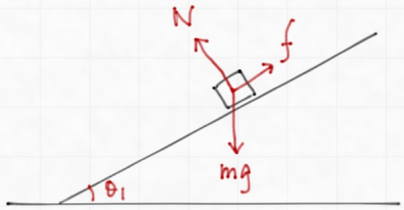
2017 香川大

1

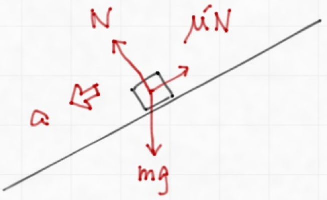


$$\begin{cases} N = mg\cos\theta_1 \\ f = mg\sin\theta_1 \leqq \mu N \end{cases}$$

(1) $f = mg\sin\theta_1$

(2) $\theta_1 = \theta_0$ のとき. $f = \mu N$ が成り立つ.

$$mg\sin\theta_0 = \mu mg\cos\theta_0 \qquad \mu = \tan\theta_0$$

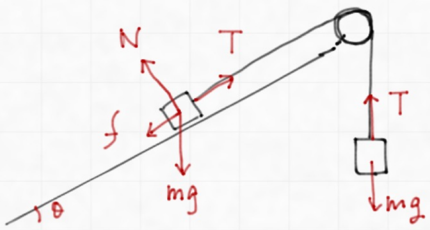


$$\begin{cases} N = mg\cos\theta_2 \\ ma = mg\sin\theta_2 - \mu' N \end{cases}$$

(3) $a = g\sin\theta_2 - \mu' g\cos\theta_2$

$x = \frac{1}{2}at^2$ のとき $\quad t = \sqrt{\frac{2x}{a}}$

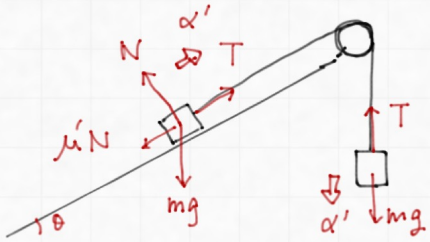
このときの速さ $v = at = \sqrt{2xa} = \sqrt{2xg(\sin\theta_2 - \mu'\cos\theta_2)}$



$$\begin{cases} N = mg\cos\theta \\ f + mg\sin\theta = T \quad , \quad -\mu N \leqq f \leqq \mu N \\ T = mg \end{cases}$$

(4) $-\mu \cancel{mg}\cos\theta \leqq \cancel{mg} - \cancel{mg}\sin\theta \leqq \mu \cancel{mg}\cos\theta$

$$\mu \geqq \frac{1-\sin\theta}{\cos\theta}$$

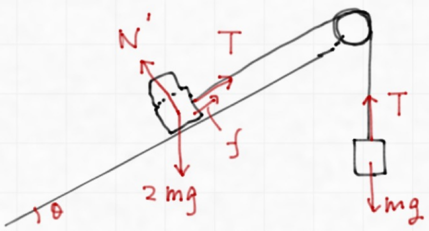


$$\begin{cases} N = mg\cos\theta \\ m\alpha' = T - \mu' N - mg\sin\theta \\ m\alpha' = mg - T \end{cases}$$

(5) $2m\alpha' = mg - \mu mg\cos\theta - mg\sin\theta$

$$\alpha' = \frac{1}{2}g - \frac{1}{2}g\sin\theta - \frac{1}{2}\mu' g\cos\theta$$

$$T = mg - m\alpha' = \frac{1}{2}mg + \frac{1}{2}mg\sin\theta + \frac{1}{2}\mu' mg\cos\theta$$



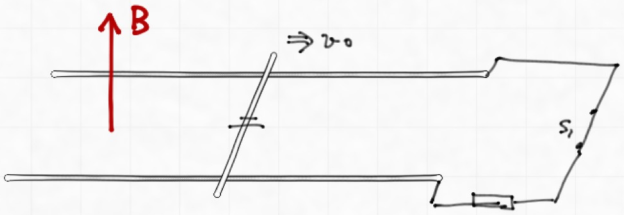
$$\begin{cases} N' = 2mg\cos\theta \\ T + f = 2mg\sin\theta \quad , \quad f \leqq \mu N' \\ T = mg \end{cases}$$

