

物 理 基 礎

- 1 図1～図3のように，なめらかに回転する滑車が天井に取り付けられ，滑車にかけられたひもの一端には人を乗せた板がつながれている。板の質量を10kg，人の質量を50kg，重力加速度の大きさを 9.8m/s^2 とする。滑車，ひもの質量は無視できるものとする。以下の問1～問3に答えなさい。

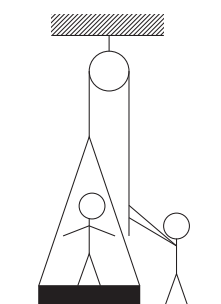


図 1

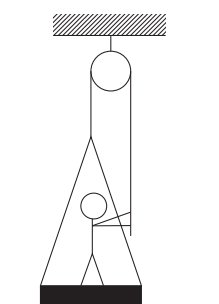


図 2

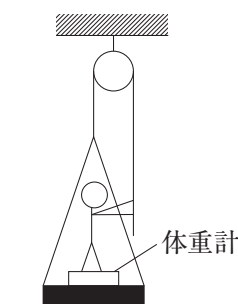


図 3

- 問1 図1に示すように，人を乗せた板をつり下げたひもの他端を引き，板を床から浮かせるためには，少なくとも何Nの力で引く必要があるか。最も適切なものを①～⑧から1つ選んで答えなさい。

- ① 40 ② 49 ③ 50 ④ 59
 ⑤ 4.0×10^2 ⑥ 4.9×10^2 ⑦ 5.0×10^2 ⑧ 5.9×10^2

- 問2 図2に示すように，板上の人が自分でひもを引き，板を床から浮かせるためには，少なくとも何Nの力で引く必要があるか。最も適切なものを①～⑧から1つ選んで答えなさい。

- ① 20 ② 29 ③ 50 ④ 59
 ⑤ 2.0×10^2 ⑥ 2.9×10^2 ⑦ 5.0×10^2 ⑧ 5.9×10^2

問3 図3に示すように、板上に質量2.0kgの体重計を置き、その上に人が乗った状態で、自分でひもを静かに引いたところ、人を乗せた板が床から離れた。このとき、体重計は何kgをさしているか。最も適切なものを①～⑧から1つ選んで答えなさい。

- | | | | |
|------|------|------|------|
| ① 10 | ② 19 | ③ 20 | ④ 29 |
| ⑤ 30 | ⑥ 39 | ⑦ 40 | ⑧ 49 |

- 2 図1のように、水平面と角度 θ をなし、点Oでなめらかにつながっている斜面がある。ばね定数 k のばねの一端に大きさ、厚さ、重さの無視できる丈夫な板を取り付け、このばねが自然の長さとなるようにばねのもう一端を固定した。このとき、板と点Oの距離は L であった。この板に質量 m の小物体を押し当てて、ばねを縮め、静かにはなした。重力加速度の大きさを g として、以下の問4～問9に答えなさい。

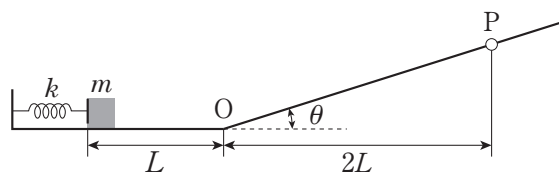


図1

夫な板を取り付け、このばねが自然の長さとなるようにばねのもう一端を固定した。このとき、板と点Oの距離は L であった。この板に質量 m の小物体を押し当てて、ばねを縮め、静かにはなした。重力加速度の大きさを g として、以下の問4～問9に答えなさい。

- I 図1において、ばねを x_0 だけ縮め、小物体を射出し、長さ L のなめらかな水平面およびなめらかな斜面上をすべらせ、斜面上の点Pが最高到達点となるようにしたい。点Pと点Oの水平距離は $2L$ である。

