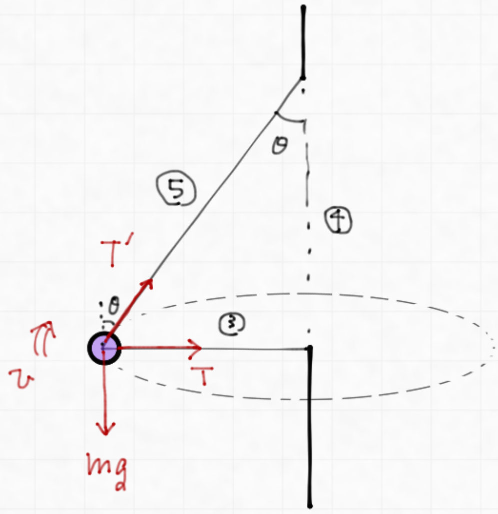
大阪医大 2021

1　右図のように T, T', θ をおく.

$$\begin{cases} \text{鉛直方向の力のつりあい} \quad T'\cos\theta = mg \\ \text{水平方向の運動方程式} \quad m\dfrac{v^2}{r} = T + T'\sin\theta \\ \left(\cos\theta = \dfrac{4}{5},\ \sin\theta = \dfrac{3}{5}\right) \end{cases}$$



(1) $m\dfrac{v^2}{r}$

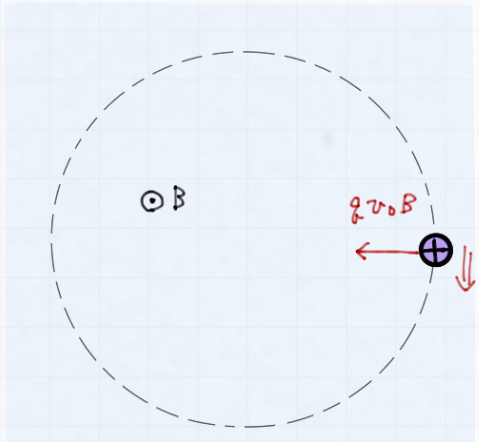
(2) $T' = \dfrac{mg}{\cos\theta} = \dfrac{5}{4}mg \quad T = m\dfrac{v^2}{r} - T'\sin\theta = m\dfrac{v^2}{r} - \dfrac{3}{4}mg$

(3) $T \geqq 0$ であればよい. $m\dfrac{v^2}{r} \geqq \dfrac{3}{4}mg$ より

$$v \geqq \frac{\sqrt{3rg}}{2}$$

(4) $T = T_R$ のとき、糸Rは切れる　$\dfrac{m}{r}v^2 = T_R + \dfrac{3}{4}mg$ より　$v = \sqrt{\dfrac{rT_R}{m} + \dfrac{3}{4}rg}$

(5) 左手の法則より ローレンツ力の向きは円の中心方向.



運動方程式は

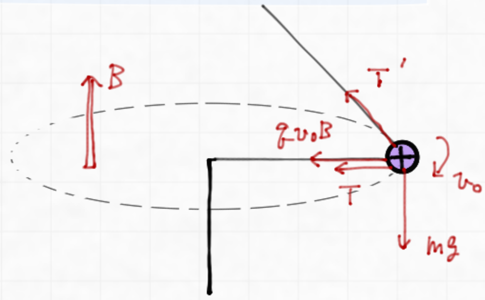
$$m\frac{v_0^2}{r} = qv_0B + T + T'\sin\theta$$

に変わる。Bが大きくなれば. Tは小さくなるので.

