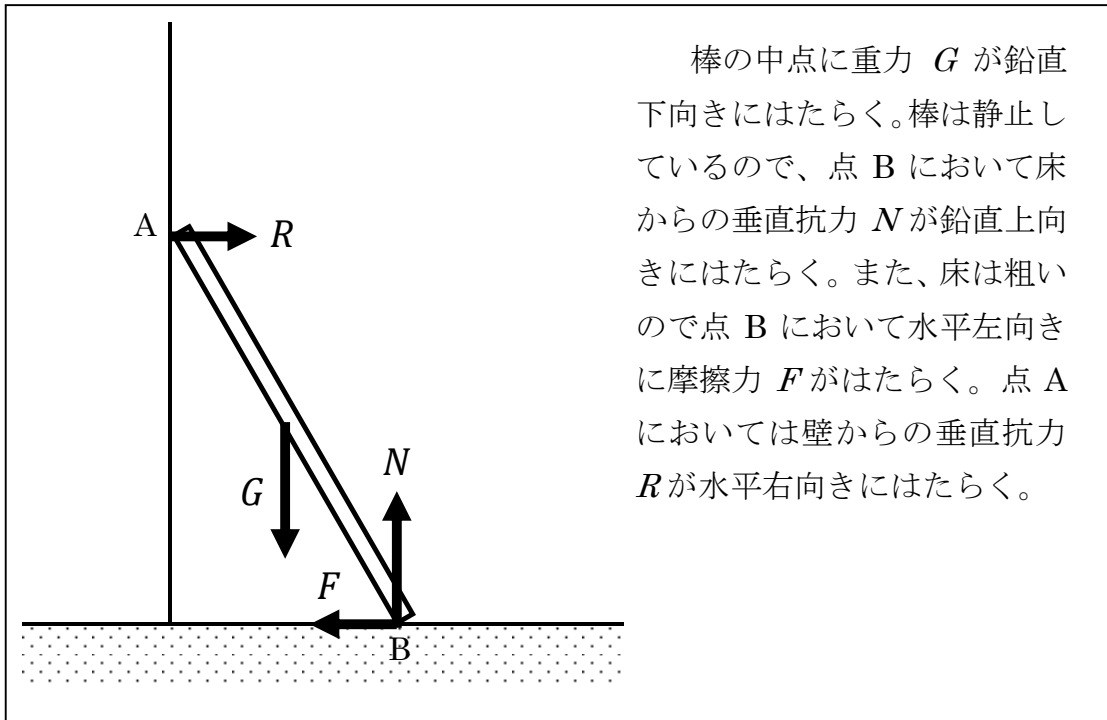


物理基礎・物理

問題 1

(1)



棒の midpoint に重力 G が鉛直下向きにはたらく。棒は静止しているので、点 B において床からの垂直抗力 N が鉛直上向きにはたらく。また、床は粗いので点 B において水平左向きに摩擦力 F がはたらく。点 A においては壁からの垂直抗力 R が水平右向きにはたらく。

(2)

棒にはたらく重力 G は、

$$G = Mg$$

床からの垂直抗力 N は、鉛直方向の力のつりあいより、

$$N = G = Mg$$

壁からの垂直抗力 R は、点 B まわりのモーメントのつりあいより、

$$R \sin \theta \times L = Mg \cos \theta \times \frac{L}{2}$$

$$\therefore R = \frac{Mg \cos \theta}{2 \sin \theta}$$

点 B における床との摩擦力 F は、水平方向の力のつり合いから

$$F = R = \frac{Mg \cos \theta}{2 \sin \theta}$$

答. 棒にはたらく重力 $G = Mg$

床からの垂直抗力 $N = Mg$

壁からの垂直抗力 $R = \frac{Mg \cos \theta}{2 \sin \theta}$

床との摩擦力 $F = \frac{Mg \cos \theta}{2 \sin \theta}$

(3) このときの最大摩擦力 F' は静止摩擦係数を μ とすると、

$$F' = \mu N' = \mu(Mg + 3Mg) = 4\mu Mg$$

$$\therefore \mu = \frac{F'}{4Mg}$$

最大摩擦力 F' は壁からの垂直抗力 R' と大きさが等しいから、

$$\mu = \frac{R'}{4Mg}$$

壁からの垂直抗力 R' は、点 B まわりのモーメントのつりあいより、

$$R' \sin \theta \times L = Mg \cos \theta \times \frac{L}{2} + 3Mg \cos \theta \times \frac{2L}{3}$$

$$R' \sin \theta \times L = Mg \cos \theta \times \frac{5L}{2}$$

$$\therefore R' = \frac{5}{2} Mg \frac{\cos \theta}{\sin \theta}$$

よって、

$$\mu = \frac{\frac{5}{2} Mg \frac{\cos \theta}{\sin \theta}}{4Mg} = \frac{5 \cos \theta}{8 \sin \theta}$$

