

**物理基礎・物理**

## 問題 1

(1)

物体にはたらく重力は斜面方向と斜面に対して垂直な向きの力に分解されるため、求める垂直抗力は

$$mg \cos \theta$$

答  $mg \cos \theta$ 

(2)

地点 A と地点 B の間の動摩擦係数は  $\mu_1$  であるから、求める動摩擦力は

$$\mu_1 mg \cos \theta$$

答  $\mu_1 mg \cos \theta$

(3)

地点 B と地点 C の間では、重力の斜面方向の力と動摩擦力がつりあうことから、等速度運動をする。地点 B と地点 C の間の動摩擦係数を  $\mu_2$  とすると、

$$mg \sin \theta = \mu_2 mg \cos \theta$$

$$\mu_2 = \frac{\sin \theta}{\cos \theta} = \tan \theta$$

答  $\tan \theta$ 

(4)

地点 C と地点 B では同じ速さであり、地点 A と地点 B の間で物体は、斜面方向に距離  $L$  だけ重力による仕事と動摩擦力による仕事をされることから、地点 B での速さを  $v_B$  とすると

$$\frac{1}{2} m v_B^2 = mgL \sin \theta - \mu_1 mgL \cos \theta$$

$$v_B^2 = 2gL(\sin \theta - \mu_1 \cos \theta)$$

$$v_B = \sqrt{2gL(\sin \theta - \mu_1 \cos \theta)}$$

答  $\sqrt{2gL(\sin \theta - \mu_1 \cos \theta)}$

(5)

地点 C と地点 D の間で物体は、斜面方向に距離  $2L$  だけ重力による仕事と動摩擦力による仕事をされ、地点 D で停止する。したがって、地点 C と地点 D の間の運動エネルギーの変化量は、地点 C と地点 D の間の重力による仕事と動摩擦力による負の仕事の和と等しい。

したがって、地点 C と地点 D の間の動摩擦係数を  $\mu_3$  とすると、

$$0 - \frac{1}{2}mv_B^2 = mg2L \sin \theta - \mu_3 mg2L \cos \theta$$

(4)の解より

$$v_B = \sqrt{2gL(\sin \theta - \mu_1 \cos \theta)}$$

であるので、

$$-\frac{1}{2}m2gL(\sin \theta - \mu_1 \cos \theta) = mg2L \sin \theta - \mu_3 mg2L \cos \theta$$

$$\mu_3 mg2L \cos \theta = \frac{1}{2}m2gL(\sin \theta - \mu_1 \cos \theta) + mg2L \sin \theta$$

$$\mu_3 \cos \theta = \frac{1}{2}(\sin \theta - \mu_1 \cos \theta) + \sin \theta$$

$$\mu_3 = \frac{1}{2} \left( \frac{\sin \theta}{\cos \theta} - \mu_1 \right) + \frac{\sin \theta}{\cos \theta} = \frac{1}{2} (3 \tan \theta - \mu_1)$$

答  $\frac{1}{2} (3 \tan \theta - \mu_1)$

**物理基礎・物理**

## 問題 2

(1)

電熱線によって発生した熱量は

$$100 \times 200 = 2.00 \times 10^4 \text{ J}$$

答.  $2.00 \times 10^4 \text{ J}$ 

(2)

水の温度を上昇させた熱量は

$$50.0 \times 4.20 \times (70.0 - 20.0) = 1.05 \times 10^4 \text{ J}$$

答.  $1.05 \times 10^4 \text{ J}$ 

(3)

(1) - (2) が銅製容器の温度上昇に使われた熱量になる

$$2.00 \times 10^4 - 1.05 \times 10^4 = 9.50 \times 10^3 \text{ J}$$

答.  $9.50 \times 10^3 \text{ J}$

(4)

銅製の容器の熱容量を  $C_1$  とすると

$$C_1 \times 50 = 9.5 \times 10^3$$

$$C_1 = 190 \text{ J/K}$$

答.  $1.90 \times 10^2 \text{ J/K}$

(5)