糸Rは、やがて **たるむ** ことになる　**ア**

$B = B_0$ のとき $T = 0$ となるので.

$$m\frac{v_0^2}{r} = qv_0B_0 + \frac{3}{4}mg \qquad B_0 = \frac{m(4v_0^2 - 3rg)}{4rqv_0}$$



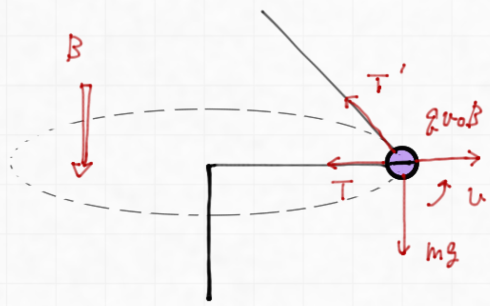
(6) 負電荷であることに注意して左手の法則より

ローレンツ力の向きは (5) と逆向き. したがって 糸Rは. やがて

切れる ことになる　**イ**

運動方程式は

$$m\frac{v_0^2}{r} = T + T'\sin\theta - qv_0B$$

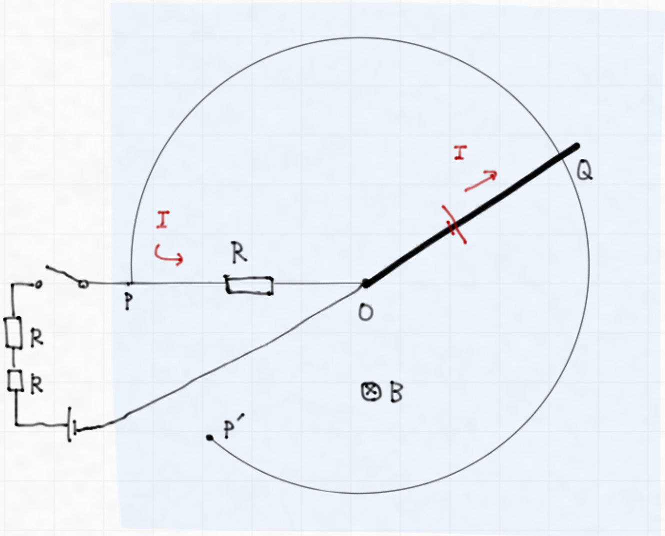


$T = T_R$ のときに切れる.

$$m\frac{v_0^2}{r} = T_R + \frac{3}{4}mg - qv_0B$$

$$B = \frac{T_R}{qv_0} + \frac{3mg}{4qv_0} - \frac{mv_0^2}{qv_0r} = \frac{T_R}{qv_0} - B_0$$

大阪医大2021



2 (1)(a) 単位時間の面積増加量は

$$\Delta S = \pi a^2 \times \frac{\omega \Delta t}{2\pi} = \frac{1}{2}a^2\omega\Delta t$$

したがって磁束の増加量は

$$\Delta\Phi = B\Delta S = \mathbf{\frac{1}{2}a^2\omega B\Delta t}$$

(b) $V = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{1}{2}a^2\omega B$　その大きさ $\mathbf{\frac{1}{2}a^2\omega B}$

(c) 下向きの磁束の増加を妨げる向きの磁場を作るような電流 O→Q→P→O が流れるような起電力が発生（P→Oの向き）

電流をIとして　$\frac{1}{2}a^2\omega B = IR$ より　$I = \frac{a^2\omega B}{2R}$　∴ — $\mathbf{\frac{a^2\omega B}{2R}}$

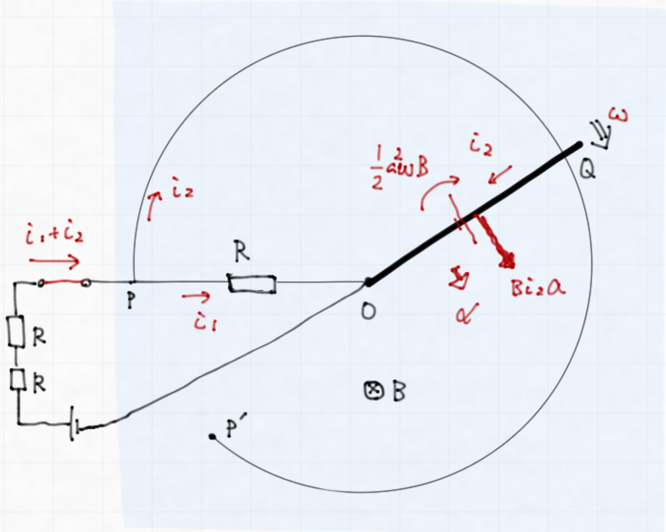
(d) $BIa = \mathbf{\frac{B^2a^3\omega}{2R}}$