- 問4 このときのばねを縮める長さ x_0 を g , k , L , m , θ を用いて表せ。最も適切なものを①～⑨から1つ選んで答えなさい。

- | | | |
|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| ① $\frac{mgL \tan \theta}{2k}$ | ② $\frac{2k}{mgL \tan \theta}$ | ③ $2\sqrt{\frac{mgL \tan \theta}{k}}$ |
| ④ $\sqrt{\frac{k}{mgL \tan \theta}}$ | ⑤ $\frac{k}{mgL \tan \theta}$ | ⑥ $\frac{mgL \tan \theta}{k}$ |
| ⑦ $\sqrt{\frac{mgL \tan \theta}{k}}$ | ⑧ $2\sqrt{\frac{k}{mgL \tan \theta}}$ | ⑨ $\sqrt{\frac{mgL \tan \theta}{2k}}$ |

- 問5 小物体が板からはなれた直後の速さ v_0 を g , L , θ を用いて表せ。最も適切なものを①～⑨から1つ選んで答えなさい。

- | | | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| ① $gL \tan \theta$ | ② $\frac{1}{gL \tan \theta}$ | ③ $\sqrt{gL \tan \theta}$ |
| ④ $\sqrt{\frac{2}{gL \tan \theta}}$ | ⑤ $\sqrt{\frac{1}{gL \tan \theta}}$ | ⑥ $2gL \tan \theta$ |
| ⑦ $2\sqrt{gL \tan \theta}$ | ⑧ $2\sqrt{\frac{1}{gL \tan \theta}}$ | ⑨ $\sqrt{\frac{gL \tan \theta}{2}}$ |

II 長さ L の水平面が図 2 の

ように、長さ $\frac{L}{2}$ のなめらかな面と、長さ $\frac{L}{2}$ の動摩擦係

数が μ' のあらい面に分けら

れているとする。なお、斜面

はなめらかなままとする。I と同様に、ばねによって小物体を射出し、斜面上の点 P を最高到達点としたい。

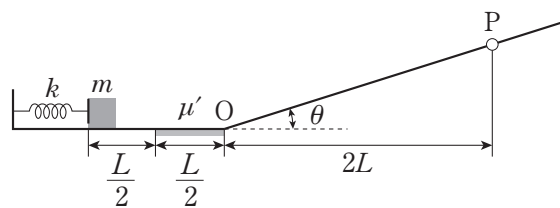


図 2

問 6 このときのばねを縮める長さ x_1 を g , k , L , m , θ , μ' を用いて表せ。

最も適切なものを①～⑨から 1 つ選んで答えなさい。

① $\frac{mgL(2\tan\theta + \mu')}{k}$

② $\sqrt{\frac{mgL(\tan\theta + \mu')}{k}}$

③ $\sqrt{\frac{k}{mgL(4\tan\theta + \mu')}}}$

④ $\sqrt{\frac{k}{mgL(\tan\theta + \mu')}}}$

⑤ $\frac{k}{mgL(\tan\theta + \mu')}$

⑥ $\sqrt{\frac{mgL(4\tan\theta + \mu')}{k}}$

⑦ $2\sqrt{\frac{mgL(\tan\theta + \mu')}{k}}$

⑧ $\frac{mgL(\tan\theta + \mu')}{k}$

⑨ $\frac{mgL(4\tan\theta + \mu')}{k}$

問 7 小物体が点 O に達した直後の速さ v_1 を g , L , θ を用いて表せ。最も

適切なものを①～⑨から 1 つ選んで答えなさい。

① $gL\tan\theta$ ② $\frac{1}{gL\tan\theta}$ ③ $\sqrt{gL\tan\theta}$ ④ $\sqrt{\frac{2}{gL\tan\theta}}$

⑤ $\sqrt{\frac{1}{gL\tan\theta}}$ ⑥ $2gL\tan\theta$ ⑦ $2\sqrt{gL\tan\theta}$ ⑧ $2\sqrt{\frac{1}{gL\tan\theta}}$

⑨ $\sqrt{\frac{gL\tan\theta}{2}}$

Ⅲ 図3のように、水平面のな

めらかな部分の長さを $\frac{NL}{2}$,

あらい部分の長さを $\frac{NL}{2}$ と

し、ばねを縮める長さを Nx_1

とした。ただし、 $N > 1$ とす

る。 k 、 μ' および θ はⅡと変わらないものとし、斜面はなめらかなまとする。質量 m_1 の小物体を射出したところ、Ⅱの点Pの N 倍の高さとなる点Qが最高到達点となった。