水の熱容量は

$$4.20 \times 100 = 420 \text{ J/K}$$

銅製の容器の熱容量は (4) から  $190 \text{ J/K}$

よって水と銅製の容器の温度上昇に使われた熱量は

$$(420 + 190) \times (50.0 - 20.0) = 1.83 \times 10^4 \text{ J}$$

答.  $1.83 \times 10^4 \text{ J}$

(6)

電熱線によって発生した熱量から (5) を引いたものが金属の温度を上昇させる熱量となるから

$$\begin{aligned} & 100 \times 200 - 1.83 \times 10^4 \\ &= 2.00 \times 10^4 - 1.83 \times 10^4 \\ &= 1.7 \times 10^3 \text{ J} \end{aligned}$$

答.  $1.70 \times 10^3 \text{ J}$

(7)

金属試料の熱容量を  $C_2$  とすると

$$C_2 \times 30 = 1.7 \times 10^3$$

$$C_2 = 56.66 \dots \text{J/K}$$

答. 56.7 J/K

(8)

比熱 :

金属試料の比熱を  $c$  とすると

$$63 \times c = 56.7$$

$$c = 0.900 \text{ J/(g} \cdot \text{K)}$$

答. 0.900 J/(g · K)

---

金属試料とその理由 :

この比熱に最も近い金属はアルミニウム

答. アルミニウム

## 物理基礎・物理

### 問題 3

(1)

ア	縦波	イ	横波
ウ	疎密波	エ	波源
オ	正弦波	カ	波形
キ	波長		

(2)

液体や気体では、横波が伝わる方向に垂直な平面上で**媒質が変位**しても**復元力**がはたらかず、振動が伝わらない。

(3)

空気中を伝わる音の速さは、気温が高いほど大きくなる。上空へ行くほど気温が高い場合は、地表付近に比べて上空の方が音は速く伝わる。そのとき、音は上空から地表面に向かって屈折して進むことになるため、遠くの音が届きやすくなる。

(4)

太陽光には様々な波長の可視光線が含まれており、異なる色の光が混じっている。夕方は太陽光が大気中を通る距離が長いいため気体分子による散乱の影響が大きく、波長が短い光ほど散乱されやすいため、可視光線で波長が最も長い赤い光がより多く届く。

(5)

発射した電波と受信した電波とで振動数が異なる場合、ドップラー効果の原理から電波が伝わる方向の降水粒子の速度が求められる。それにより降水粒子が水平方向に流される速さ、すなわち気流の速さが推測できる。



**物理基礎・物理**

## 問題 4

(1)

送電線に流れる電流を  $I$  とすると、 $P = IV$  より

$$I = \frac{P}{V}$$

送電線で失われる電力を  $p$  とすると

$$p = I^2 r = \frac{P^2}{V^2} r$$

答  $\frac{P^2}{V^2} r$

(2)

(1)より、電圧が 100 倍になれば  $p$  は  $\frac{1}{100^2}$  になる

答  $\frac{1}{10000}$  倍

(3)

(1)より、送電線で失われる電力  $p$  は

$$p = \frac{P^2}{V^2} r$$

送電した電力  $P$  に対する、送電線で失われる電力  $p$  の割合は

$$\begin{aligned} \frac{p}{P} &= \frac{rP}{V^2} \\ &= \frac{30 \times 60 \times 10^6}{(1.5 \times 10^5)^2} \\ &= \frac{30 \times 60 \times 10^6}{15 \times 15 \times 10^8} \\ &= 0.08 \end{aligned}$$

答 8%

(4)

一次コイルと二次コイルの電圧の実効値をそれぞれ  $V_1$ ,  $V_2$  とし、巻数を  $N_1$ ,  $N_2$  とする。変圧器の鉄心を通る磁束を  $\Phi$  とすると、

$$V_1 = -N_1 \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}, \quad V_2 = -N_2 \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

鉄心の中の磁束はどの場所でも同じであるので

$$V_1 : V_2 = N_1 : N_2$$

$$\frac{120}{6.0 \times 10^3} = 0.02$$

答 0.02 倍

(5)

鉄心の内部を通る磁束が外部に漏れないとすると、磁束やその変化は双方のコイルに共通であるから

$$V_1 = -N_1 \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}, \quad V_2 = -N_2 \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

となり、 $V_1$  による  $V_2$  の誘導起電力は同位相で発生する。

答 60 Hz