

2014年度 東京医科歯科大学 (物理学)

概要

(試験概要)

解答方式	大問数	難易度	点数	時間
記述式	2問	やや難		

(設問別分析)

問題番号	領域	難易度	内容
1	力学	やや難	運動する台上での単振動
2	物性物理学	標準	コンプトン効果

問題 1

問 1 物体が二本のばねから受ける力の大きさは,

$$F = k(L - x_1 - l) - k(L + x_1 - l) = -2kx_1$$
$$\therefore m_1 a_1 = -2kx_1$$

問 2

$$\frac{k}{2}(L - d - l)^2 + \frac{k}{2}(L + d - l)^2 = k(L - l)^2 + kd^2$$

問 3 力学的エネルギー保存則より,

$$\frac{m_1}{2}v_0 + k(L - l)^2 = k(L - l)^2 + kd^2$$
$$\therefore v_0 = d\sqrt{\frac{2k}{m_1}}$$

問 4 問 1 で求めた運動方程式より,

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{2k}{m_1}}$$

問 5 周期: 0, 振幅: 0

問 6 周期: $2\pi\sqrt{\frac{m_1}{2k}}$, 振幅: d

問 7

$$m_1 a_1 = -2k(x_1 - x_2)$$

問 8 物体を台と合わせた系の重心 x_G は,

$$x_G = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2}$$

題意より, 上の x_G と初期状態の重心は等しい。ゆえに,

$$\frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2} = \frac{m_1 d}{m_1 + m_2}$$
$$\therefore m_1 x_1 + m_2 x_2 = m_1 d$$

問 9 問 8 より,

$$x_2 = \frac{m_1}{m_2}(d - x_1)$$

これを問 7 で求めた運動方程式に代入すると,

$$\frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} a_1 = -2k \left(x_1 - \frac{m_1}{m_1 + m_2} d \right)$$
$$\therefore x_1 = \frac{m_1}{m_1 + m_2} d$$

問10 問9の運動方程式より,

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m_1 m_2}{2k(m_1 + m_2)}}$$

問題2

問1 略

問2 閉じる

問3 照射する光のエネルギーを $h\nu$ と, ナトリウムの仕事関数 W との差が金属表面から飛び出してくる光電子の運動エネルギーとなるので,

$$K_M = h\nu - W$$

グラフより, $K_M = 0[\text{J}]$ のとき $\nu = 5.6 \times 10^{14}[\text{Hz}]$ 。 $K_M = 7.4 \times 10^{-19}[\text{J}]$ のとき $\nu = 16.8 \times 10^{14}[\text{Hz}]$ となる。よって,

$$5.6 \times 10^{14}h - W = 0$$

$$16.8 \times 10^{14}h - W = 7.4 \times 10^{-19}$$

$$\therefore h = 6.6 \times 10^{-34}[\text{J} \cdot \text{s}]$$

$$\therefore W = 3.7 \times 10^{-19}[\text{J}]$$

問4 問3参照

問5 限界振動数を ν_0 とすると,

$$h\nu_0 - W = 0$$

$$\therefore \nu_0 = \frac{W}{h}$$

よって, 限界波長 λ_0 は,

$$\begin{aligned} \lambda_0 &= \frac{c}{\nu_0} \\ &= \frac{hc}{W} \\ &= 2.9 \times 10^{-7} [\text{m}] \end{aligned}$$

問6 略

問7 略

問8 略

問 9 光が波動であると仮定すると，光のエネルギー密度は光の強度に比例するので，光の強度を強くしていくと，光電子は飛び出してくるはずである。しかし，実際には飛び出していない。それゆえ，光の波動性という前提が誤っている。

問 10

$$\Delta\lambda = \frac{h}{mc}(1 - \cos\phi)$$