答. $\mu = \frac{5 \cos \theta}{8 \sin \theta}$

物理基礎・物理

問題 2

- (1) A 線の基本振動数を f とする。うなりの公式より、

$$f - 440 = \frac{1}{0.500}$$

$$\therefore f = 442 \text{ Hz} \qquad \text{答. } f = 442 \text{ Hz}$$

- (2) 波の速さを v 、波長を λ とする。基本振動の場合は腹 1 個の定常波ができるので、

$$0.320 = \frac{\lambda}{2} \quad \therefore \lambda = 0.640$$

開放弦の基本振動数は調律済みであることに注意して、

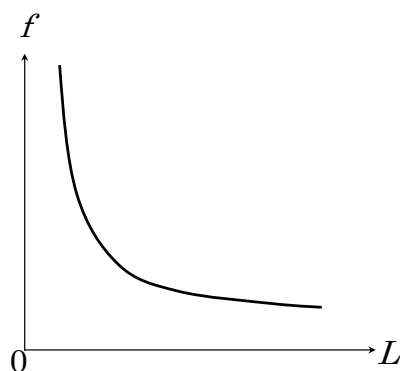
$$v = f\lambda = 440 \times 0.640 = 281.6 \approx 282 \text{ m/s}$$

$$\text{答. } 282 \text{ m/s}$$

- (3) 基本振動しているときの波長は、 $\lambda = 2L$ であり、弦の張力と線密度は変化しないので、波の速さ v は一定である。よって、

$$f = \frac{v}{2L} = \frac{\text{定数}}{L} \quad \text{①}$$

$$\text{答. } f = \frac{v}{2L} = \frac{\text{定数}}{L} \quad \text{グラフは右図}$$



- (4) 2 オクターブ高いラの音の振動数を f_1 とすると、

$$f_1 = 2 \times 2 \times 440 = 1.76 \times 10^3 \text{ Hz} \quad \text{答. } 1.76 \times 10^3 \text{ Hz}$$

①より、振動数 f を 4 倍にするためには弦の長さ L を $1/4$ 倍にすればよいから、

$$L = \frac{1}{4} \times 0.320 = 8.00 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\text{答. } 8.00 \times 10^{-2} \text{ m}$$

物理基礎・物理

問題 3

- (1) それぞれのコンデンサーに蓄えられる電荷を Q_1 、 Q_2 とする

電気量保存の法則から

$$-Q_1 + Q_2 = 0 \quad \dots \textcircled{1}$$

点 B の電位を V_B とする

$$Q_1 = C_1(V - V_B) \dots \textcircled{2}$$

$$Q_2 = C_2 V_B \quad \dots \textcircled{3}$$

②③を①に代入して、 V_B を求める

$$V_B = \frac{C_1}{C_1 + C_2} V \quad [\text{V}]$$

点 A : V [V]

点 D は 0 [V] で、点 C の電位は点 D と等しいから

点 C : 0 [V]

答. 点 A : V [V] 点 B : $\frac{C_1}{C_1 + C_2} V$ [V] 点 C : 0 [V]

- (2) (1) の①から

$$Q_1 = Q_2$$

(1) の③に、(1) で求めた V_B を代入する

$$Q_1 = Q_2 = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} V$$

答. $Q_1 = Q_2 = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} V$ [C]

(3) それぞれのコンデンサーに蓄えられる電荷を Q_1' 、 Q_2' 、 Q_3' とする。

また、点 B の電位を V_B' とする

$$0 = -Q_1' + Q_2' + Q_3' \quad \dots \textcircled{4}$$

$$Q_1' = C_1(V - V_B') \quad \dots \textcircled{5}$$

$$Q_2' = C_2V_B' \quad \dots \textcircled{6} \quad Q_3' = C_3V_B' \quad \dots \textcircled{7}$$

⑤⑥⑦を④に代入して解くと

$$V_B' = \frac{C_1}{C_1 + C_2 + C_3} V$$

点 A : V [V]

点 D は 0 [V] で、点 C の電位は点 D と等しいから

点 C : 0 [V]

$$\text{答. 点 A : } V \text{ [V] \quad 点 B : } \frac{C_1}{C_1 + C_2 + C_3} V \text{ [V] \quad 点 C : } 0 \text{ [V]}$$

(4) (3) の⑥⑦に、(3) で求めた V_B' を代入する

$$Q_2' = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2 + C_3} V$$

$$Q_3' = \frac{C_1 C_3}{C_1 + C_2 + C_3} V$$

(3) の④から

$$Q_1' = Q_2' + Q_3' = \frac{C_1(C_2 + C_3)}{C_1 + C_2 + C_3} V$$

$$\text{答. } Q_1' = \frac{C_1(C_2 + C_3)}{C_1 + C_2 + C_3} V \text{ [C] \quad } Q_2' = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2 + C_3} V \text{ [C] \quad } Q_3' = \frac{C_1 C_3}{C_1 + C_2 + C_3} V \text{ [C]}$$