a) • Für die Periodendauer gilt:

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{10}\,\mathrm{s} = 0{,}1\,\mathrm{s}\,.$$

Weiter gilt für die Periodendauer des Federpendels:

$$T = 2\cdot\pi\cdot\sqrt{\frac{m}{D}}\,.$$

Umstellen nach der Federkonstanten liefert:

$$D = \frac{4\cdot\pi^2\cdot m}{T^2} = \frac{4\cdot\pi^2\cdot 0{,}1}{0{,}1^2}\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}} \approx 395\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\,.$$

• Man kann die Periodendauer vergrößern, indem man die Schwingende Masse vergrößert oder die Federkonstante der Blattfeder verkleinert.

• Die maximale Geschwindigkeit erhält man gemäß der Beziehung $\hat{v} = \omega\cdot\hat{s}$, so folgt:

$$\hat{v} = \omega\cdot\hat{s} = 2\cdot\pi\cdot f\cdot\hat{s} = 2\cdot\pi\cdot 10\cdot 0{,}002\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\,.$$

• Zu Beginn ist die Masse maximal positiv ausgelenkt, weshalb das Weg-Zeit-Gesetz die folgende Form besitzt:

$$s(t) = \hat{s}\cdot\cos(\omega\cdot t)\,.$$

Für die Kreisfrequenz dieser Bewegung gilt:

$$\omega = 2\cdot\pi\cdot f = 2\cdot\pi\cdot 10\,\frac{1}{\mathrm{s}}\,.$$

Deshalb befindet sich die Masse zum Zeitpunkt $t = 0{,}04\,\mathrm{s}$ am Ort:

$$s(0{,}04\,\mathrm{s}) = 2\cdot\cos(20\cdot\pi\cdot 0{,}04)\,\mathrm{mm} \approx -1{,}6\,\mathrm{mm}\,.$$

Sie befindet sich $1{,}6\,\mathrm{mm}$ unterhalb der Gleichgewichtslage.

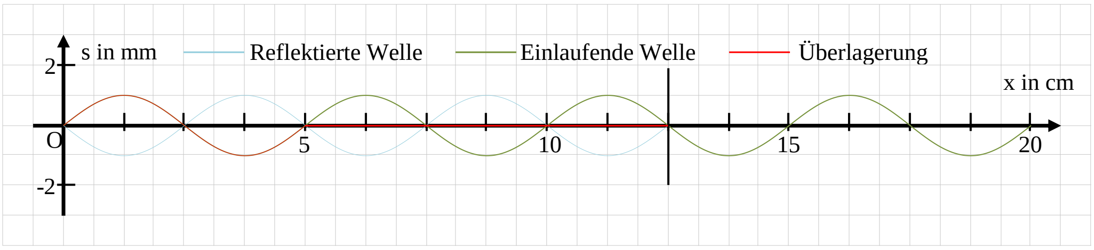
b) • Zunächst bestimmt man die Strecke, die die Welle nach $0{,}4\,\mathrm{s}$ zurückgelegt hat:

$$x = c\cdot t = 0{,}5\cdot 0{,}4\,\mathrm{m} = 0{,}2\,\mathrm{m} = 20\,\mathrm{cm}\,.$$

Die Wellenlänge beträgt:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{0{,}5}{10}\,\mathrm{m} = 0{,}05\,\mathrm{m} = 5\,\mathrm{cm}\,.$$

Die Welle trifft nach $12{,}5\,\mathrm{cm}$ auf das Hindernis, welches wie ein loses Ende wirkt. Am besten zeichnet man die Welle von rechts nach lins rückwärts, die Nullstellen haben jeweils einen Abstand von $\frac{\lambda}{2} = 2{,}5\,\mathrm{cm}$. Da zu Beginn die Wasseroberfläche nach unten ausgelenkt wird, liegt bei $x = 18{,}75\,\mathrm{cm}$ ein Minimum vor, alle anderen Minima der einlaufenden Welle haben einen Abstand von λ hierzu. Anschließend wird alles rechts vom Hindernis gespiegelt und man bestimmt die Überlagerung der einlaufenden und reflektierten Welle.



- Bei fortschreitenden Wellen sind alle Teile des Wellenträgers ständig in Bewegung und bewegen sich phasenverschonben zueinander mit maximaler Auslenkung. Bei stehende Wellen hingegen bewegen sich alle Teile des Wellenträgers gleichphasig oder gegenphasig zueinander mit unterschiedlicher Amplitude. Es gibt bei stehenden Wellen Orte, an welchen die Welle ständig in Ruhe ist, dies sind die sogenannten Bewegungsknoten. Zwischen zwei Bewegungsknoten bewegen sich alle Teilchen gleichphasig mit unterschiedlicher Amplitude. Genau in der Mitte zweier Bewegungsknoten findet man einen Bewegungsbauch, hier bewegt sich das Teilchen des Wellenträgers mit maximaler Amplitude. Eine stehende Welle transportiert im Gegensatz zu einer fortschreitenden Welle keine Energie, diese ist bei einer stehenden Welle zwischen en Bewegungsknoten gespeichert.

c)
- Das Experiment beschreibt den klassischen Doppelspaltversuch. Von den Spalten A und B breiten sich Elementarwellen aus. Die Teilchen hinter dem Hindernis bleiben genau dann in Ruhe, wenn der Gangunterschied der beiden Wellen in diesem Punkt ein ungeradzahliges Vielfaches der halben Wellenlänge beträgt.
- Die Welle die von A aus kommt hat die Strecke:

$$\overline{SA} + \overline{AP} = 12,5\,\mathrm{cm} + 1,5\,\mathrm{cm} = 14\,\mathrm{cm}$$

