

(a) Aの運動 $\begin{cases} x = vt \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 + h \end{cases}$

$y = 0$ とするとき $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$

(b) Aが右壁に衝突するまでの時間 $x = d$ のときだから

$t = \frac{d}{v}$

Bの運動方程式 $\mu N = m\alpha$ より $\alpha = \mu g$

Bの運動は $x = vt - \frac{1}{2}\alpha t^2$ と表せるので

Aが右壁に衝突したときのBの位置は $x = d - \frac{1}{2}\mu g \left(\frac{d}{v}\right)^2 = d - \frac{\mu g d^2}{2v^2}$

(c) A, Bのx方向の移動距離(道のり)の和が2dとならねばよい。

Aが2度目に床と衝突するまでの時間は(a)の3分の2の $3\sqrt{\frac{2h}{g}}$

その間のAの移動距離は $v \times 3\sqrt{\frac{2h}{g}}$

∴ B $v \times 3\sqrt{\frac{2h}{g}} - \frac{1}{2}\mu g \left(3\sqrt{\frac{2h}{g}}\right)^2$

この和は $6v\sqrt{\frac{2h}{g}} - 9\mu h = 2d$

$v = \frac{2d + 9\mu h}{6} \sqrt{\frac{g}{2h}}$

(d) これまでBが止まらないこと

Bの速度は $v - \alpha t$ だから

$v - \mu g \left(3\sqrt{\frac{2h}{g}}\right) > 0$

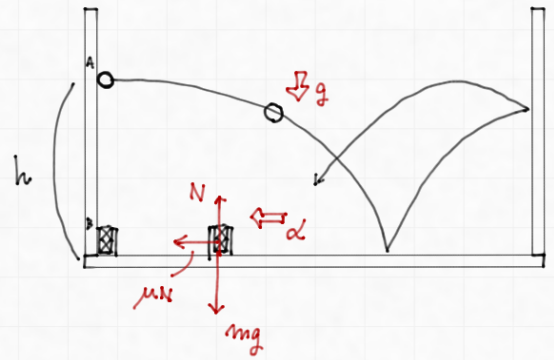
こゝに(c)を代入

$\frac{2d + 9\mu h}{6} \sqrt{\frac{g}{2h}} > 3\mu g \sqrt{\frac{2h}{g}}$

$2d + 9\mu h > 18\mu g \frac{2h}{g}$

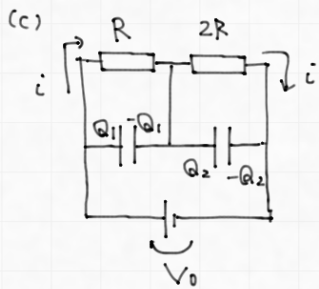
$2d > 27\mu h$

$d > \frac{27}{2}\mu h$



2 (a) 直列接続されてる $\frac{1}{\frac{S}{\epsilon_0 2d}} + \frac{1}{\epsilon_0 \frac{S}{d}} = \frac{3d}{\epsilon_0 S} \therefore \frac{\epsilon_0 S}{3d}$

(b) 合成容量を用いて $Q_0 = \frac{\epsilon_0 S V}{3d}$



$$\begin{cases} V_0 = iR + i \cdot 2R \\ iR = \frac{Q_1}{\epsilon_0 \frac{S}{2d}}, \quad 2iR = \frac{Q_2}{\epsilon_0 \frac{S}{d}} \end{cases}$$

$$i = \frac{V_0}{3R} \quad Q_1 = \frac{1}{3} V_0 \cdot \epsilon_0 \frac{S}{2d} = \frac{\epsilon_0 S V_0}{6d}$$

$$Q_2 = 2 \cdot \frac{V_0}{3R} \cdot R \epsilon_0 \frac{S}{d} = \frac{2 \epsilon_0 S V_0}{3d} \quad P3 \text{の極板にあるのは } - \frac{2 \epsilon_0 S V_0}{3d}$$

(d) R_1 と R_2 を流れた電流は等しいことから R_1 と R_2 にかけた電圧は $R=2R$ を含む $1:2$.
SW2 を閉じる前の電圧が $1:2$ と仮定していいのよ.

$$\frac{Q}{\epsilon_0 \frac{S}{x}} : \frac{Q}{\epsilon_0 \frac{S}{d}} = 1:2 \text{ より } x:d = 1:2 \quad x = \frac{1}{2}d$$

(e) (d) と同様の考察 C_1 の電気容量を C_2 の2倍にすればよい. $\epsilon_0 \epsilon_r \frac{S}{2d} = 2 \times \epsilon_0 \frac{S}{d}$ より $\epsilon_r = 4$

誘電体に電場がかかると誘電分極により、電場を打ち消すような電荷が現われ、

そのためコンデンサーの極板間電圧が小さくなり、結果としてコンデンサーの容量が大きくなる。
つまり、誘電体の電場を弱める性質によって電流が流れるようになる。

3



(a) 箱の長さを l , 音波の波長を λ とすると

$$l \times 4 = \lambda, \quad 340 = 440 \lambda$$

$$\text{連立して, } l = \frac{340}{4 \cdot 440} = \frac{17}{88} = 0.193 \dots \approx 0.19 \text{ (m)}$$

(b) 車の速さを v とすると

$$392 = 440 \times \frac{340}{340 + v}$$

$$98 \times 340 + 98v = 110 \times 340$$

$$v = \frac{12 \times 340}{98} = \frac{4080}{98} = 41.6 \dots = 42 \text{ (m/s)}$$



(c) 音の周期 $\frac{1}{440}$ の整数倍の周期で発光したとき、音は静止して見える

$$\frac{1}{440} \times n = \frac{1}{f} \quad f = \frac{440}{n} \quad (n \text{ は整数})$$

$$f \leq 120 \text{ だから } \frac{440}{n} \leq 120 \quad n \geq 4$$

$$f = \frac{440}{n} \quad (n = 4, 5, 6, \dots)$$

(d) うなりが2回生じるときと同じ。 442 Hz または 438 Hz

4 (a) 解答例

板に触れさせない。(理由) 手に融かすことで板の温度が変化しないようにするため。

板が他のものに触れないようにする (理由) 板から、さらに周囲に熱が伝わらないようにするため。

氷の大きさ・形状を統一する (理由) 板から氷に伝わる熱量の伝わり方に差が出るようにするため。

風が当たらないようにする (理由) 風があたることで、熱が周囲に伝わってしまったりすることが防げる。

板を十分な時間、室内におく (理由) 時間が短いと、板の温度が均一になっていない可能性が考えられる。

(b) 早く融けるのは材質1

(理由) 材質1の方が**温度**の下がり方が早く、このことから**熱エネルギーの伝導**効率が良いことが分かる。

(c) 冷たく感じるのは材質1

(理由) 実験データから材質1の方が熱伝導率が良いと分かり、これは、手から板へ、そして手に熱が伝わっていくことを示している。よって材質1の方が手の熱を奪うので、冷たく感じる。

(d) 材質2を勧めます。

(理由) 熱を伝えやすい材質1では氷で冷やされたコップに周囲の熱が伝わることで、氷が融けやすいから。