

23.2.10 3 ימים

התנאי הראשוני a (1)

האנרגיה האלסטית = $E_{el} = \frac{1}{2} k \sum_n (y_n - y_{n-1})^2 \xrightarrow{a \rightarrow 0} \frac{1}{2} k \int \frac{dx}{a} \left(a \frac{dy}{dx} \right)^2$

$T = ka \Rightarrow = \frac{1}{2} T \int dx \left(\frac{dy}{dx} \right)^2$

$E_{el} = \frac{1}{2} T \int dx \left[2 \cdot \frac{2\pi}{L} \cos \frac{2\pi x}{L} + 3 \cdot \frac{\pi}{L} \cos \frac{\pi x}{L} \right]^2$

$\int \cos^2 \frac{\pi x}{L} dx = \int \cos^2 \frac{2\pi x}{L} dx = \frac{1}{2} L$

$\int \cos \frac{2\pi x}{L} \cos \frac{\pi x}{L} dx = \frac{1}{2} \int \cos \frac{3\pi x}{L} dx + \frac{1}{2} \int \cos \frac{\pi x}{L} dx = 0$

$E_{el} = \frac{1}{2} T \left[\left(\frac{4\pi}{L} \right)^2 + \left(\frac{3\pi}{L} \right)^2 \right] \frac{1}{2} L = \frac{25\pi^2}{4L} T$ C.G.S. מדידה

$\omega(k) = \sqrt{\frac{T}{\rho}} k$

$k = \frac{2\pi}{L}, \frac{\pi}{L}$

התנאי הראשוני

$y(x,t) = 2 \sin \frac{2\pi x}{L} \cos \left(\sqrt{\frac{T}{\rho}} \frac{2\pi}{L} t \right) + 3 \sin \frac{\pi x}{L} \cos \left(\sqrt{\frac{T}{\rho}} \frac{\pi}{L} t \right)$

$\frac{dy(x,t)}{dt} \Big|_0 = 0$ עדיף

התנאי הסף $k \rightarrow \cos \omega(k) \tau = 1$. c

$\sqrt{\frac{T}{\rho}} \frac{\pi}{L} \tau = 2\pi$

לכן $\omega \tau = 2\pi$

$\tau = 2L \sqrt{\rho/T}$

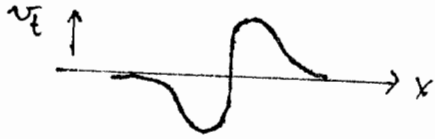
23.2.10

3 סימנים

2) כוונת הבעיה היא להבין את $y(x-ct)$ כשם שהיא מתנהגת

$40 \text{ m/s} = v = \sqrt{T/\rho}$, (אין נתון k)

$v_t = \frac{\partial y(x-ct)}{\partial t} = -v \frac{\partial y(x-ct)}{\partial x} \stackrel{t=0}{=} -v \frac{\partial y(x)}{\partial x}$ (מהירות התנודה (פזיות))



מהירות התנודה v_t היא הפזיות של $y(x)$ כשם שהיא מתנהגת

$v_t^{\text{max}} = \pm v \cdot \frac{0.1 \text{ m}}{1 \text{ m}} = \pm 4 \text{ m/s}$

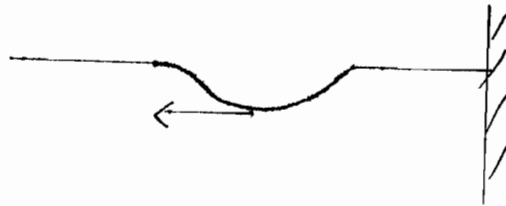
$\rho = 2 \text{ kg/100m} = \frac{1}{50} \text{ kg/m}$

$v = \sqrt{T/\rho} \Rightarrow T = v^2 \rho = 40^2 / 50 = 32 \text{ N}$

2) קצב המעבר של האנרגיה הוא $v_t = 0$ כאשר $z_2 = \infty$

האנרגיה מתחזקת

$R_y = \frac{z_1 - z_2}{z_1 + z_2} = -1$



23.2.10

סימניק 3



\hat{y} תנן $F = \frac{q}{c} \mathbf{v} \times \mathbf{B}$. n (3)

$\frac{m v_0^2}{R} = \frac{q}{c} v_0 B$ כח צנטריפטי.

$R = \frac{m v_0 c}{q B}$

$\omega = v_0/R = \frac{qB}{mc}$

ג. תדירות הסובב

המיוצג הנ"ל הוא אסמטה המהירות ω וכן עם הקוניה הירוקה
 $\vec{E} \sim \vec{a}_\perp(t - r_0/c)$ קצרה אולם מהירות שולמה ω .

ב. $\vec{r} = R(\hat{y} \cos \omega t + \hat{x} \sin \omega t)$ מקום התלוק

$\vec{a} = \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} = -\omega^2 R(\hat{y} \cos \omega t + \hat{x} \sin \omega t)$

3. ניצב \hat{z} : $\vec{a}_\perp = \vec{a}$, $\vec{E} = \frac{-q}{r_0 c^2} a_\perp(t - r_0/c)$

$= \frac{q}{r_0 c^2} \cdot \omega^2 R [\hat{y} \cos(\omega(t - r_0/c)) + \hat{x} \sin(\omega(t - r_0/c))]$

קיבול אסמטה \hat{z} .

