

物理学

問題 1

(1)

小物体が P 点上にあるときの地面からの位置は $R \cos \theta_P$ である。力学的エネルギー保存の法則より

$$mgR = \frac{1}{2}mv_P^2 + mgR \cos \theta_P$$

$$v_P = \sqrt{2gR(1 - \cos \theta_P)}$$

答 $\sqrt{2gR(1 - \cos \theta_P)}$

(2)

速さ v_P で半径 R の円運動する物体にかかる向心力 F_P は

$$F_P = m \frac{v_P^2}{R}$$

なので (1) より

$$F_P = 2mg(1 - \cos \theta_P)$$

答 $2mg(1 - \cos \theta_P)$

(3)

中心方向を正として

$$mg \cos \theta_p - N_p = 2mg(1 - \cos \theta_p)$$

$$N_p = mg(3 \cos \theta_p - 2)$$

答 $mg(3 \cos \theta_p - 2)$

(4)

小物体が円筒から離れる瞬間の小物体にかかる垂直抗力は 0 となるので、
(3)より

$$mg(3 \cos \theta_B - 2) = 0$$

$$\cos \theta_B = \frac{2}{3}$$

答

$\frac{2}{3}$

物理学

問題 2

(1)

(a)

音源から観察者へ向かう音波の進行方向を正として、

$$f_1 = \frac{V}{V - v_A} f_A$$

与えられた値を音波の進行方向を考慮して代入して、

$$f_1 = \frac{340}{340 - 20.0} \times 864 = 918$$

答

$$f_1 = 918 \text{ Hz}$$

(b)

音源から観察者へ向かう音波の進行方向を正として、

$$f_2 = \frac{V}{V - v_A} f_A$$

与えられた値を音波の進行方向を考慮して代入して、

$$f_2 = \frac{340}{340 - (-20.0)} \times 864 = 816$$

答

$$f_2 = 816 \text{ Hz}$$

(2)

音源から観察者へ向かう音波の進行方向と同じ向きで風速 v_W [m/s] の風がある場合、媒体の移動が音波の速さに及ぼす影響を考慮して、観測者が観測する音の振動数 f_3 [Hz] は以下のようにあらわされる。

$$f_3 = \frac{V + v_W}{V + v_W - v_B} f_B$$

与えられた値を音波の進行方向を考慮して代入して、

$$f_3 = \frac{340 + 25.0}{340 + 25.0 - 15.0} \times 700 = 730$$

答

$$f_3 = 730 \text{ Hz}$$

(3) (a)

反射板が受け取る音の周波数 f_4 [Hz] は、

$$f_4 = \frac{V - v_p}{V - v_c} f_c$$

与えられた値を、音源から反射板へ向かう音波の進行方向を考慮して代入して、

$$f_4 = \frac{V - v_p}{V - v_c} f_c = \frac{340 - (-5.00)}{340 - (-15.0)} \times 710 = 690$$

答 $f_4 = 690 \text{ Hz}$

(b)

観測者が受け取る音の周波数 f_5 [Hz] は、

$$f_5 = \frac{V}{V - v_p} f_4$$

(3)の(a)の解答と与えられた値を、反射板から観測者へ向かう音波の進行方向を考慮して代入して、

$$f_5 = \frac{340}{340 - 5.00} \times 690 = 700.2 \dots$$

答 $f_5 = 700 \text{ Hz}$