物理基礎・物理

問題 1

(1)

求める張力をT〔N〕、垂直抗力をN〔N〕、鉛直上向きの摩擦力をR〔N〕とする。
点 A のまわりの力のモーメントのつり合いより　$T\sin\theta \times L = mga$
よって、$T = mga/L\sin\theta$　〔N〕

棒にはたらく力のつり合いより

水平方向：$T\cos\theta = N$

鉛直方向：$T\sin\theta + R = mg$

ゆえに、$N = \frac{mga}{L\tan\theta}$〔N〕、$R = mg - \frac{mga}{L} = \frac{L-a}{L}mg$〔N〕

(2)

$a = \frac{1}{2}L$ [m]，$\theta = 45°$より

$$N = \frac{mgL/2}{L\tan 45°} = \frac{1}{2}mg \text{〔N〕}$$

$$R = \frac{L-L/2}{L}mg = \frac{1}{2}mg \text{〔N〕}$$

このときの摩擦力が最大摩擦力 R_{max} となり、

$$R_{\mathrm{max}} = R = \frac{1}{2}mg \text{〔N〕}$$

また、静止摩擦係数を μ_0 とすると

$$R_{\mathrm{max}} = \mu_0 N = \frac{1}{2}\mu_0 mg$$

$$\mu_0 = 1$$

(3)

求める張力をT'〔N〕、垂直抗力をN'〔N〕、鉛直下向きの摩擦力をR'〔N〕とする。

点 A のまわりの力のモーメントのつり合いより　$T' \sin\theta \times \frac{1}{2}L = mgL$

よって、$T' = \frac{2mg}{\sin\theta}$〔N〕

棒にはたらく力のつり合いより

水平方向：$T' \cos\theta = N'$

鉛直方向：$T' \sin\theta = R' + mg$

ゆえに、$N' = \frac{2mg}{\tan\theta}$〔N〕、$R' = 2mg - mg = mg$〔N〕

(4)

$\theta = 60°$より、$N' = \frac{2mg}{\tan 60°} = \frac{2}{\sqrt{3}}mg$〔N〕

このときの最大摩擦力$R_{\max} = \mu_0 N' = \frac{2}{\sqrt{3}}mg$〔N〕となり

$R < R_{\max}$ であるから、棒はすべりださず静止したままである。

物理基礎・物理

問題２

(1)

風は音源からの音と同じ向きに吹いているので、音源からの音は、$V + V_w$の速さで伝わる。

板が受け取る音波の周波数f_1は、板が速さV_Bで音源から遠ざかるので、

$$f_1 = \frac{V + V_w - V_B}{V + V_w} f$$

(2)

風は板からの音と逆向きに吹いているので、板からの音は、$V - V_w$の速さで伝わる。

観測者が聞く音の周波数f_2は、板が速さV_Bで観測者から遠ざかるので、

$$f_2 = \frac{V - V_w}{V - V_w + V_B} f_1$$

(1)の結果から

$$f_2 = \frac{V - V_w}{V - V_w + V_B} \frac{V + V_w - V_B}{V + V_w} f$$
$$= \frac{(V - V_w)(V + V_w - V_B)}{(V + V_w)(V - V_w + V_B)} f$$

(3)

うなりの回数 N は、

$$N = |f - f_2|$$

(2)の結果から

$$N = \left| f - \frac{(V - V_w)(V + V_w - V_B)}{(V + V_w)(V - V_w + V_B)} f \right|$$

$$= \left| \left\{ 1 - \frac{(V - V_w)(V + V_w - V_B)}{(V + V_w)(V - V_w + V_B)} \right\} f \right|$$

$$= \left| \frac{(V + V_w)(V - V_w + V_B) - (V - V_w)(V + V_w - V_B)}{(V + V_w)(V - V_w + V_B)} f \right|$$

$$= \left| \frac{(V + V_w)(V - V_w) + (V + V_w)V_B - (V - V_w)(V + V_w) + (V - V_w)V_B}{(V + V_w)(V - V_w + V_B)} f \right|$$

$$= \left| \frac{(V + V_w)V_B + (V - V_w)V_B}{(V + V_w)(V - V_w + V_B)} f \right|$$

$$= \left| \frac{2VV_B}{(V + V_w)(V - V_w + V_B)} f \right|$$

$V > V_w$ であるから

$$N = \frac{2VV_B}{(V + V_w)(V - V_w + V_B)} f$$

物理基礎・物理

問題３

(1)

銅製容器の熱容量 C は、銅の比熱と容器の質量との積で求められる。

$$C = 0.38 \times 250 = 95$$

95 J/K

(2)

状態 A→B について、容器全体が得た熱量を氷の比熱 c_i を用いて表し、それをヒーターの発熱量と等式で結び、以下の方程式が立てられる。

$$150 \times \{0 - (-20)\} \times c_i + 95 \times \{0 - (-20)\} = 450 \times 17$$

$$c_i = \frac{7650 - 1900}{3000} = 1.916 \cdots$$

1.9 J/(g･K)

(3)

状態 B→C について、容器全体が得た熱量を氷の融解熱 q_i を用いて表し、それをヒーターの発熱量と等式で結び、以下の方程式が立てられる。

$$150 \times q_i = 450 \times (127 - 17)$$

$$q_i = 330$$

3.3×10^2 J/g

(4)

0 ℃の水が 90 ℃の水になるまでに要する時間を t〔s〕とする。状態 C→D について、ヒーターの発熱量を t を用いて表し、それを容器全体が得た熱量と等式で結び、以下の方程式が立てられる。

$$150 \times 90 \times 4.2 + 95 \times 90 = 450 \times t$$

$$t = 145$$

よって，求める T〔s〕は

$$T = 127 + 145 = 272$$

272 s

物理基礎・物理

問題４

(1)

C_2 と C_3 の合成容量を C_{23} とすると

$C_{23} = 2C + 3C = 5C$

また、ab 間の合成容量を C_0 とすると

$$\frac{1}{C_0} = \frac{1}{C} + \frac{1}{5C}$$

よって、

$$C_0 = \frac{5C}{6}$$

$\frac{5C}{6}$ 〔F〕

(2)

ab 間に蓄えている電気量をQとすると、(1)より

$$Q = C_0V = \frac{5CV}{6}$$

C_2 と C_3 の電気量を合わせたものが $\frac{5CV}{6}$〔C〕であり、

C_1 に蓄えられている電気量は$\frac{5CV}{6}$〔C〕であるから、

C_1 に最も多くの電気量が蓄えられている。

(3)

ア	実効値	イ	周波数（振動数）
ウ	周期	エ	$f = \frac{1}{T}$
オ	50	カ	60