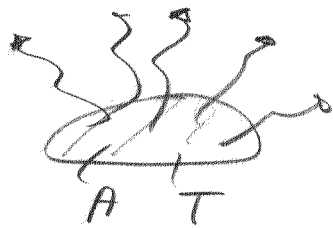


(A1)

Stefan-Boltzmann:

$$\text{tot. utstrålad effekt} \frac{\text{W}}{\text{m}^2} = \sigma \cdot T^4 = 0,91 \cdot 10^6 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$\uparrow$$

$$5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}^4}$$

$$\Rightarrow \underline{T = 2000 \text{ K}}$$

Wien: $\lambda_{\text{max}} \cdot T = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$

$$\Rightarrow \lambda_{\text{max}} = 1,45 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

Planck: effekt $\frac{\text{W}}{\text{m}^2}$ inom intervall $[\lambda, \lambda + d\lambda] =$

$$= \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1} \cdot d\lambda = \left\{ \begin{array}{l} \lambda = \lambda_{\text{max}} \\ d\lambda = 10 \text{ Å} \\ T = 2000 \text{ K} \end{array} \right\} =$$

$$\left(= \frac{2\pi \cdot 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 9 \cdot 10^{16}}{(1,45 \cdot 10^{-6})^5} \cdot \frac{1}{e^{\frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 9 \cdot 10^{16}}{1,45 \cdot 10^{-6} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 2000} - 1}} \cdot (10 \cdot 10^{-10}) \right) = 4,1 \cdot 10^2 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} = S_{\text{sol}}$$

(A4)

da $T = \text{konst}$: $P_{\text{tillförd}} = P_{\text{bortledd}}$ genom strålning (om värmeledning genom ändarna försummas)

∴ all på elektrisk väg tillförd effekt strålar ut och tråden är svart.

$$P_1 = 25 \text{ W} \Rightarrow T_1 = 2400 \text{ K}$$

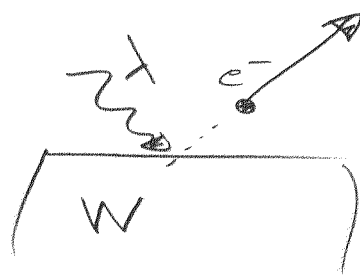
$$P_2 = 40 \text{ W} \Rightarrow T_2 = ?$$

utstrålad effekt från ytan A: $\sigma T^4 \cdot A$

$$\begin{cases} P_1 = \sigma \cdot T_1^4 \cdot A \\ P_2 = \sigma \cdot T_2^4 \cdot A \end{cases} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^4 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \underline{T_2 = T_1 \cdot \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{1/4}} = 2400 \cdot \left(\frac{40}{25} \right)^{1/4} \text{ K} = \underline{\underline{2700 \text{ K}}}$$

B2



$$E_{k, \max} = \frac{1}{2} m v_{\max}^2 = \frac{hc}{\lambda} - \Phi$$

max våglängd för el. emission = $\lambda_1 = 230 \text{ nm}$

$$\Rightarrow \Phi = \frac{hc}{\lambda_1} \left(= \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{230 \cdot 10^{-9} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} \text{ eV} \right) = 5,40 \text{ eV}$$

med $\lambda = \lambda_2 = 180 \text{ nm}$ förs de

$$E_{k, \max} = \frac{hc}{\lambda_2} - \Phi \left(= \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{180 \cdot 10^{-9} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} \text{ eV} - 5,40 \text{ eV} \right) = 6,9 - 5,4 = \underline{\underline{1,5 \text{ eV}}}$$

$$\frac{1}{2} m v_{\max}^2 = 1,5 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J} \Rightarrow v_{\max} = \underline{\underline{7,3 \cdot 10^5 \text{ m/s}}}$$

C4



Våglängden ändras med

25% dvs. $\lambda' = 1,25\lambda$

Energier: Före: $\frac{hc}{\lambda} + m_0 c^2$

Efter: $\frac{hc}{\lambda'} + m_0 c^2 + E_{kin, e}$

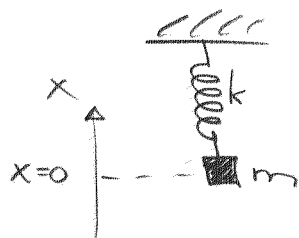
$$\therefore \frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda'} + E_{kin, e} = \frac{hc}{\frac{5}{4}\lambda} + E_{kin, e}$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{E_{kin, e}}} = \frac{hc}{\lambda} - \frac{4}{5} \frac{hc}{\lambda} = \frac{1}{5} \frac{hc}{\lambda} = \frac{1}{5} \cdot 2,0 \text{ MeV} = \underline{\underline{0,4 \text{ MeV}}}$$

Svar

F3

Harmonisk oscillator



$$U(x) = \frac{1}{2} k x^2 = \text{potentiella energin}$$

Visa att $\psi(x) = A \cdot e^{-g x^2}$ är en lösning till S.E

och bestäm energin för detta tillstånd.

