

物理 正解・解答例

I

問1

$$(1) \quad \rho = \frac{M}{\frac{4\pi R^3}{3}} = \frac{3M}{4\pi R^3}$$

$$(2) \quad dr = c, \quad r d\theta = a, \quad r \sin\theta d\varphi = b, \quad r \sin\theta = l_i$$

$$(3) \quad I_1 = \frac{2}{5}MR^2$$

$$(4) \quad I_2 = \frac{2}{3}MR^2$$

$$\text{問2} \quad K_1 = \frac{1}{5}MR^2\omega^2, \quad K_2 = \frac{1}{3}MR^2\omega^2$$

問3

$$(1) \quad a_1 = \frac{5}{7}g \sin\beta, \quad a_2 = \frac{3}{5}g \sin\beta$$

(2) 設問での剛体球と球殻が斜面から滑らずに転がる場合の球重心加速度の違いを利用して、斜面から水平面までの同じ落下距離をより速く転がり落ちた球が剛体球であると判断できる。

物理 正解・解答例

2

問1

(1) R_s, R_A にかかる電圧をそれぞれ V_s, V_A とすると,

$$V_s = \frac{R_s V_0}{R_s + R_A}, \quad V_A = \frac{R_A V_0}{R_s + R_A}.$$

(2) 電流計が理想的な働きをするためには、内部抵抗 R_A をできるだけ小さくすればよい。

問2

(1) R_s, R_V を流れる電流をそれぞれ I_s, I_V とすると,

$$I_s = \frac{V_0}{R_s}, \quad I_V = \frac{V_0}{R_V}.$$

(2) 電圧計が理想的な働きをするためには、内部抵抗 R_V をできるだけ大きくすればよい。

問3

(1) 電流計の値を I_a , 電圧計の値を V_a とすると,

$$I_a = \frac{V_0}{R_s + 2r}, \quad V_a = (R_s + 2r)I_a = V_0.$$

(2) 電流計の値を I_b , 電圧計の値を V_b とすると,

$$I_b = \frac{V_0}{R_s + 2r}, \quad V_b = R_s I_b = \frac{R_s V_0}{R_s + 2r}.$$

(3) 測定値から得られる抵抗値は、(a)の測定法では,

$$R_a = R_s + 2r.$$

(b)の測定法では,

$$R_b = R_s.$$

となる。接触抵抗の影響がないので、(b)の方法が適している。

物理 正解・解答例

3

問1

(1) λ/n

(2) スネルの式より, $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = n$

$$\therefore \theta_2 = \sin^{-1}(\sin \theta_1 / n)$$

問2

(1) 隣り合う反射面であらゆる方向に反射(散乱)された二つの光が, 散乱後に樹脂層内で互いに強め合う条件は,

$$d(\sin \theta_2 - \sin \theta_3) = m \frac{\lambda}{n} \quad m: \text{整数}$$

であり、

$$\sin \theta_2 - \sin \theta_3 = \frac{m\lambda}{nd}$$

$$\sin \theta_3 = \sin \theta_2 - \frac{m\lambda}{nd} = \frac{1}{n} \sin \theta_1 - \frac{m\lambda}{nd} = \frac{1}{n} \left(\sin \theta_1 - \frac{m\lambda}{d} \right) \quad m: \text{整数}$$

(2) 反射光が, 樹脂層から空気中に出る際の出射角度を θ_4 とすると,

$$\theta_4 = \sin^{-1}(n \sin \theta_3)$$

問2(1)の条件から, 反射強度が強められる θ_4 の条件は,

$$\theta_4 = \sin^{-1}(\sin \theta_1 - \frac{m\lambda}{d}) \quad m: \text{整数}$$

(3) 答え: 赤色

(理由) 問2(2)の答えに, $\theta_1 = 0$ を代入すると,

$$\theta_4 = \sin^{-1}(-\frac{m\lambda}{d})$$

となり, $0 < \theta_4 < 90$ 度の条件より $m = -1$ のとき θ_4 が最小となる。

このとき,

$$\theta_4 = \sin^{-1}(\frac{\lambda}{d})$$

となり, 赤色は緑色よりも波長が長いため, 赤色のレーザーポインタを使った時の方が θ_4 の最小値が大きくなる。