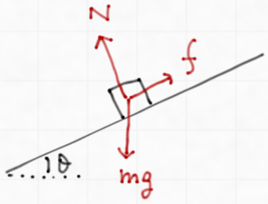
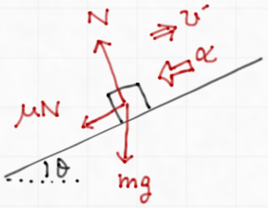
関西学院大学2023 全学2/1

1 (1) $N = mg\cos\theta$



(2) $mg\sin\theta = f \leqq \mu_0 N$

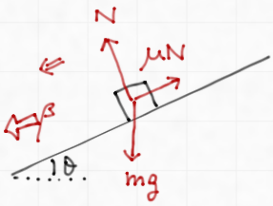
$\theta = \theta_0$のとき等号成立 $mg\sin\theta_0 = \mu_0 mg\cos\theta_0$ $\therefore \mu_0 = \tan\theta_0$



(3) $m\alpha = \mu N + mg\sin\theta$ $\alpha = \mu g\cos\theta + g\sin\theta$ 斜面下向き (エ)

(4) 斜面上向きの速度が0になるまで登り続ける $v - \alpha t = 0$

$$t = \frac{v}{\alpha} = \frac{v}{g(\mu\cos\theta + \sin\theta)}$$



(5) すすむ距離をxとして $x = vt - \frac{1}{2}\alpha t^2 = \dfrac{v^2}{2g(\mu\cos\theta + \sin\theta)}$

(6) 往復の運動中．摩擦力によってエネルギーが失われる

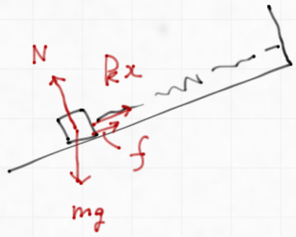
戻ってきたときの速さをuとして

$$\frac{1}{2}mu^2 - \frac{1}{2}mv^2 = -\mu mg\cos\theta \times 2x$$

$$u^2 = v^2 - \overset{2}{\cancel{4}}\mu \cancel{g}\cos\theta \times \frac{v^2}{\cancel{2g}(\mu\cos\theta + \sin\theta)}$$

$$u = \sqrt{v^2 - \frac{2\mu\cos\theta\, v^2}{\mu\cos\theta + \sin\theta}} = v\sqrt{\frac{\sin\theta - \mu\cos\theta}{\mu\cos\theta + \sin\theta}}$$

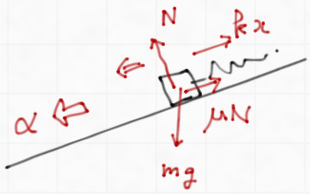
(7) 右図のように力を定める



$$\begin{cases} N = mg\cos\theta \\ mg\sin\theta = kx + f \end{cases} \qquad -\mu_0 N \leqq f \leqq \mu_0 N$$

$$-\mu_0 mg\cos\theta \leqq mg\sin\theta - kx \leqq \mu_0 mg\cos\theta$$

$$\frac{mg}{k}(\sin\theta - \mu_0\cos\theta) \leqq x \leqq \frac{mg}{k}(\sin\theta + \mu_0\cos\theta)$$



(8) 右図のように加速度運動しているとする

$$m\alpha = mg\sin\theta - kx - \mu N$$

$$= -k\left(x - \frac{mg\sin\theta - \mu mg\cos\theta}{k}\right)$$ …これは復元力だから小物体は単振動している

$$= -m\left(x - \frac{mg\sin\theta - \mu mg\cos\theta}{k}\right)\omega^2$$ (ωは角振動数)

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}, \quad T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

静止するまでは$\frac{1}{4}$周期分の運動をするので $\dfrac{\pi}{2}\sqrt{\dfrac{m}{k}}$

(9) 振幅は自然長から振動中心までの距離で速さが0となるのは振幅の2倍．ばねが伸びたとき．

$$\frac{mg\sin\theta - \mu mg\cos\theta}{k} \times 2 = \frac{2mg}{k}(\sin\theta - \mu\cos\theta)$$

(10) $\dfrac{\cancel{mg}}{\cancel{k}}(\sin\theta - \mu_0\cos\theta) \leqq \dfrac{2\cancel{mg}}{\cancel{k}}(\sin\theta - \mu\cos\theta) \leqq \dfrac{\cancel{mg}}{\cancel{k}}(\sin\theta + \mu_0\cos\theta)$ より

$\dfrac{\sin\theta - \mu_0\cos\theta}{2\cos\theta} \leqq \mu \leqq \dfrac{\sin\theta + \mu_0\cos\theta}{2\cos\theta}$ $\mu_0 = \tan\theta_0$だから，μの最小値は $\dfrac{\sin\theta - \tan\theta_0\cos\theta}{2\cos\theta}$

