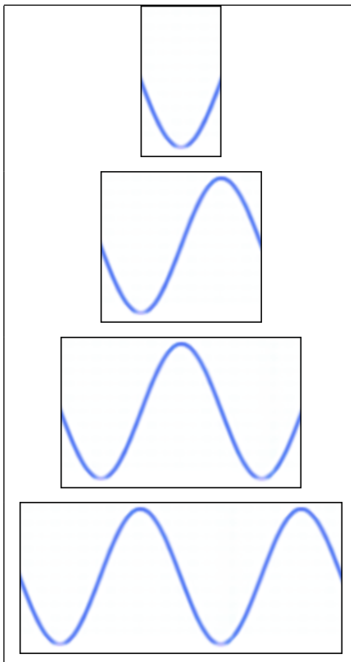
Klasse 11/12, Physik, 8.2.2021-12.2.2021

I Den unten stehenden Text ins Heft übertragen, den Vorgang sich einprägen und mit Seite 262 vergleichen!

II Die Aufgaben unter dem Text bearbeiten!

Quantenobjekte lassen sich durch sogenannte Wellenfunktionen beschreiben. Diese sind eigentlich nur Sinusfunktionen oder Überlagerungen von Sinusfunktionen.
Beispiele:
$\psi(x,t) = sin(x+t)$
$\chi(x,t) = sin(2x+\frac{t}{T})$
$\phi(x,t) = sin(x+t) + sin(2x+\frac{t}{T})$
So eine Wellenfunktion soll zwar das Quantenobjekt (z.B. ein Elektron) beschreiben, ist aber selbst nicht direkt beobachtbar. (Man hat bei einem Elektron nie einen wellenförmigen Flug beobachtet!) Man kann aber an Hand der Wellenfunktion berechnen, wo man das Objekt mit großer Wahrscheinlichkeit finden würde, wenn man den Ort des Teilchens misst, also das Teilchen erzwingt einen Ort zu haben. (Wenn man keine Ortsmessung vornimmt, hat das Objekt u.U. gar nicht die Eigenschaft einen Ort zu besitzen. $\longrightarrow$ siehe Doppelspaltversuch) Das Quadrat der Wellenfunktion gibt an, wie wahrscheinlich es ist das Objekt zu finden.
$\psi^2(x,t) = (sin(x+t))^2$
$\psi^2(0,0) = (sin(0+0))^2 = 0$
Man wird das Objekt also zum Zeitpunkt $t = 0$ nicht am Ort $x = 0$ finden.
$\psi^2(0,4) = (sin(0+4))^2 = (-0,7568024953)^2 = 0,5727500169$
$\psi^2(-2,1) = (sin(-2+1))^2 = (-0,8414709848)^2 = 0,7080734183$
Man findet das Objekt eher am Ort $x = 0$ zum Zeitpunkt $t = 4$ und noch eher am Ort $x = -2$ zum Zeitpunkt $t = 1$.
Wir haben gesehen, dass bei den Doppelspaltversuchen das Quantenobjekt mit großer Wahrscheinlichkeit dort auf dem Detektorschirm auftrifft, wo es mit sich selbst konstruktive Interferenz macht. Eine Welle, so als Sinus beschrieben, hat kein Anfang und kein Ende.

Sperrt man die Welle ein, so reflektiert sie an den Wänden und interferiert dann mit sich selbst, und zwar, bis auf abzählbare Ausnahmen, so, dass es überall zu destruktiver Interferenz kommt. Nur wenn die Größe des Raumes ein ganzzahliges Vielfaches der Hälfte der Wellenläge ist, kommt es bei der Reflexion und Selbstüberlagerung der Welle an manchen Stellen zu konstruktiver Interferenz.



Raumgröße=1$\cdot\frac{\text{Wellenlänge}}{2}$	$a=\frac{\lambda}{2}$
Raumgröße=2$\cdot\frac{\text{Wellenlänge}}{2}$	$a=2\cdot\frac{\lambda}{2}$
Raumgröße=3$\cdot\frac{\text{Wellenlänge}}{2}$	$a=3\cdot\frac{\lambda}{2}$
Raumgröße=4$\cdot\frac{\text{Wellenlänge}}{2}$	$a=4\cdot\frac{\lambda}{2}$

Also $a=n\cdot\frac{\lambda}{2}$ $(n\epsilon\mathbb{N})$.
Gibt man die Raumgröße a vor, dann erhält man für die möglichen Wellenlängen: $\lambda=\frac{2\cdot a}{n}$.
Nimmt man λ als de Broglie Wellenlänge ergibt sich: $\lambda=\frac{h}{p}=\frac{2\cdot a}{n}\implies p=n\cdot\frac{h}{2\cdot a}$.
Der Impuls p ist definiert durch $p=m\cdot v$, also $v=\frac{p}{m}$.
Nimmt man nun die kinetische Energie $E=\frac{1}{2}\cdot m\cdot v^2$ (Klasse 10) und setzt sukzessive ein

$$E=\frac{1}{2}\cdot m\cdot v^2=\frac{1}{2}\cdot m\cdot\left(\frac{p}{m}\right)^2=\frac{1}{2}\cdot m\cdot\left(\frac{n\cdot\frac{h}{2\cdot a}}{m}\right)^2=\frac{1}{2}\cdot m\cdot\left(n^2\cdot\frac{h^2}{2^2\cdot a^2}\cdot\frac{1}{m^2}\right)$$
$$=\frac{1\cdot\cancel{m}\cdot n^2\cdot h^2\cdot 1}{2\cdot 2^2\cdot a^2\cdot m^{\cancel{2}}}=\frac{n^2\cdot h^2}{8\cdot a^2\cdot m}$$

Um die Abhängigkeit der Energie von n zu zeigen, bekommt das E noch den entsprechenden Index:

$$E_n=n^2\cdot\frac{h^2}{8\cdot a^2\cdot m}\qquad(n\epsilon\mathbb{N})$$

So lassen sich die möglichen Energieniveaus eine eingesperrten Teilchens berechnen. Geht das Teilchen von einem höheren in ein niedrigeres Energieniveau, so wird die entsprechende Energiedifferenz als Photon ausgesendet. Umgekehrt braucht es ein Photon mit genau dieser Energie, um das Teichen von dem niedrigeren Niveau wieder in das höhere zu bringen.

Aufgaben
Ein Elektron ist in einen $2\cdot 10^{-7}$m langen Raum gesperrt.

1. Berechne die Frequenz des Photons, welche notwendig ist, um das Elektron vom zweiten ins fünfte Energieniveau zu heben.
2. Zeichne ein Diagramm, bei dem die Energie in Abhängigkeit von dem Energiniveau dargestellt ist. (Rechtsachse: Energieniveau (bis 5), Hochachse: Energie)