

## 物理基礎 (その1)

**第1問** 以下の問い(問1～問3)に答えよ。ただし、数値は有効数字2桁で、必要な場合には単位をつけること。

**問1** 図1のように、水平から角度 $\theta$ 傾いたあらい斜面上で質量 $10\text{ kg}$ の小物体に軽くて伸び縮みしない糸を取りつけ、小物体を斜面の最大傾斜方向に沿って一定の速さで引き上げた。糸は斜面に対して常に平行であるものとする。このとき、糸の張力の大きさを求めよ。ただし、重力加速度の大きさを $9.8\text{ m/s}^2$ 、小物体と斜面との間の動摩擦係数を $0.50$ とし、 $\theta$ は $\sin\theta = 0.80$ を満たす角度とする。

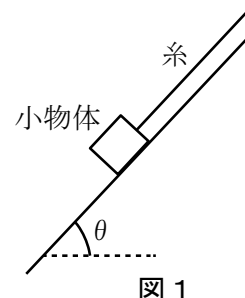


図1

**問2**  $20\ \Omega$ の抵抗の両端に電圧 $100\text{ V}$ を1分間加えたとき、抵抗で消費される電力量を求めよ。

**問3** 熱容量 $330\text{ J/K}$ の容器に $100\text{ g}$ の水を入れ、全体が $17^\circ\text{C}$ で一定になってから、しばらく電熱線で加熱した。電熱線での加熱を停止し、しばらくして温度を測ると、全体の温度が $60^\circ\text{C}$ であった。電熱線で与えた熱量を求めよ。ただし、電熱線で与えた熱量はすべて水と容器が受け取るものとし、それ以外に水と容器に出入りする熱量はないものとする。また、水の比熱を $4.2\text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ とする。

## 物理基礎 (その2)

### 第2問 以下の問い(問1～問6)に答えよ。

図2のように、天井から糸でつるされたなめらかに回転する軽い滑車に糸 $\alpha$ をかけ、糸 $\alpha$ の両端に質量がともに $m$ のおもりA, Bをつけ、Bの下に長さ $L$ の糸 $\beta$ で質量 $4m$ のおもりCをつるす。

はじめ、Cの床からの高さが $H$ となるようにAを手で支えておき、時刻 $t = 0$ で静かにAをはなした。その後、Cは床に到達した。糸 $\alpha$ ,  $\beta$ はともに軽くて伸び縮みしないものとし、重力加速度の大きさを $g$ とする。

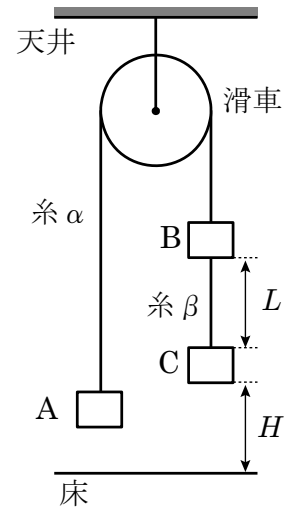


図2

問1  $t = 0$ でAをはなした後、Cが床に到達するまでの間の、おもりCの加速度の大きさを求めよ。

問2 Cが床に到達する時刻を求めよ。

問3 床に到達する直前のCの速さを求めよ。

問4  $t = 0$ からCが床に到達するまでの間に糸 $\beta$ の張力がCに対してした仕事を求めよ。答えを求める過程も記述すること。

Cは床に到達した後、はね返ることなく床上で静止した。Cが床に到達した後、A, Bは運動を続け、BはCと衝突しC上で静止した。その後はAのみが運動を続け、ある時刻にAは最高点に達した。ただし、たるんだ糸はA, Bの運動に影響を与えないものとする。また、Aの運動中、Aは滑車にぶつかることはないものとする。

問5 床に到達する直前のCの速さを $v$ とする。Cが床に到達してから、BがCと衝突するまでの時間を $L$ ,  $v$ を使って表せ。

問6  $t = 0$ からAが最高点に到達するまでにAが移動した距離を $v$ を使わずに $H$ ,  $L$ を使って表せ。

# 物理基礎 (その3)

## 第3問 以下の問い(問1～問5)に答えよ。

図3のように、単位長さあたりの質量(線密度)の異なる2本の弦をつないだ弦ABCを水平に張り、端点Aは水平面上に固定した振動装置につなぎ、端点Cには滑車を通しておもりを鉛直につり下げた。

弦ABCのAB部分の線密度はBC部分の線密度の4倍である。振動装置を作動させ、弦ABCに垂直な方向に振動数 $f$ の振動を与えたところ、弦ABCには点A、B、Cを節とする定在波(定常波)が生じた。このとき、AB部分には腹が2個、BC部分には腹が4個生じていた。AB部分の長さを $L_1$ 、BC部分の長さを $L_2$ とする。AB部分とBC部分は同じ振動数で振動しているが、弦を伝わる波の速さは異なっている。