(6) $2\cancel{mg}\sin\theta - \cancel{mg} > \mu \cdot 2\cancel{mg}\cos\theta$

$$\mu < \frac{2\sin\theta - 1}{2\cos\theta}$$

2017 香川大

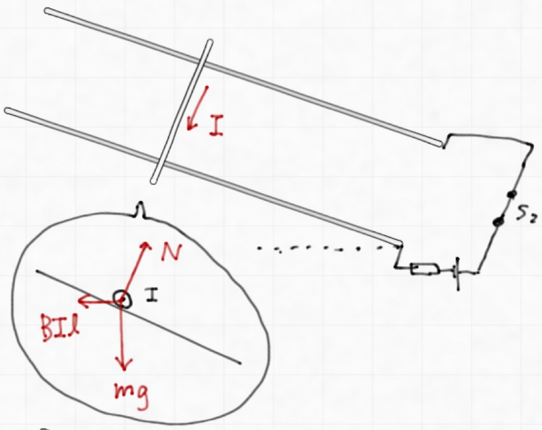
2



(1) $\Delta\Phi = Bl v_0 \Delta t$

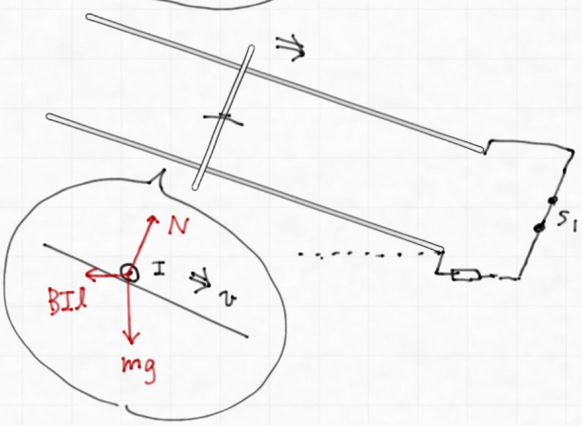
(2) $V = \dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t} = Bv_0 l$

(3) 右側回路を貫く上向きの磁束が減少しているのを妨げるような磁場を作るような電流が流れるので右向き



$$\begin{cases} N\cos\theta = mg \\ N\sin\theta = BIl \\ E = IR \end{cases}$$

(4) $\tan\theta = \dfrac{Bl}{mg} \times \dfrac{E}{R} = \dfrac{BEl}{mgR}$



$$\begin{cases} N\cos\theta = mg \\ N\sin\theta = BIl \\ Bvl\cos\theta = IR \end{cases}$$

(5) $\Delta\Phi = Bvl\cos\theta \cdot \Delta t$ $\left(V = \dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t} = Bvl\cos\theta \right)$

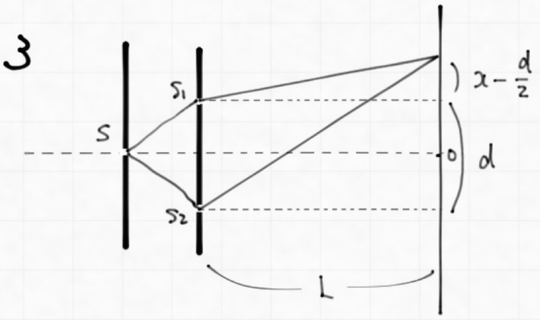
(6) $I = \dfrac{Bvl\cos\theta}{R}$

(7) $mg\tan\theta = Bl \cdot \dfrac{Bvl\cos\theta}{R}$

$$v = \frac{mgR\tan\theta}{B^2 l^2 \cos\theta}$$

2017 香川大

3



(1) $L_1=\sqrt{L^2+\left(x-\frac{d}{2}\right)^2}$

$L_2=\sqrt{L^2+\left(x+\frac{d}{2}\right)^2}$

(2) $L_1=L\sqrt{1+\frac{1}{L^2}\left(x-\frac{d}{2}\right)^2}\fallingdotseq L\left(1+\frac{1}{L^2}\left(x-\frac{d}{2}\right)^2\right)$

$=L+\frac{1}{2L}\left(x-\frac{d}{2}\right)^2$

$L_1-L_2<0$ です.