(e) 外力が単位時間に行う仕事は、誘導起電力が単位時間に供給するエネルギーに等しい

$$\frac{1}{2}a^2\omega B \times \frac{a^2\omega B}{2R} = \mathbf{\frac{a^4\omega^2B^2}{4R}}$$

(2)(a) Sを閉じた直後 OQ間の電圧は 0 だから、PO間の電圧も0で、これは PO間を流れる電流が 0であることを示している。よって回路を流れる電流は $\mathbf{\frac{E}{2R}}$

(b) 電流が一定となったとき、右図のようになっているものとすると、



$$\begin{cases} E = 2R(i_1+i_2) + Ri_1 \\ R(i_1+i_2) = \frac{1}{2}a^2\omega B \\ m\alpha = Bi_2a = 0 \end{cases}$$

$i_2 = \alpha = 0.$　$i_1 = \frac{E}{3R}$

$$\cancel{R}\frac{E}{3\cancel{R}} = \frac{1}{2}a^2\omega B \qquad \omega = \mathbf{\frac{2E}{3a^2B}}$$

大阪医大2021

3 (1) (a) $500\times\frac{340}{340+10}=485.7=\mathbf{486}$ Hz

(b) $500\times\frac{340}{340-10}=515.1=\mathbf{515}$ Hz

(c) $515.1-485.7=29.4=\mathbf{29}$ 回

(2) (a) Pを原点として x 軸を定める

Aについて
速さ $v_A=10$
位置 $x_A=10t$

Bについて
速さ $v_B=2.4(t-2)$
位置 $x_B=\frac{1}{2}\cdot2.4(t-2)^2=1.2(t-2)^2 \quad (t\geqq2)$

$x_A=x_B$ となるのは $10t=1.2(t-2)^2 \Leftrightarrow 3t^2-37t+12=0 \Leftrightarrow (3t-1)(t-12)=0$

$\therefore t=12 \quad (\because t\geqq2)$ このとき $x_A=x_B=10\times12=\mathbf{120}$ m

(b) 元の振動数を f_0 とする

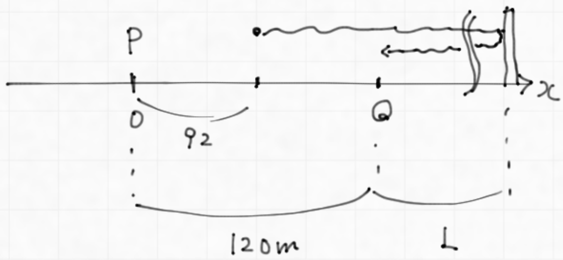
壁が観測するのは $f_0\times\frac{340}{340-10}=\frac{34}{33}f_0$

これをBがQ点で観測する $\frac{34}{33}f_0\times\frac{340+2.4(12-2)}{340}=\frac{34}{33}\times\frac{364}{340}\times f_0=450$

$f_0=450\times\frac{330}{364}=407.9=\mathbf{408}$

(c) $(500-408)\div10=9.2$

だから 9.2 秒後に Aが 408Hz の音を出している。



このとき $x_A=10\times9.2=92$

観測するのは $t=12$ のとき

QG間の距離を L として

$120-92+2L=(12-9.2)\times340$ 2.8

$28+2L=952$

$L=\mathbf{462}$ m

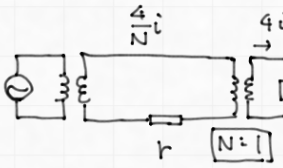
大阪医大2021

4 (1) A, B, C, D の各点での温度を T_A, T_B, T_C, T_D とする.