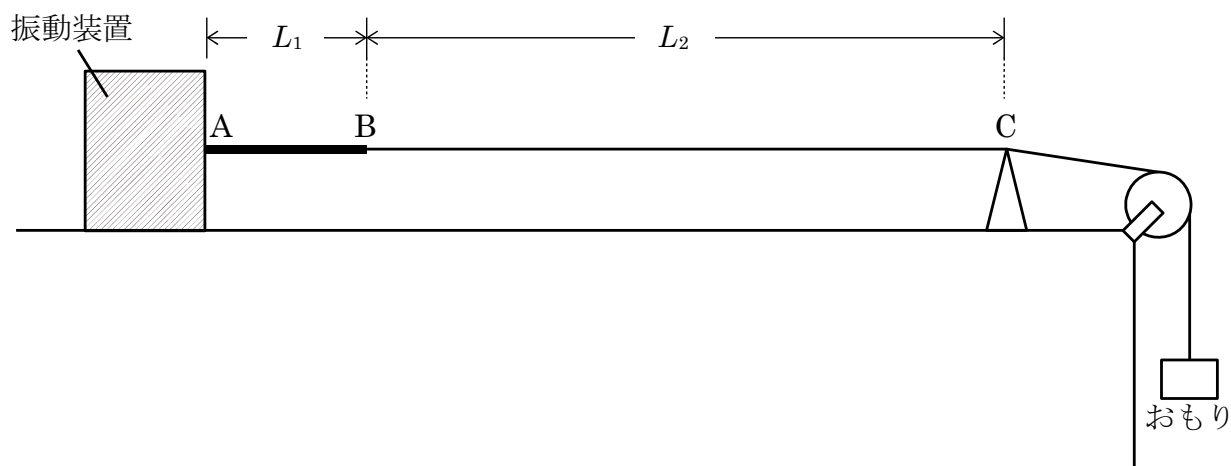


図3

問1 AB部分に生じている定在波の波長を $\lambda_1$ 、BC部分に生じている定在波の波長を $\lambda_2$ とする。

$\frac{\lambda_2}{\lambda_1}$ を $L_1$ 、 $L_2$ を使って表せ。

問2 AB部分を伝わる波の速さを $v_1$ 、BC部分を伝わる波の速さを $v_2$ とする。 $\frac{v_2}{v_1}$ を $L_1$ 、 $L_2$ を使って表せ。

問3 線密度 $\rho$ 、張力の大きさ $T$ の弦を伝わる波の速さ $v$ は $v = \sqrt{\frac{T}{\rho}}$ で表されることが知られている。 $\frac{L_2}{L_1}$ はいくらか。数値で答えよ。

## 物理基礎 (その4)

弦の線密度と弦にはたらく張力の大きさはそのまま、弦 ABC に与える振動の振動数を  $F$  に変えたところ、点 A, B, C を節とし、AB 部分に腹が 3 個ある定在波が生じた。

問4 このとき BC 部分に生じている腹の個数はいくつか。数値で答えよ。

問5  $F$  は  $f$  の何倍か。数値で答えよ。

## 物理基礎 (その5)

### 第4問 以下の問い(問1～問5)に答えよ。

図4のような、変圧器を用いた電気回路がある。一次コイルの巻数は  $N_0$  である。二次コイル側には、抵抗値  $R$  の抵抗  $R_1$  と抵抗値  $2R$  の抵抗  $R_2$  が直列に接続されている。一次コイルに  $V_0$  の電圧を加えたところ、二次コイルに  $3V_0$  の電圧が生じた。ただし電圧と電流は、ともに交流の実効値を表すものとする。また、導線の抵抗、および変圧器での電力の損失は無視できるものとする。

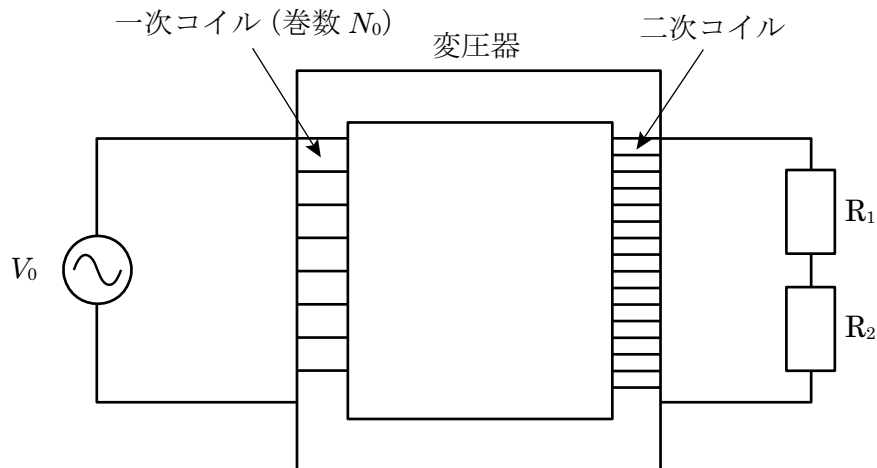


図4

- 問1 二次コイルの巻数を求めよ。
- 問2 二次コイルに流れる電流を求めよ。
- 問3 抵抗  $R_1$  の両端の電圧を求めよ。
- 問4 抵抗  $R_2$  で消費される電力を求めよ。
- 問5 一次コイルに流れる電流を求めよ。