$$S.E. \quad -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2 \psi(x)}{dx^2} + U(x) \cdot \psi(x) = E \psi(x)$$

$$\begin{aligned} \frac{d^2 \psi}{dx^2} &= \frac{d}{dx} (-g \cdot 2x \cdot A \cdot e^{-g x^2}) = -2g A \{ 1 \cdot e^{-g x^2} + x \cdot (-g \cdot 2x) \cdot e^{-g x^2} \} = \\ &= -2g A e^{-g x^2} \{ 1 - 2g x^2 \} \end{aligned}$$

$$\therefore S.E. \quad -\frac{\hbar^2}{2m} \cdot (-2g) \cdot \psi(x) \cdot \{ 1 - 2g x^2 \} + \frac{1}{2} k x^2 \psi(x) = E \psi(x)$$

$$\Rightarrow E = \frac{\hbar^2 g}{m} - \frac{2g^2 \hbar^2 x^2}{m} + \frac{1}{2} k x^2$$

$$E = \frac{\hbar^2 g}{m} + \left[\frac{1}{2} k - \frac{2\hbar^2 g^2}{m} \right] x^2 = \left\{ g = \frac{\sqrt{km}}{2\hbar} \right\} =$$

$$= \frac{\hbar^2 g}{m} + \left[\frac{1}{2} k - \frac{1}{2} k \right] = \frac{\hbar^2}{m} \cdot \frac{\sqrt{km}}{2\hbar} = \frac{1}{2} \hbar \sqrt{\frac{k}{m}}$$

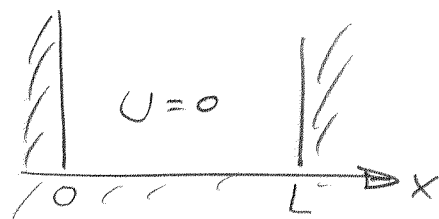
$$\frac{1}{2} \hbar \sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{1}{2} \hbar \omega \text{ är energin}$$

i grundtillståndet (nollpunkts svängning) för den linjära harmoniska oscillatorn.

Övriga möjliga energier: $E_n = (n + \frac{1}{2}) \hbar \omega$
 $n = \text{heltal}$

↑
Svar:

G5



$$\psi = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin \frac{n\pi}{L} x \quad \left(\begin{array}{l} \text{från} \\ \text{ex. vis} \\ \text{Phys. H-book} \end{array} \right)$$

$$P(x_1 < x < x_2) = \int_{x_1}^{x_2} |\psi|^2 dx; \quad \int_0^L |\psi(x)|^2 dx = 1$$

$$P(0 < x < \frac{L}{3}) = \int_0^{\frac{L}{3}} \left(\sqrt{\frac{2}{L}} \sin \frac{n\pi}{L} x \right)^2 dx = \frac{2}{L} \int_0^{\frac{L}{3}} \frac{1 - \cos \frac{2n\pi}{L} x}{2} dx =$$

$$= \frac{1}{L} \left[x - \frac{L}{2n\pi} \sin \frac{2n\pi}{L} x \right]_0^{\frac{L}{3}} = \frac{1}{3} - \frac{1}{2n\pi} \sin \frac{2n\pi}{3}$$

a) $n=1 \Rightarrow \frac{1}{3} - \frac{1}{2\pi} \sin \frac{2\pi}{3} = 19,5\%$

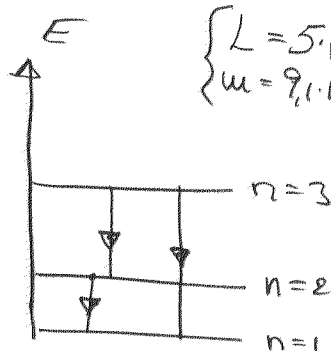
b) $n=2 \Rightarrow \frac{1}{3} - \frac{1}{2 \cdot 2 \cdot \pi} \sin \frac{2 \cdot 2 \cdot \pi}{3} = 40,2\%$

c) $n \rightarrow \infty \Rightarrow \frac{1}{3} - \frac{1}{\infty} \cdot (\text{max } 1) = \frac{1}{3}$

d) klassisk fysik $= \frac{1}{3}$

(lika stor sannolikhet överallt. partikeln rör sig med konstant hastighet och studsar elastiskt mellan väggarna. Tillbringar lika mycket tid i alla delar av lådan.)

G1 b)



$$\begin{cases} L = 5 \cdot 10^{-10} \text{ m} \\ m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \end{cases}$$

$$E_n = n^2 \cdot \frac{h^2}{8mL^2} \quad (\text{ härledning i a})$$

$$h f_{3 \rightarrow 1} = E_3 - E_1 = (9-1) \cdot \frac{h^2}{8mL^2}$$

$$\Rightarrow f_{3 \rightarrow 1} = \frac{8h}{8mL^2} = 2,9 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

$$\text{PSS. } f_{3 \rightarrow 2} = \frac{5h}{8mL^2} = 1,8 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

$$\text{och } f_{2 \rightarrow 1} = \frac{3h}{8mL^2} = 1,1 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$