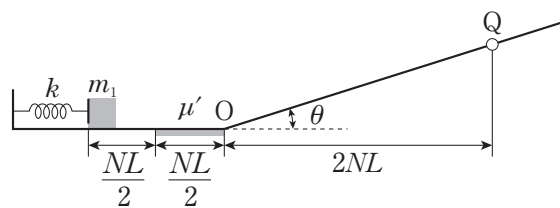


図3

問8 このときの質量比 $\frac{m_1}{m}$ を求めよ。最も適切なものを①～⑨から1つ選んで答えなさい。

- ① $\frac{N}{2}$ ② $\frac{N}{4}$ ③ $\sqrt{N}$ ④ $2N$ ⑤ N
- ⑥ NL ⑦ $\frac{NL}{2}$ ⑧ $\frac{\sqrt{NL}}{2}$ ⑨ $\sqrt{NL}$

問9 小物体が点Oに達した直後の速さを v_2 とする。 v_2 と問7で求めた v_1 との比 $\frac{v_2}{v_1}$ を求めよ。最も適切なものを①～⑨から1つ選んで答えなさい。

- ① $\frac{N}{2}$ ② $\frac{N}{4}$ ③ $\sqrt{N}$ ④ $2N$ ⑤ N
- ⑥ NL ⑦ $\frac{NL}{2}$ ⑧ $\frac{\sqrt{NL}}{2}$ ⑨ $\sqrt{NL}$

- 3 20 g の銅でできた弾丸が，速さ 40 m/s で 0℃ の固めた雪の中に打ち込まれて静止した。雪の融解熱を $3.3 \times 10^2 \text{ J/g}$ ，銅の比熱を $0.38 \text{ J/(g} \cdot \text{K)}$ ，弾丸が雪に当たるときの温度を 200℃ とし，弾丸の運動エネルギーはすべて熱として雪に与えられ，解けた雪は 0℃ の水になると仮定する。以下の問 10 に答えなさい。

問 10 何 g の雪が解けるか。最も適切なものを次の①～⑨から 1 つ選んで答えなさい。

- ① 0.30 ② 0.47 ③ 0.60 ④ 3.0 ⑤ 4.7
⑥ 6.0 ⑦ 30 ⑧ 47 ⑨ 60

- 4 温度 10°C の液体 A と 40°C の液体 B がそれぞれ別の断熱容器に入れてある。この他に固体 C を用意する。A, B, C の質量はすべて同じとし、また A の比熱を $4.0 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ とする。以下の問 11～問 12 に答えなさい。

I 液体 A に、 100°C に加熱された固体 C を入れ、しばらく放置したところ、 25°C になった。

問 11 固体 C の比熱は何 $\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ か。最も適切なものを①～⑨から 1 つ選んで答えなさい。

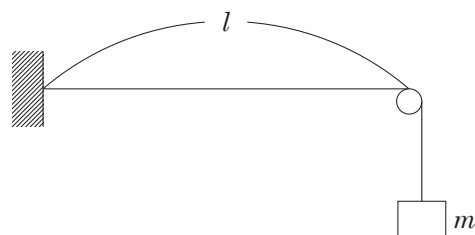
- ① 0.55 ② 0.60 ③ 0.65 ④ 0.70 ⑤ 0.75
⑥ 0.80 ⑦ 0.85 ⑧ 0.90 ⑨ 1.0

II 次に、固体 C を入れた 25°C の液体 A に液体 B を混ぜ、しばらく放置したところ、 30°C になった。

問 12 液体 B の比熱は何 $\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ か。最も適切なものを①～⑨から 1 つ選んで答えなさい。