$$T_A = \frac{3P_0V_0}{nR},\quad T_B = \frac{3P_0\cdot 3V_0}{nR},\quad T_C = \frac{P_0\cdot 3V_0}{nR},\quad T_D = \frac{P_0V_0}{nR}$$

T_Aが最も小さいので、これを T_0 として　$T_A = T_C = 3T_0$　$T_B = 9T_0$

(2)



1軒を流れる電流を i とする

送電線の電圧が N倍になっているとすると, 電力損失は.

$$\frac{(\frac{4}{N}i)^2 r}{i^2R\times 4 + (\frac{4}{N}i)^2 r} = \frac{0.05}{100} \quad \cdots ①$$

n軒が使ったとき

$$\frac{(\frac{n}{N}i)^2 r}{i^2R\times n + (\frac{n}{N}i)^2 r} \geqq \frac{2.5}{100} \quad \cdots ②$$

① より

$$\frac{16}{N^2}\cancel{i^2}r\times 100 = 0.2\cancel{i^2}R + \frac{16}{N^2}\cancel{i^2}r\times 0.05$$

$$1600r = 0.2N^2R + 0.8r \qquad 1599.2r = 0.2N^2R \iff 7996r = N^2R$$

② より

$$100\frac{n^2}{N^2}r \geqq 2.5Rn + 2.5\frac{n^2}{N^2}r \qquad \frac{n^2}{N^2}r\times 97.5 \geqq 2.5Rn \iff 97.5nr \geqq 2.5N^2R$$

$$97.5n\cancel{r} \geqq 2.5\times 7996\cancel{r}$$

$$n \geqq \frac{2.5\times 7996}{97.5} = 205.0\ldots$$

206 軒以上

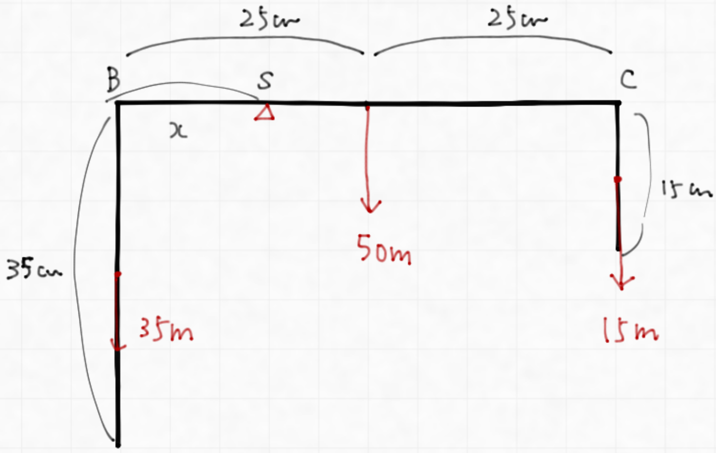
(3) A エネルギー　$\frac{1}{2}Mv^2$ を元に　$\boldsymbol{ML^2T^{-2}}$

B ばね定数　$F = kx$, $F = ma$ を元に　$k = \frac{ma}{x}$　$MLT^{-2}\cdot L^{-1} = \boldsymbol{MT^{-2}}$

C 万有引力定数　$F = G\frac{Mm}{r^2}$ を元に　$MLT^{-2}\cdot L^2\cdot M^{-2} = \boldsymbol{M^{-1}L^3T^{-2}}$

D 運動量　$p = mv$ を元に　$\boldsymbol{MLT^{-1}}$

(4) 右図のように設定



$$35\cancel{m}x = 50\cancel{m}(25-x) + 15\cancel{m}(50-x)$$

$$7x = 250 - 10x + 150 - 3x$$

$$20x = 400$$

$$x = 20$$

20cm