$L_2=L+\frac{1}{2L}\left(x+\frac{d}{2}\right)^2$

嫌がらせのような設定です.

$L_1-L_2=\frac{1}{2L}\left(x-\frac{d}{2}\right)^2-\frac{1}{2L}\left(x+\frac{d}{2}\right)^2=-\frac{xd}{L}$

(3) $\frac{xd}{L}=m\lambda$ を満たすとき強めあう. このとき

$x=\frac{mL\lambda}{d}$ だからこれを x_m として (m は整数)

$\Delta x=x_m-x_{m-1}=\frac{L\lambda}{d}$

$n=1$ のときの明線の位置を
もとめるだけでも良い
$x_m-x_{m-1}=x_1-0$ だから.

(4) $\frac{\lambda}{n}$　(5) $\frac{xd}{L}\times n=m\lambda$ より. $\Delta x=\frac{L\lambda}{d}\cdot\frac{1}{n}=\frac{L\lambda}{nd}$

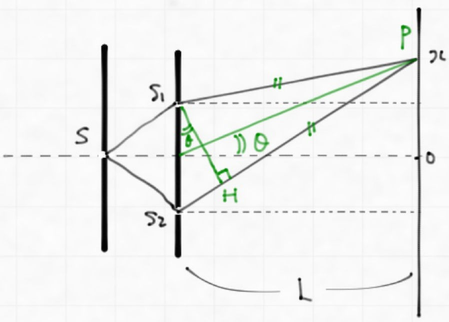
$k<0$ なので. -k だけ伸びたと
なってしまいます.

(6) $\frac{xd}{L}=m\lambda$ を満たしていた明線は. 下側の光路が $-k$ 伸びたため. $\frac{xd}{L}-k=m\lambda$ と変わる.

このとき x 座標は $\frac{mL\lambda}{d}$ から. $\frac{mL\lambda+kL}{d}$ に変わるので x 軸の正の方向に $\frac{kL}{d}$ だけずれる.
(k は負)

(7) k の距離差で逆位相となればよい　$k=-\frac{1}{2}\lambda(2m-1)$　($m=1,2,3\ldots$)

$L_{S_1}-L_{S_2}=k<0$ に注意.



$S_2P-S_1P\fallingdotseq S_2H=d\sin\theta\fallingdotseq d\tan\theta=d\frac{x}{L}$

この近似によるもとめ方は必ず覚えておくこと.

上の計算の結果と合っているか検算できます.

2017 香川大

$PV^{\gamma} = $ 一定 と $\frac{PV}{T} = $ 一定 を割って

$TV^{\gamma-1} = $ 一定

4

(1) $Q_+ = \frac{3}{2}nR(T_3 - T_2)$ $Q_- = \frac{3}{2}nR(T_4 - T_1)$

(2) $T_1 V_a^{\gamma-1} = T_2 V_b^{\gamma-1}$, $T_3 V_b^{\gamma-1} = T_4 V_a^{\gamma-1}$

を連立 $\frac{T_1}{T_4} = \frac{T_2}{T_3}$ $\frac{T_4}{T_1} = \frac{T_3}{T_2}$

(3) $\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_a}{V_b}\right)^{\gamma-1} = 8^{\frac{5}{3}-1} = 8^{\frac{2}{3}} = 2^2 = 4 = \frac{T_3}{T_4}$

$$e = \frac{Q_+ - Q_-}{Q_+} = \frac{T_3 - T_2 - T_4 + T_1}{T_3 - T_2}$$

$$= \frac{4T_4 - T_2 - T_4 + \frac{1}{4}T_2}{4T_4 - T_2} = \frac{3T_4 - \frac{3}{4}T_2}{4T_4 - T_2} = \frac{3}{4}$$