- ① 1.8 ② 2.0 ③ 2.2 ④ 2.4 ⑤ 2.6
⑥ 2.8 ⑦ 3.0 ⑧ 3.2 ⑨ 3.4

- 5 金属線を用いて、図のように一端を壁に固定し、他端には滑車を通して質量 m のおもりを付ける。壁と滑車の間の距離は l である。壁と滑車の間に張られた弦の適切な位置を指ではじく



と 3 個の腹のある定在波ができて、振動数は f であった。金属線の質量はおもりと比べて十分小さいので無視できるものとし、重力加速度の大きさを g として、以下の問 13～問 15 に答えなさい。ただし、弦を伝わる横波の速さ v は、弦を引く力 S と弦の線密度（単位長さあたりの質量） ρ を用いて、 $v = \sqrt{\frac{S}{\rho}}$ と表すことができる。

問 13 弦を伝わる波の波長を求めよ。最も適切なものを①～⑧から 1 つ選んで答えなさい。

- ① $\frac{1}{3}l$ ② $\frac{1}{2}l$ ③ $\frac{2}{3}l$ ④ l
 ⑤ $\frac{4}{3}l$ ⑥ $\frac{3}{2}l$ ⑦ $2l$ ⑧ $3l$

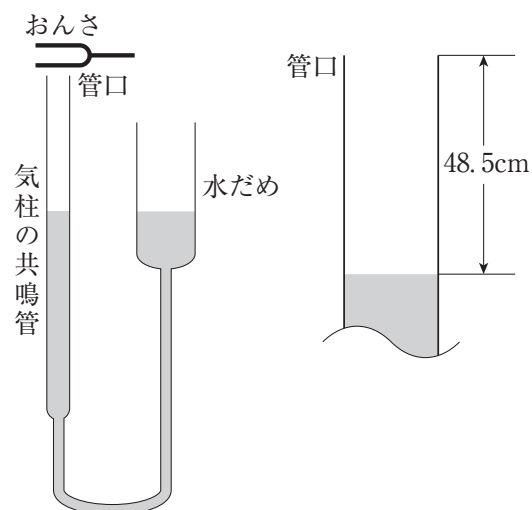
問 14 金属線の線密度を求めよ。最も適切なものを①～⑧から 1 つ選んで答えなさい。

- ① $\frac{2mg}{3fl}$ ② $\frac{3mg}{2fl}$ ③ $\frac{4mg}{9fl}$ ④ $\frac{9mg}{4fl}$
 ⑤ $\frac{2mg}{3f^2l^2}$ ⑥ $\frac{3mg}{2f^2l^2}$ ⑦ $\frac{4mg}{9f^2l^2}$ ⑧ $\frac{9mg}{4f^2l^2}$

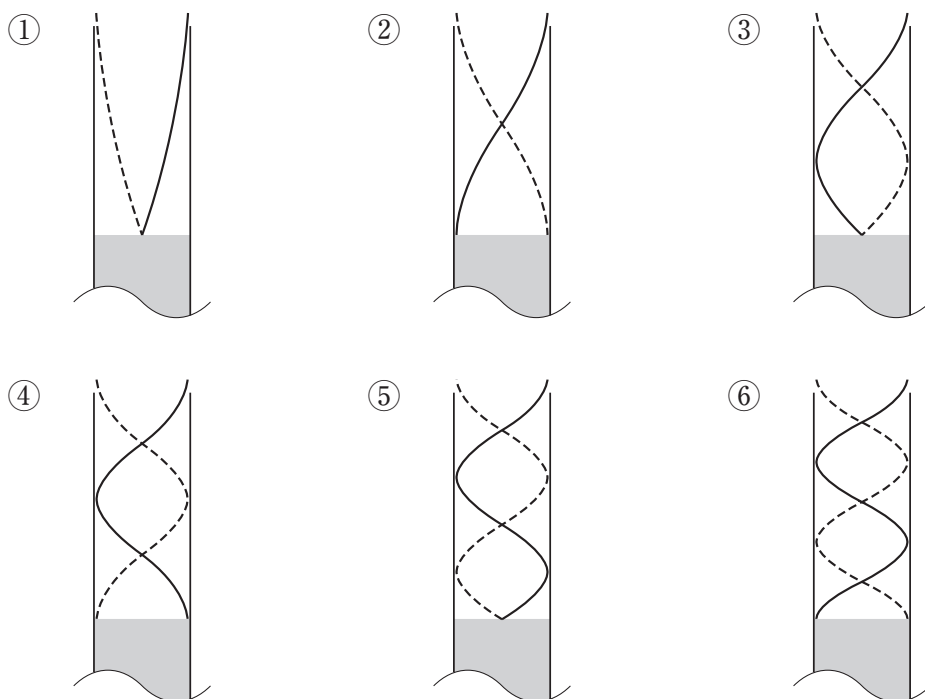
問 15 おもりの質量を変えたら腹の数が 1 つになったが、振動数は f のままであった。このときのおもりの質量を求めよ。最も適切なものを①～⑧から 1 つ選んで答えなさい。