2

(1) $\Phi = BS = \pi r^2 \times \mu_0 \times nI = \pi\mu_0 n r^2 I$

(2) $\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \pi\mu_0 n r^2 \dfrac{\Delta I}{\Delta t}$

(3) $V = \left| -nl \dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = \pi\mu_0 n^2 r^2 l \left| \dfrac{\Delta I}{\Delta t} \right|$

(4) $V = -L\dfrac{\Delta I}{\Delta t}$ より $L = \pi\mu_0 n^2 r^2 l$

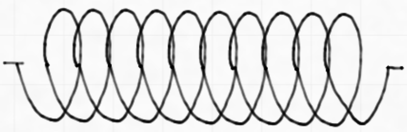
(5) $0 \sim 3$ $\dfrac{\Delta I}{\Delta t} = 0$ だから $V = 0$

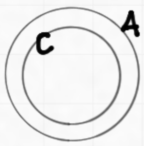
$3 \sim 5$ $\dfrac{\Delta I}{\Delta t} = \dfrac{0.4}{2} = 0.2$

$5 \sim 9$ $\dfrac{\Delta I}{\Delta t} = 0$ だから $V = 0$

$9 \sim 11$ $\dfrac{\Delta I}{\Delta t} = \dfrac{-0.8}{2} = -0.4$

2倍の大きさで逆向き … グラフは (e)





(6) Aの作る磁場の磁束密度は $B_A = \mu_0 \dfrac{N}{l_a} I$

Bを貫く磁束は $\Phi_B = B_A \cdot \pi r_b^2 = \dfrac{\mu_0 \pi N r_b^2 I}{l_a}$

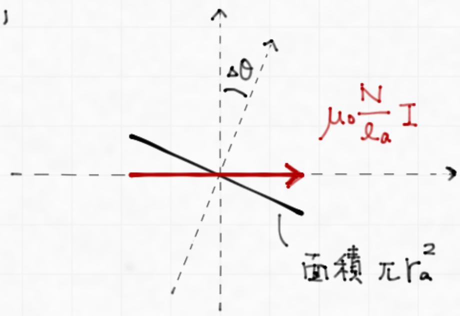
(7) $V = \left| -N\dfrac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} \right| = \dfrac{\mu_0\pi N^2 r_b^2 |\Delta I|}{l_a \Delta t}$

(8) $V = \left| -M\dfrac{\Delta I}{\Delta t} \right|$ と比較して $M = \dfrac{\mu_0\pi N^2 r_b^2}{l_a}$

(9) (8)の結果で文字を取り換えて $M_{CA} = \dfrac{\mu_0\pi N N' r_c^2}{l_a}$ … コイルC内しか磁場は生じていない

(10) $M_{AC} = \dfrac{\mu_0\pi N N' r_c^2}{l_a}$

(11)



$\Delta\Phi = \pi r^2 \times \mu_0 \dfrac{N}{l_a} I \sin\Delta\theta$

$\fallingdotseq \dfrac{\mu_0 \pi r^2 N I \Delta\theta}{l_a}$

$|V| = \left| -\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = \dfrac{\mu_0\pi r^2 N I}{l_a} \cdot \dfrac{\Delta\theta}{\Delta t}$

3

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

(2) 光路差 $= 2d = \frac{x^2}{R}$

(3) ア 自由 (e)　イ 変化しない (b)　ウ 固定 (d)　エ πだけ変化する (a)

オ 打ち消しあう (f)　カ 暗く (i)

キ 反射によって位相差がπだけ生じているので光路差による位相差が生じなければよい

$\frac{x^2}{R} = m\lambda$ より $x^2 = mR\lambda$

(4) $\frac{x^2}{R} = m\lambda + \frac{1}{2}\lambda$ を満たせば強めあう　$x_m = \sqrt{(m+\frac{1}{2})R\lambda}$　グラフは (a)

(5) (4)の結果に $m=4$を代入

$7.00 \times 10^{-3} = \sqrt{(4+\frac{1}{2})R \times 6.00 \times 10^{-7}}$

$49 \times \cancel{10^{-6}} = \frac{9}{\cancel{2}}R \times \cancel{6}^{3} \times 10^{\cancel{-7}-1}$　$R = \frac{49}{27} \times 10 = 18.1$ (m)

(6) (1)の結果を利用

$d_1 = \frac{x^2}{2R} - \frac{x^2}{2R_1} = \frac{x^2}{2}\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R_1}\right)$

(7) $2d_1 = (m+\frac{1}{2})\lambda$

$x^2\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R_1}\right) = (m+\frac{1}{2})\lambda$

(8) $x_{1m} = \sqrt{(m+\frac{1}{2})\lambda \times \frac{RR_1}{R_1 - R}}$

$\frac{x_{1m}}{x_m} = \frac{\sqrt{(m+\frac{1}{2})\lambda \times \frac{RR_1}{R_1-R}}}{\sqrt{(m+\frac{1}{2})\lambda R}} = \sqrt{\frac{R_1}{R_1 - R}}$