ג. כנשר $\vec{a} \parallel \hat{y}$ הייבוק a_\perp קבול ישר

כמיטת התרועוע

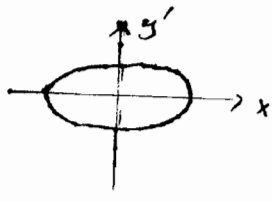
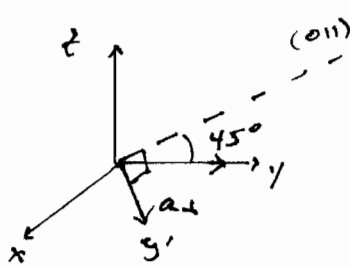
כנשר $\vec{a} \parallel \hat{x}$, $\vec{a} = \vec{a}_\perp$

לכאל $x y'$ בלש המישור $x y'$

$a_{y'} = a_y / \sqrt{2}$

$\vec{a}_\perp = -\omega^2 R [\frac{1}{\sqrt{2}} \hat{y}' \cos \omega t + \hat{x}' \sin \omega t]$

הקיבול המישור $x y'$ הניצב \hat{z} (011) הוא אנליכט.



23.2.10

3 יו"ב

$$I(\theta) \sim \left| \sum_{n=0}^{N-1} e^{i k d \sin \theta \cdot n} \right|^2 \quad \sum_{n=0}^{N-1} x^n = \frac{x^N - 1}{x - 1} \quad (4)$$

$$= \left| \frac{e^{i k d \sin \theta \cdot N} - 1}{e^{i k d \sin \theta} - 1} \right|^2 = \frac{\sin^2 \left(\frac{1}{2} k d N \sin \theta \right)}{\sin^2 \left(\frac{1}{2} k d \sin \theta \right)} \xrightarrow{\theta=0} N^2$$

$$I(\theta) = I_0 \frac{\sin^2 \left(\frac{1}{2} k d N \sin \theta \right)}{N^2 \sin^2 \left(\frac{1}{2} k d \sin \theta \right)}$$

I_0 is the intensity at $\theta=0$
 $k = 2\pi/\lambda$

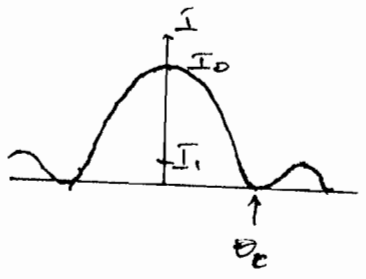
$\sin \theta \approx \theta$, $\frac{1}{2} k d N \theta = \pi, 2\pi$ \rightarrow minima

$\frac{1}{2} k d N \theta = \frac{3\pi}{2}$ \rightarrow first minimum I_1

$$I_1 = I_0 \frac{\sin^2 \left(\frac{3\pi}{2} \right)}{N^2 \sin^2 \left(\frac{3\pi}{2N} \right)} = \frac{I_0}{N^2 \sin^2 \left(\frac{3\pi}{2N} \right)} < 0.1$$

$$N \sin \frac{3\pi}{2N} > \frac{1}{\sqrt{0.1}} = 3.16$$

$$N \sin \frac{3\pi}{2N} = 1 (N=1), \sqrt{2} (N=2), 3 (N=3), 3.7 (N=4), \dots$$



$N=4$ is the first minimum

$3^\circ > \theta_c$ is the angle of the first minimum

$$\frac{1}{2} k d N \theta_c = \pi$$

$$\theta_c = \frac{\lambda}{2N} < \pi \cdot 3 / 180$$

$$\frac{d}{\lambda} > \frac{180}{\pi \cdot 3N} = 4.8$$

$$p \sim \frac{1}{\lambda} \hbar \omega \quad \Delta p \quad (5)$$

$$x \sim \frac{1}{k} \hbar \omega \quad \Delta x$$

$$E_k = \frac{(\Delta p)^2}{2m_p} < 10^3 \text{ eV}$$

ע"כ

$$\Delta p \Delta x > \frac{1}{2} \hbar \Rightarrow \Delta x > \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\hbar^2}{2m_p E_k}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1.05^2 \cdot 10^{-54+24+12}}{2 \cdot 1.67 \cdot 1.6 \cdot 10^{-27}}}$$

$$= 7.2 \cdot 10^{-12} \text{ cm}$$

שיעור הכרחי של אנרגיה $p \cdot x = \hbar/2 \rightarrow$

$$E(x) = \frac{1}{2m} \left(\frac{\hbar}{2x} \right)^2 + \frac{1}{2} m \omega^2 x^2 \quad \langle x^2 \rangle^{1/2} \rightarrow x$$

$$E'(x) = -\frac{1}{m} \frac{\hbar^2}{4x^3} + m \omega^2 x = 0 \Rightarrow x = \sqrt{\frac{\hbar}{2m\omega}}$$

$E(x)$ אנו מציבים את x

$$E_{\min} = E\left(x = \sqrt{\frac{\hbar}{2m\omega}}\right) = \frac{1}{2m} \frac{\hbar^2 \cdot 2m\omega}{4\hbar} + \frac{1}{2} m \omega^2 \frac{\hbar}{2m\omega}$$

$$= \frac{1}{2} \hbar \omega$$