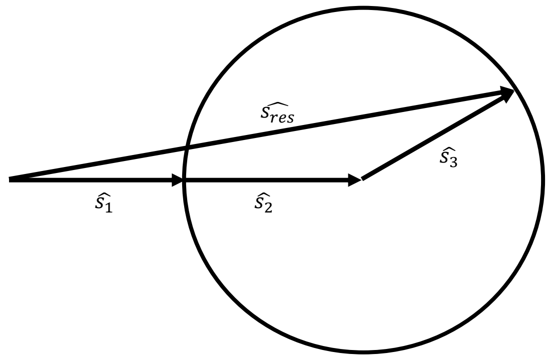
zurückgelegt. Die Strecke, die die zweite Welle zurückgelegt hat, lässt sich aus zwei rechtlinkligen Dreiecken mittels des Satztes des Pythagoras berechnen:

$$\overline{SB} + \overline{BP} = \sqrt{12,5^2 + 7^2}\,\mathrm{cm} + \sqrt{1,5^2 + 7^2}\,\mathrm{cm} = 21,5\,\mathrm{cm}\,.$$

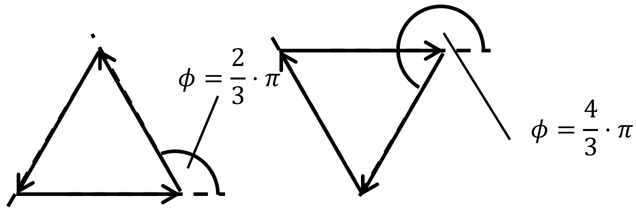
Der Gangunterschied der beiden Wellen im Punkt P beträgt somit:

$$\delta = 21,5\,\mathrm{cm} - 14\,\mathrm{cm} = 7,5\,\mathrm{cm} = \frac{3}{2}\cdot\lambda\,.$$

Dies ist ein ungeradzahliges Vielfaches der Wellenlänge, somit löschen sich die beiden Wellen im Punkt P gegenseitig aus.
- Der Versuchsaufbau ist Symmetrisch, weshalb die beiden äußeren Wellen im Punkt P in Phase sind (diese sind überall auf der x-Achse in Phase). Zuvor haben wir gesehen, dass bei zwei geöffneten Spalten sich die beiden Wellen gegenseitig auslöschen, so dass jetzt bei drei Spalten zwar keine vollständige Auslöschung mehr vorliegen kann. Da aber sich zwei der drei Wellen sich auslöschen, ist die resultierende Amplitude so groß wie die Amplitude einer Welle, sie beträgt also $2,0\,\mathrm{mm}$.
- Die Wellen, welche von den äußeren beiden Spalten ausgehen befinden sich auf der Mittelachse in Phase, d.h. in einem Zeigerdiagramm haben die Zeiger, dieser beiden Spalte immer die gleiche Orientierung, so dass nur der Zeiger, welcher dem mittleren Spalt zugeordnet wird seine Orientierung gegenüber den anderen beiden ändern kann. Im extremfall ist dieser Zeiger geraden gegenphasig zu den beiden anderen, so dass in der Vektoraddition immer noch ein Zeiger als resultierende übrig bleibt, d.h. die Intensität kann nicht null werden. Die folgende Abbildung verdeutlicht die Argumentation:



d)
- Die Abbildung erinnert an den Intensitätsverlauf des Doppelspaltexperiments mit Licht, bei welchem man aufgrund von Interferenz Intensitätsmaxima und Minima beobachten kann. Aufgrund der endlichen Spaltbreite nimmt die Intensität nach außen hin ab. Man erkennt jedoch bei dieser Abbildung keine stetige Verteilung, sondern die einzelnen Auftrefforte der Elektronen.
  Man kann den Elektronen eine Wellenfunktion zuordnen, deren Betragsquadrat die Auftreffwahrscheinlichkeit der Elektronen angibt. Diese Wellen können miteinander interferieren, sodass Interferenzmuster entstehen, es gibt also Minima und Maxima dieser Wellen. Minima bedeuten, dass die Auftreffwahrscheinlichkeit der Elektronen null ist. Dieses Muster entsteht auch, wenn sich nur ein Elektron in der Anordnung befindet.
- Die Maxima und Minima lassen sich am besten mittels Zeigerdiagramme erklären. Zwischen zwei Minima treten Maxima auf und zwischen zwei Hauptmaxima findet man zwei Minima und zwischen diesen beiden Minima findet man ein Nebenmaximum. Die beiden Minima treten auf, wenn die Zeiger jeweils einen Phasenverschiebung von $\varphi = \frac{2}{3} \cdot \pi$ bzw. $\varphi = \frac{4}{3} \cdot \pi$ zueinander haben.



- Besteht die Möglichkeit nachzuweisen, dass ein Elektron einen bestimmten Spalt passiert hat, so kann diese Wellenfunktion nicht mehr mit den anderen interferieren, sie verliert ihren Wellencharakter (hierbei spricht man vom Kollaps der Wellenfunktion). somit ist das Interferenzmuster ist die Überlagerung der klassischen Verteilung, mit der Verteilung des Doppelspalts in Summe ergibt sich das dargestellte Muster.