 1</p>  | <p>(2) [説明と計算式]</p> <p>共振状態では、コンデンサーにかかる電圧の最大値 (<math>V_{C,max}</math>) は、回路を流れる電流の最大値 (<math>I_{max}</math>) とコンデンサーのリアクタンス (<math>X_C</math> [<math>\Omega</math>]) を用いて、</p> $V_{C,max} = I_{max} \cdot X_C$ <p>と表すことができる。</p> $X_C = \frac{1}{\omega C_T} = \frac{1}{(1 \times 10^6) \times (5 \times 10^{-8})} = 20 \Omega$ <p>上記の式から</p> $I_{max} = \frac{V_{C,max}}{X_C} = \frac{50}{20} = 2.5 \text{ A}$ <p style="text-align: right;">答 <u>2.5</u> A</p>   |  |   |  |  |
| <p>問 2</p>  | <p>(1) [説明と計算式]</p> <p>ファラデーの電磁誘導の法則により、誘導起電力 (<math>V_R</math>) を求めることができる。</p> $V_R = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ <p>誘導起電力の大きさを求める問題なので、<math>V_R</math> の絶対値を取ればよい。</p> $ V_R  = 80 \cdot \frac{9 \times 10^{-8}}{4 \times 10^{-7}} = 18 \text{ V}$ <p style="text-align: right;">答 <u>18</u> V</p> <p>(2) [説明と計算式]</p> <p>受信回路も共振状態であるため、回路のインピーダンス <math>Z</math> はコイルとコンデンサーのリアクタンスが打ち消しあい、負荷抵抗 <math>R_L</math> のみに等しくなる。</p> $I_{max} = \frac{V_{max}}{Z} = \frac{18}{9} = 2 \text{ A}$ <p>そのときの平均消費電力は</p> $P_{ave} = \frac{1}{2} V_{max} I_{max} = \frac{1}{2} \cdot 18 \cdot 2 = 18 \text{ W}$ <p>である。</p> <p style="text-align: right;">答 <u>18</u> W</p> |  |   |  |  |
|   | <p>(3) [説明]</p> <p>共振状態では、回路中の①コイルとコンデンサーの (リアクタンス) が互いに打ち消し合い、②回路全体の (インピーダンス) が最小となる。その結果、③回路に流れる (電流) は最大値となり、④送信側で強い (磁場) が発生する。受信回路も同じ周波数で共振するため、この (磁場) から効率よくエネルギーを受け取ることができる。</p>   |  |   |  |  |
| <table border="1"> <tr> <td>小</td> <td></td> </tr> <tr> <td>計</td> <td></td> </tr> </table> | 小   |  | 計 |  |  |
| 小   |   |  |   |  |  |
| 計   |   |  |   |  |  |