

(問題 1)

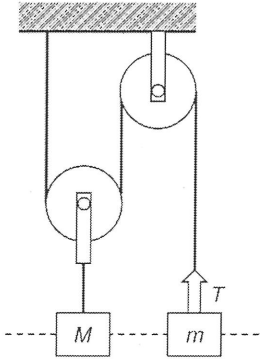


図 1-1

図 1-1 のように、天井に固定された滑車と動滑車を介して質量  $M$  と  $m$  の物体がロープで接続されている。滑車における質量と摩擦は無視できる。ロープの質量は無視でき、伸び縮みしないものとする。ロープの張力を  $T$ 、重力加速度の大きさを  $g$  とする。空気抵抗は考慮しない。

それぞれの物体の高さが同じになるように支えた後、静かに支えを解除したところ、質量  $m$  の物体が  $h$  落下し、質量  $M$  の物体が持ち上げられた(図 1-2)。

- (1) 質量  $M$  の物体について、位置エネルギーの変化量  $\Delta U$  を表しなさい。

(1)

$$\Delta U = \frac{1}{2} Mgh$$

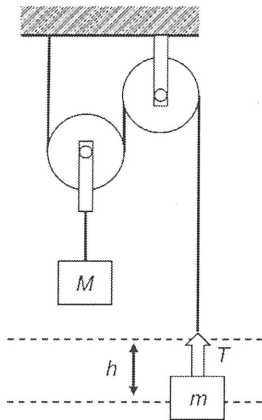


図 1-2

- (2) このときの質量  $M$  の物体の速度を  $v$  とする。質量  $M$  の運動エネルギーの変化量  $\Delta K$  を表しなさい。

(2)

$$\Delta K = \frac{1}{2} Mv^2$$

- (3) 質量  $M$  の物体の加速度を  $a$ 、質量  $m$  の物体の加速度を  $a'$  とするとき、それぞれについて運動方程式を表しなさい。

- (3) 質量  $M$  の物体についての運動方程式

$$Ma = 2T - Mg$$

- 質量  $m$  の物体についての運動方程式

$$ma' = mg - T$$

- (4) 加速度  $a$  および張力  $T$  を記号  $M, m, g$  を用いて表しなさい。

(4)

$$a = \frac{2m - M}{M + 4m} g, \quad T = \frac{3M}{M + 4m} mg$$

- (5) 質量  $M$  の物体の速度  $v$  を表しなさい。また、速度  $v$  に達するまでの時間  $t$  を表しなさい。

力学的エネルギー保存則より、

$$0 = Mg \cdot \frac{h}{2} + \frac{1}{2} Mv^2 - mgh + \frac{1}{2} m(2v)^2$$

等加速度直線運動の式より、

$$h = 0 \cdot t + \frac{1}{2} at^2$$

(5)

$$v = \sqrt{\frac{2m - M}{M + 4m} gh}, \quad t = \sqrt{\frac{2(M + 4m)h}{(2m - M)g}}$$

(問題 2)

図 2-1 に示すように、起電力  $E$  の電池、抵抗値  $R$  の抵抗 1 および 2、直流電流計、端子 a および b からの回路がある。電池および直流電流計の内部抵抗は無視できるとする。はじめ、端子 a-b 間には何も接続されていない。

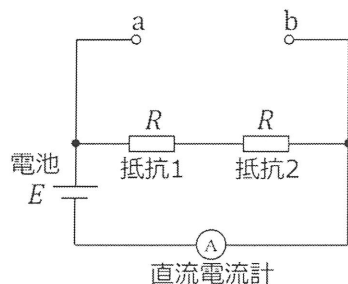


図 2-1

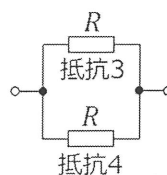


図 2-2

(1) 直流電流計に流れる電流を求めなさい。

(1)

$$\frac{E}{2R}$$

(2) 抵抗 1 に加わる電圧を求めなさい。

(2)

$$\frac{E}{2}$$

次に、端子 a-b 間に図 2-2 に示す回路を接続した。抵抗 3 および 4 の抵抗値はどちらも  $R$  である。

(3) 直流電流計に流れる電流を求めなさい。

(3)

$$\frac{5E}{2R}$$

(4) 抵抗 1 に加わる電圧を求めなさい。

(4)

$$\frac{E}{2}$$

(5) 抵抗 3 で消費される電力は、抵抗 1 で消費される電力の何倍になるか求めなさい。

(5)

4 倍

(問題 3)

図 3 の実線は  $x$  軸上を正の方向に伝わる波の時刻  $t = 0$  での波形である。 $t = 0.1$  秒にはじめて破線の波形になった。波の振幅は  $0.5 \text{ m}$  である。

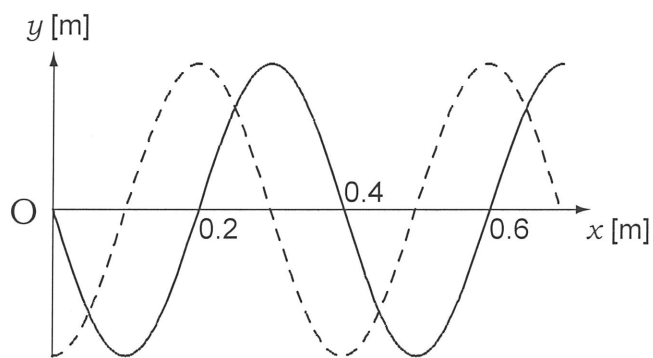


図 3

(1) この波の波長を答えなさい。

(1)

0.4 m

(2) この波の速さを答えなさい。

(2)

3 m / s

(3) この波の振動数を答えなさい。

(3)

7.5 Hz

(4)  $x = 0$  での波の振動を表す式を答えなさい。

(4)

$y = 0.5 \sin 15\pi t$