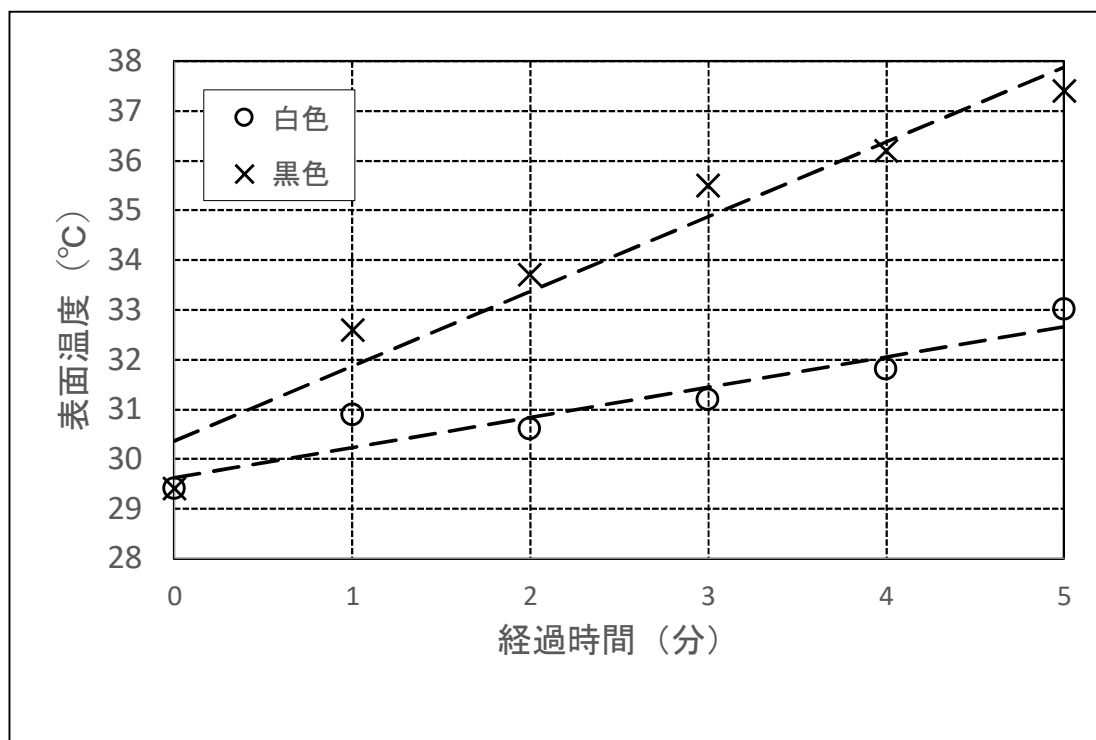


# 物理基礎・物理

## 問題 1

(1)



(2)

ア	赤外線	イ	吸収
ウ	熱		

(3)

日射に含まれる可視光線の多くが積雪の表面付近で乱反射されていることが原因である。

(4)

題意において、 $1 \text{ m}^2$ の屋根に積もっている雪の体積を  $\text{cm}^3$  単位で表すと

$$(1 \times 10^2) \times (1 \times 10^2) \times 10 = 1.0 \times 10^5 \text{ cm}^3$$

であり、その密度が  $0.15 \text{ g/cm}^3$  であるから質量は

$$(1.0 \times 10^5) \times 0.15 = 1.5 \times 10^4 \text{ g} = 15 \text{ kg}$$

となる。

屋根が受ける  $1 \text{ m}^2$  あたりの力の大きさを求めるには、この質量に重力加速度をかけて求める。したがって

$$15 \times 9.8 = 1.47 \times 10^2 \text{ N}$$

である。

答  $1.5 \times 10^2 \text{ N}$

(5)

(4)より、 $1 \text{ m}^2$ の屋根に積もっている雪の質量が  $1.5 \times 10^4 \text{ g}$  であるから、それをとくすのに必要な熱量は

$$(1.5 \times 10^4) \times (3.3 \times 10^2) = 4.95 \times 10^6 \text{ J}$$

である。

答  $5.0 \times 10^6 \text{ J}$

# 物理基礎・物理

## 問題 2

(1)