1. $p_1 V_a = nRT_1$

断圧 $0 = W_{12} + \frac{3}{2}nR(T_2 - T_1)$

$T_1 V_a^{\gamma-1} = T_2 V_b^{\gamma-1}$

2. $p_2 V_b = nRT_2$

定積 $Q_+ = 0 + \frac{3}{2}nR(T_3 - T_2)$

3. $p_3 V_b = nRT_3$

断膨 $0 = W_{34} + \frac{3}{2}nR(T_4 - T_3)$

$T_3 V_b^{\gamma-1} = T_4 V_a^{\gamma-1}$

4. $p_4 V_a = nRT_4$

定積 $-Q_- = 0 + \frac{3}{2}nR(T_1 - T_4)$

まとめるのが先。
これを見ながら解いています

熱力学第1法則

$$Q = W + \Delta U$$

では

Q : 気体が受けとった熱量
W : 気体がおこなった仕事
ΔU : 気体の内部エネルギーの変化量 } (※)

となっています。

したがって、たとえば...
「ある変化において気体から Q [J] の熱量を奪うと気体は小さくなり、外部から W [J] の仕事をされ、結果的に ΔU [J] の内部エネルギーを失った」とあれば

$$-Q = -W + (-\Delta U) \quad \cdots (※※)$$

と立式しておきます。
いつも同じように (※) のように決めておくことで (※※) の式を見たとき、気体のした仕事は $-W$ だ、と分かります。

2017香川大

$-V_1$ (V)　0 (V)

$\Leftarrow v_{max}$

$\Leftarrow \ominus$

eV_1 (J) $\ominus$　$(-V_1<0)$

$\frac{1}{2}mv_{max}^2 = eV_1$

5 (1) **光電効果**　(2) $E_1 = \frac{hc}{\lambda_1}$

(3) 図5-2より、最大のエネルギーを持った電子でも $-V_1$ の電位差までは達しないので eV_1 (J) の最大エネルギーを持つことが分かる。

(4) $eV_1 = \frac{hc}{\lambda_1} - W$　　$W = \frac{hc}{\lambda_1} - eV_1$　　(5) 同様に $\frac{hc}{\lambda_2} - eV_2$

(6) 仕事関数は金属毎に固有の値をとるので

$$\frac{hc}{\lambda_1} - eV_1 = \frac{hc}{\lambda_2} - eV_2 \qquad \frac{\lambda_2-\lambda_1}{\lambda_1\lambda_2} hc = e(V_1-V_2) \qquad h = \frac{\lambda_1\lambda_2 e(V_1-V_2)}{(\lambda_2-\lambda_1)c}$$

(7) ここに数値を代入

$$\frac{4.0\times\cancel{10^{-7}} - 5.0\times\cancel{10^{-7}}}{5.0\times10^{-7}\times4.0\times\cancel{10^{-7}}} \cdot h \cdot 3.0\times10^{8} = 1.6\times10^{-19}\times(0.1-0.7)$$

$$\frac{-3\times10^{8}}{2\times10^{-6}} h = -0.96\times10^{-19} \qquad h = 0.96\times\frac{2}{3}\times10^{-19}\times10^{-8}\times10^{-6} = 6.4\times10^{-34}$$

$$W = \frac{hc}{\lambda_1} - eV_1 \ \text{(J)} = \frac{hc}{e\lambda_1} - V_1 \ \text{(eV)} = \frac{6.4\times\cancel{10^{-34}}\times3\times\cancel{10^{8}}}{1.6\times\cancel{10^{-19}}\cdot5\times\cancel{10^{-7}}} - 0.1 = \frac{19.2}{8} - 0.1 = 2.3 \ \text{(eV)}$$

(8) $$\frac{2.4\times10^{-3}}{\frac{hc}{\lambda_2}} = \frac{2.4\times10^{-3}\cdot4\times10^{-7}}{6.4\times\cancel{10^{-34}}\times3\times\cancel{10^{8}}} = 10^{16}\times\frac{4\times2.4}{3\times6.4} = 5.0\times10^{15}$$

(9)