- ① $2m$ ② $3m$ ③ $4m$ ④ $5m$
 ⑤ $6m$ ⑥ $7m$ ⑦ $8m$ ⑧ $9m$

- 6 図に示す気柱の共鳴管は、水だめを上下させることでガラス管の水面の位置を変えることができる。管口付近でおんさ（振動数 521Hz）を鳴らしたところ、管口から水面までの距離が $L_1 = 15.5$ cm、次に $L_2 = 48.5$ cm のときにそれぞれ気柱が共鳴した。以下の問 16～問 19 に答えなさい。



- 問 16 ガラス管内の水面が管口から 48.5cm にあるとき気柱内の音波の振動の様子を図示したものとして、最も適切なものを①～⑥から 1 つ選んで答えなさい。



- 問 17 開口端補正は何 cm か。最も適切なものを①～⑧から 1 つ選んで答えなさい。

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① 0.5 | ② 1.0 | ③ 1.5 | ④ 2.0 |
| ⑤ 2.5 | ⑥ 3.0 | ⑦ 3.5 | ⑧ 4.0 |

問 18 音波の波長は何 cm か。最も適切なものを①～⑧から 1 つ選んで答えなさい。

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| ① 1.65 | ② 3.30 | ③ 6.60 | ④ 13.2 |
| ⑤ 16.5 | ⑥ 33.0 | ⑦ 66.0 | ⑧ 132 |

問 19 この実験における音速は何 m/s か。最も適切なものを①～⑧から 1 つ選んで答えなさい。

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① 340 | ② 341 | ③ 342 | ④ 343 |
| ⑤ 344 | ⑥ 345 | ⑦ 346 | ⑧ 347 |

- 7 抵抗値 $R_1[\Omega]$, $R_2[\Omega]$, $R_3[\Omega]$ の 3 つの抵抗がある。以下の問 20～問 23 に答えなさい。

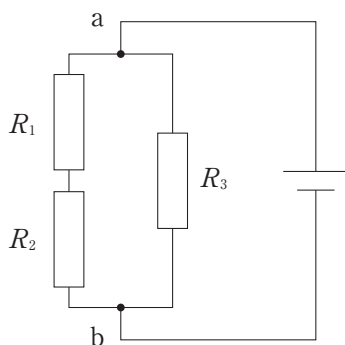
問 20 これらの抵抗を直列に接続した場合の合成抵抗を求めよ。最も適切なものを①～⑨から 1 つ選んで答えなさい。

- | | |
|---|---|
| ① $\frac{R_1 R_2 + R_2 R_3}{R_1 R_3}$ | ② $\frac{1}{R_1 R_2 R_3}$ |
| ③ $R_1 + R_2 + R_3$ | ④ $\frac{R_1 R_2 R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$ |
| ⑤ $\frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_1 R_3}{R_1 R_2 R_3}$ | ⑥ $\frac{R_1 R_2 R_3}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_1 R_3}$ |
| ⑦ $R_1 R_2 R_3$ | ⑧ $\frac{R_1 + R_2 + R_3}{3}$ |
| ⑨ $\frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_1 R_2 R_3}$ | |