物体 A にはたらく斜面からの垂直抗力の大きさを  $N$  とすると、慣性力を考えて、斜面に垂直な方向のつり合いの式は

$$N = Mg \cos \theta - Ma \sin \theta \quad \text{--- ①}$$

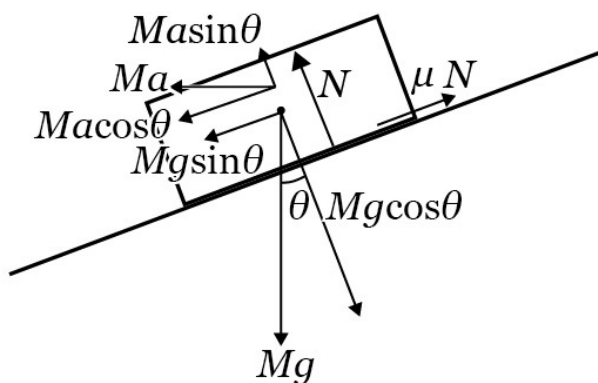
慣性力と重力の斜面方向成分の和が最大静止摩擦力と等しくなった瞬間に動き出したと考えると、斜面方向のつり合いの式は

$$Mg \sin \theta + Ma \cos \theta = \mu N$$

式①より、

$$g \sin \theta + a \cos \theta = \mu(g \cos \theta - a \sin \theta)$$

$$\mu = \frac{g \sin \theta + a \cos \theta}{g \cos \theta - a \sin \theta}$$



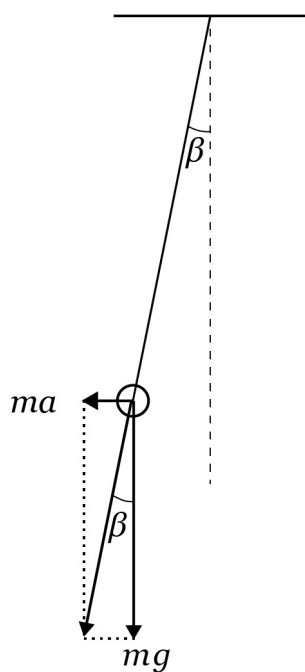
答  $\mu = \frac{g \sin \theta + a \cos \theta}{g \cos \theta - a \sin \theta}$

(2)

加速度  $a$  で移動中の電車の中の物体  $B$  には水平方向左向きに慣性力  $ma$  が、垂直方向に  $mg$  がはたらき、その合力（みかけの重力）の向きは糸の張力の向きに一致するので、

$$\frac{ma}{mg} = \tan \beta$$

$$a = g \tan \beta$$

答  $a = g \tan \beta$ 

(3)

(2) より、糸の張力  $F$  は物体 B にはたらく慣性力  $-ma$  と重力  $mg$  の合力とつりあっているので、

$$F - \sqrt{m^2 a^2 + m^2 g^2} = 0$$

$$F = m\sqrt{a^2 + g^2}$$

答  $F = m\sqrt{a^2 + g^2}$

(4)

物体 A の斜面に対する斜面下向き方向の加速度を  $a'$  とおくと、運動方程式より、

$$Ma' = Mg \sin \theta + Ma \cos \theta - \mu' N$$

(1)の式①より、 $N = Mg \cos \theta - Ma \sin \theta$  なので

$$a' = (\sin \theta - \mu' \cos \theta)g + (\cos \theta + \mu' \sin \theta)a$$

求める距離を  $d$  とすると、

$$d = \frac{1}{2} a' t^2 = \frac{1}{2} \{g(\sin \theta - \mu' \cos \theta) + a(\cos \theta + \mu' \sin \theta)\} t^2$$

答  $\frac{1}{2} \{g(\sin \theta - \mu' \cos \theta) + a(\cos \theta + \mu' \sin \theta)\} t^2$

(5)

