

$$\begin{aligned}\int \sin ax \, dx &= -\frac{\cos ax}{a} & \int \cos ax \, dx &= \frac{\sin ax}{a} \\ \int \sin^2 ax \, dx &= \frac{x}{2} - \frac{\sin 2ax}{4a} & \int \cos^2 ax \, dx &= \frac{x}{2} + \frac{\sin 2ax}{4a} \\ \int x \sin ax \, dx &= \frac{\sin ax}{a^2} - \frac{x \cos ax}{a} & \int x \cos ax \, dx &= \frac{\cos ax}{a^2} + \frac{x \sin ax}{a} \\ \int x^2 \sin ax \, dx &= \frac{2x}{a^2} \sin ax + \left(\frac{2}{a^3} - \frac{x^2}{a}\right) \cos ax & \int x^2 \cos ax \, dx &= \frac{2x}{a^2} \sin ax + \left(\frac{2}{a^3} - \frac{x^2}{a}\right) \cos ax\end{aligned}$$

$$\int x^2 \cos^2 bx \, dx = \frac{4b^3 x^3 + 3(2b^2 x^2 - 1) \sin 2bx + 6bx \cos 2bx}{24b^3}$$

$$\int_0^\infty e^{-ax^2} \, dx = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi}{a}}$$

$$x^3 - y^3 = (x - y)(x^2 + xy + y^2)$$

$$c = 2.99792458 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$e = 1.602176462 \times 10^{-19} \text{ Coul}$$

$$h = 6.626068 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} = 4.1356668 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}$$

$$\hbar = 1.05457148 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} = 6.58211814 \times 10^{-16} \text{ eV} \cdot \text{s}$$

$$m_e = 9.10938188 \times 10^{-31} \text{ kg} = 0.510998903 \text{ MeV}/c^2$$

$$m_p = 1.67262158 \times 10^{-27} \text{ kg} = 938.271996 \text{ MeV}/c^2$$

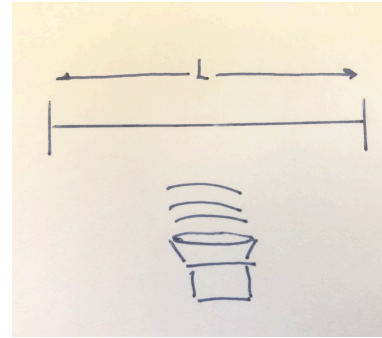
$$m_n = 1.6749286 \times 10^{-27} \text{ kg} = 939.565630 \text{ MeV}/c^2$$

$$\sigma = 5.670400 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$$

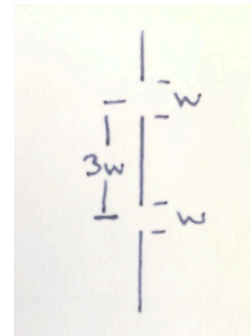
$$\lambda_c = h/(m_e c) = 2.4263106 \times 10^{-12} \text{ m}$$

$$(4\pi\epsilon_0)^{-1} = 8.988 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{Coul}^2$$

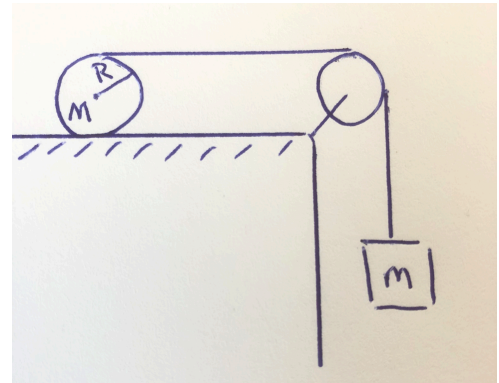
- 1) En violinsträng är L lång och har en densitet ρ . Strängen befinner sig i närheten av en högtalare. När högtalaren sveper över sitt frekvensspektrum, noterar K/E-studenten att strängen hamnar i resonans vid två olika frekvenser. Inga övriga resonanser finns mellan dessa två frekvenser. Bestäm spänningen i violinsträngen. (4p)



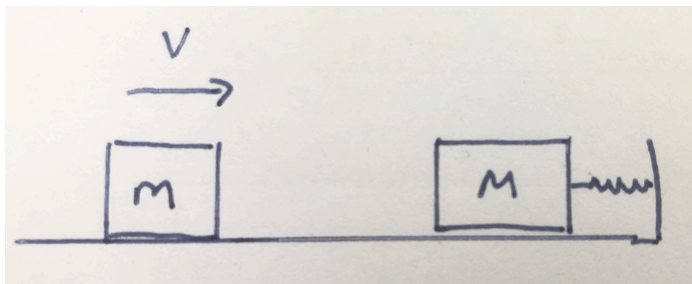
- 2) I ett dubbelspaltsexperiment är de två slitsarna w breda. Slitsarna är separerade med $3w$. Hur många interferensmaxima finns innanför den centrala diffraktionstoppen? (4p)



- 3) En skiva med massa M och tröghetsmoment $I=MR^2/2$ sitter ihopkopplad genom ett otöjbart rep med en kloss med massa m . Repet löper över en trissa som har en försumbar massa. Friktionen mellan skivan och underlaget gör att skivan rullar utan att glida. Beräkna kropparnas acceleration samt spännkraften i repet. (4p)



- 4) En kloss med massan m och hastigheten v träffar en kloss med massan M . Klossen med massan M sitter fast i en fjäder (fjäderkonstant k) som befinner sig i sitt viloläge. Under stöten fastnar kropparna i varandra. Beräkna den maximala kompressionen av fjädern efter stöten. (4p)



- 5) Vätets så kallade Lyman α linje, som uppstår i $2p \rightarrow 1s$ övergången, har en våglängd $\lambda_0 = 1215 \text{ \AA}$ i labbet. Man observerar samma övergång från en avlägsen galax men då med våglängden $\lambda_0 = 9682 \text{ \AA}$.

- a) Anta att galaxen rör sig i radiell riktning från oss och beräkna galaxens hastighet. (3p)
- b) Enligt Edwin Hubbles lag är en galax avstånd från jorden d relaterat till hastigheten v enligt $v = H \cdot d$, där $H = 72$ [km/sMpc] (Mpc=megaparsec). Bestäm galaxens avstånd från jorden i ljusår. (1p)



- 6) En kvantpartikel befinner sig i en 2D-brunn med längden $x=L$ samt $y=2L$. Vilken energi har det första degenererade tillståndet? (4p)