問 21 これらの抵抗を並列に接続した場合の合成抵抗を求めよ。最も適切なものを①～⑨から 1 つ選んで答えなさい。

- | | |
|---|---|
| ① $\frac{R_1 R_2 + R_2 R_3}{R_1 R_3}$ | ② $\frac{1}{R_1 R_2 R_3}$ |
| ③ $R_1 + R_2 + R_3$ | ④ $\frac{R_1 R_2 R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$ |
| ⑤ $\frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_1 R_3}{R_1 R_2 R_3}$ | ⑥ $\frac{R_1 R_2 R_3}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_1 R_3}$ |
| ⑦ $R_1 R_2 R_3$ | ⑧ $\frac{R_1 + R_2 + R_3}{3}$ |
| ⑨ $\frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_1 R_2 R_3}$ | |

図のように，3つの抵抗を接続する。



問 22 図の ab 間の合成抵抗を求めよ。最も適切なものを①～⑨から 1 つ選んで答えなさい。

- | | |
|---|---|
| ① $\frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_3}$ | ② $\frac{R_1 + R_2}{R_3}$ |
| ③ $\frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} + R_3$ | ④ $\frac{R_1 R_3 + R_2 R_3 + 1}{R_3}$ |
| ⑤ $\frac{1}{(R_1 + R_2) R_3}$ | ⑥ $\frac{R_1 R_2 R_3}{(R_1 + R_2) R_3}$ |
| ⑦ $\frac{(R_1 + R_2) R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$ | ⑧ $\frac{R_1 + R_2 + R_3}{(R_1 + R_2) R_3}$ |
| ⑨ $(R_1 + R_2) R_3$ | |

問 23 図の回路に大きさ I [A] の電流が 1 秒流れるとき，3つの抵抗で発生するジュール熱の和を求めよ。最も適切なものを①～⑨から 1 つ選んで答えなさい。

- | | | |
|---|---|---|
| ① $\frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_3} I$ | ② $\frac{R_1 + R_2}{R_3} I^2$ | ③ $\frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_1 R_2 R_3} I^2$ |
| ④ $\frac{R_1 R_3 + R_2 R_3 + 1}{R_3} I$ | ⑤ $\frac{(R_1 + R_2) R_3}{R_1 + R_2 + R_3} I$ | ⑥ $\frac{(R_1 + R_2) R_3}{R_1 + R_2 + R_3} I^2$ |
| ⑦ $\frac{R_1 + R_2 + R_3}{(R_1 + R_2) R_3} I^2$ | ⑧ $\frac{R_1 + R_2 + R_3}{(R_1 + R_2) R_3} I$ | ⑨ $\frac{R_1 R_2 R_3}{(R_1 + R_2) R_3} I^2$ |

- 8 石油 1.0kg を燃やすと $4.2 \times 10^7 \text{J}$ のエネルギーが得られるとして、以下の問 24～問 25 に答えなさい。

問 24 1.0g のウラン ^{235}U がすべて核分裂したときに生じるエネルギーは $8.2 \times 10^{10} \text{J}$ であると言われる。石油を燃やしてこれと同じ量のエネルギーを得るには何 kg の石油が必要か。最も適切なものを①～⑨から 1 つ選んで答えなさい。

- ① 1.0×10^2 ② 2.0×10^2 ③ 4.0×10^2 ④ 1.0×10^3
⑤ 2.0×10^3 ⑥ 4.0×10^3 ⑦ 1.0×10^4 ⑧ 2.0×10^4
⑨ 4.0×10^4

問 25 太陽の中心部で起こっている核融合では、1.0g の水素原子核から $6.5 \times 10^{11} \text{J}$ のエネルギーが生じると言われる。石油を燃やしてこれと同じ量のエネルギーを得るには、何 kg の石油が必要か。最も適切なものを①～⑨から 1 つ選んで答えなさい。

- ① 1.2×10^2 ② 1.5×10^2 ③ 1.8×10^2 ④ 1.2×10^3
⑤ 1.5×10^3 ⑥ 1.8×10^3 ⑦ 1.2×10^4 ⑧ 1.5×10^4
⑨ 1.8×10^4