糸と鉛直線のなす角の最大値  $\beta$  が小さい単振り子での最大変位  $x$  は

$$x = L \sin\beta$$

である。

物体 B の復元力  $F'$  は重力の運動方向の成分なので、

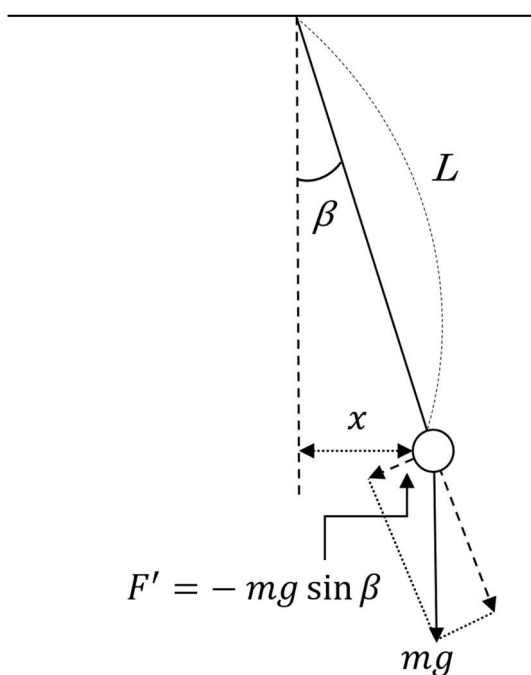
$$F' = -mg \sin\beta = -\frac{mg}{L}x$$

と書くことができる。

$\frac{mg}{L}$  は正の定数なので、単振動の式より

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

答  $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$



※ 上記のほか、単振り子の周期に関する公式から直接求めてもよい。

物理基礎・物理
---------

## 問題 3

(1)	ア	直流
	イ	アンペア (A)
	ウ	$\frac{Q}{t}$ [A]

(2)	PB 間 :  $\rho \frac{d}{S} [\Omega]$ <hr/> BQ 間 :  $\rho \frac{L-d}{S} [\Omega]$
-----	---

(3)	(エ) :  $\rho \frac{d}{S} I$ <hr/> (オ) :  $\rho \frac{L-d}{S} I$
-----	---

(4)

(3)より

$$R \cdot i = \rho \frac{d}{s} I \cdots \textcircled{1} \quad Rx \cdot i = \rho \frac{L-d}{s} I \cdots \textcircled{2}$$

②÷①より

$$\frac{Rx}{R} = \frac{L-d}{d}$$

$$Rx = \frac{L-d}{d} R$$

$$\text{答 } Rx = \frac{L-d}{d} R \quad [\Omega]$$

(5)

PB 間の距離の平均は、300 mm

よって  $d = 0.300$  m、 $L = 1.00$  m を代入して

$$Rx = \frac{1.00-0.300}{0.300} \times 10.0 = 23.33 \cdots$$

$$\text{答 } 23.3 \quad \Omega$$

(6)

語句：

高い方が良い。

理由：

感度の低い検流計を使用すると、振れがなくなる位置（PB 間の距離）を正確に求めることができず、測定結果に影響を及ぼすため。



物理基礎・物理
---------

## 問題 4

(1)	ア	赤	イ	分散
	ウ	スペクトル	エ	単色光
	オ	線スペクトル		

(2)

$$n_{12} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

(3)

臨界角は 2 つの絶対屈折率を用いて以下のようにあらわされる。

$$\sin \theta_0 = \frac{n_2}{n_1}$$

ゆえに、

$$\sin \theta_0 = \frac{1.3}{1.5} = 0.866 \dots \approx 0.87$$

答  $\sin \theta_0 = 0.87$

(4)

図 2 より、

$$\tan \theta = \frac{w}{L'}$$

$$\tan \theta' = \frac{w}{L}$$

ゆえに、

$$L' \tan \theta = L \tan \theta'$$

$$L' = \frac{\tan \theta'}{\tan \theta} L = \frac{\sin \theta'}{\sin \theta} L = \frac{1}{n} L$$

答  $L' = \frac{L}{n}$

(5)

題意より、入射した光の屈折角を  $\alpha'$  とおく。入射角が  $\alpha$  であるので、

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \alpha'} = \frac{n_3}{1}$$

ゆえに、

$$\sin \alpha' = \frac{\sin \alpha}{n_3}$$

よって、

$$\cos \alpha' = \sqrt{1 - (\sin \alpha')^2} = \sqrt{1 - \left(\frac{\sin \alpha}{n_3}\right)^2} \quad \dots \textcircled{1}$$

図 3 より、2 つの光の経路の差である BCD の長さは次のように表される。

$$2d \cos \alpha'$$

空気と水の絶対屈折率から光路長の差は、

$$2dn_3 \cos \alpha'$$

空気と水とガラスの絶対屈折率の関係から、2 つの光の位相差は存在しないため、2 つの光が強め合う条件は、 $m$  を 0 以上の整数の集合とすると

$$2dn_3 \cos \alpha' = m\lambda$$

よって式①より、

$$2dn_3 \sqrt{1 - \left(\frac{\sin \alpha}{n_3}\right)^2} = m\lambda$$

$$\text{答} \quad 2dn_3 \sqrt{1 - \left(\frac{\sin \alpha}{n_3}\right)^2} = m\lambda \quad (m = 0, 1, 2, \dots)$$