

Thomas Weatherby

Theo III: 2 Doppelspalt



Wiederholung vom letzten Mal

- Was haben wir letzte Woche gemacht?



Frage 1

Nach der de Broglie Beziehung

(a) $p = h/\lambda$, wobei p und λ der Impuls und die Wellenlänge der Partikelwelle sind.

(b) $p = \lambda/h$

(c) $x = h/\lambda$, wobei x die Position der Partikelwelle ist.

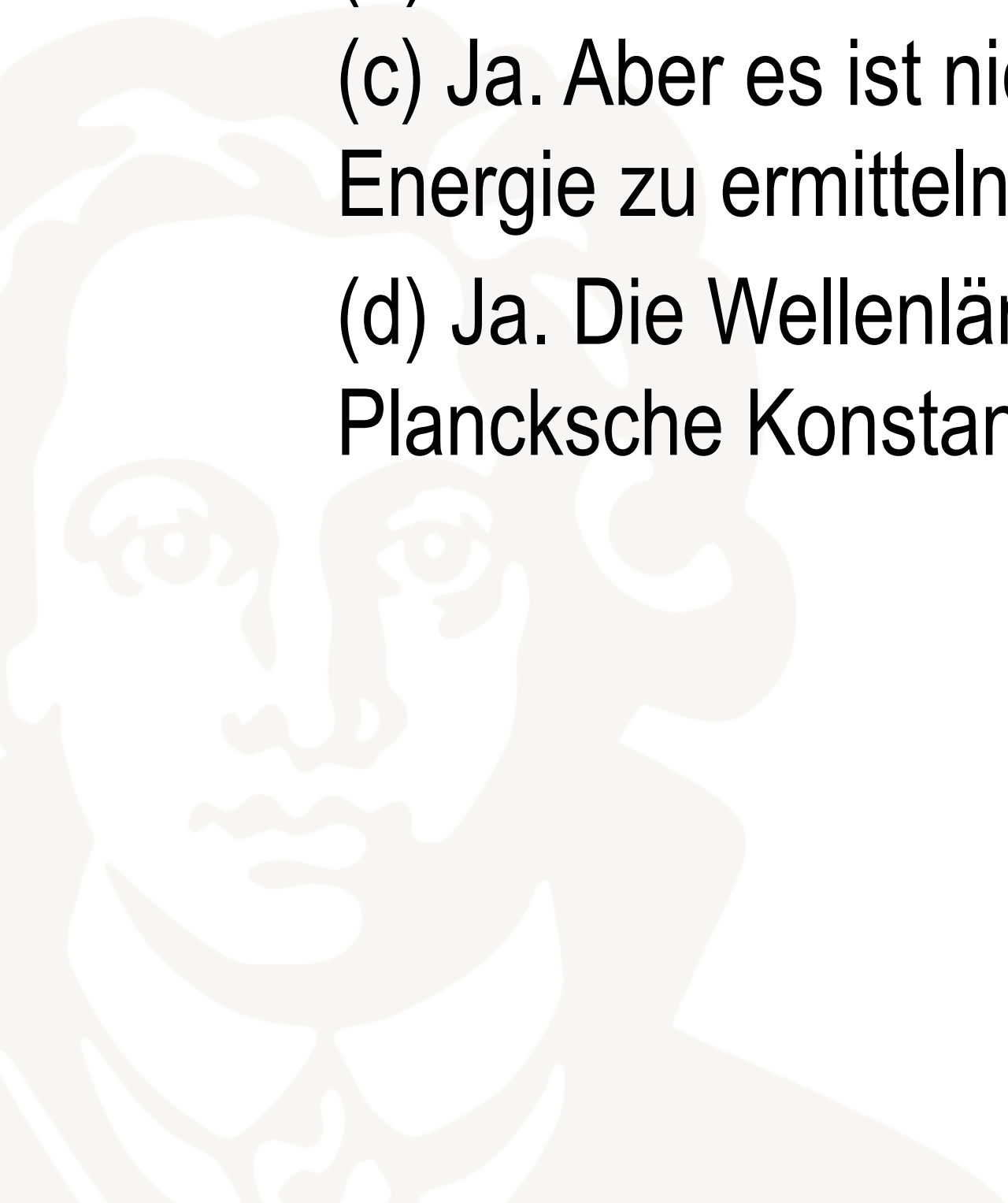
(d) $x = \lambda/h$



Frage 2

Betrachten Sie ein Elektron mit der kinetischen Energie K (davon ausgegangen, dass es nicht-relativistisch ist). Können Sie dem Elektron eine Wellenlänge zuordnen? Wählen Sie die richtige Antwort aus.

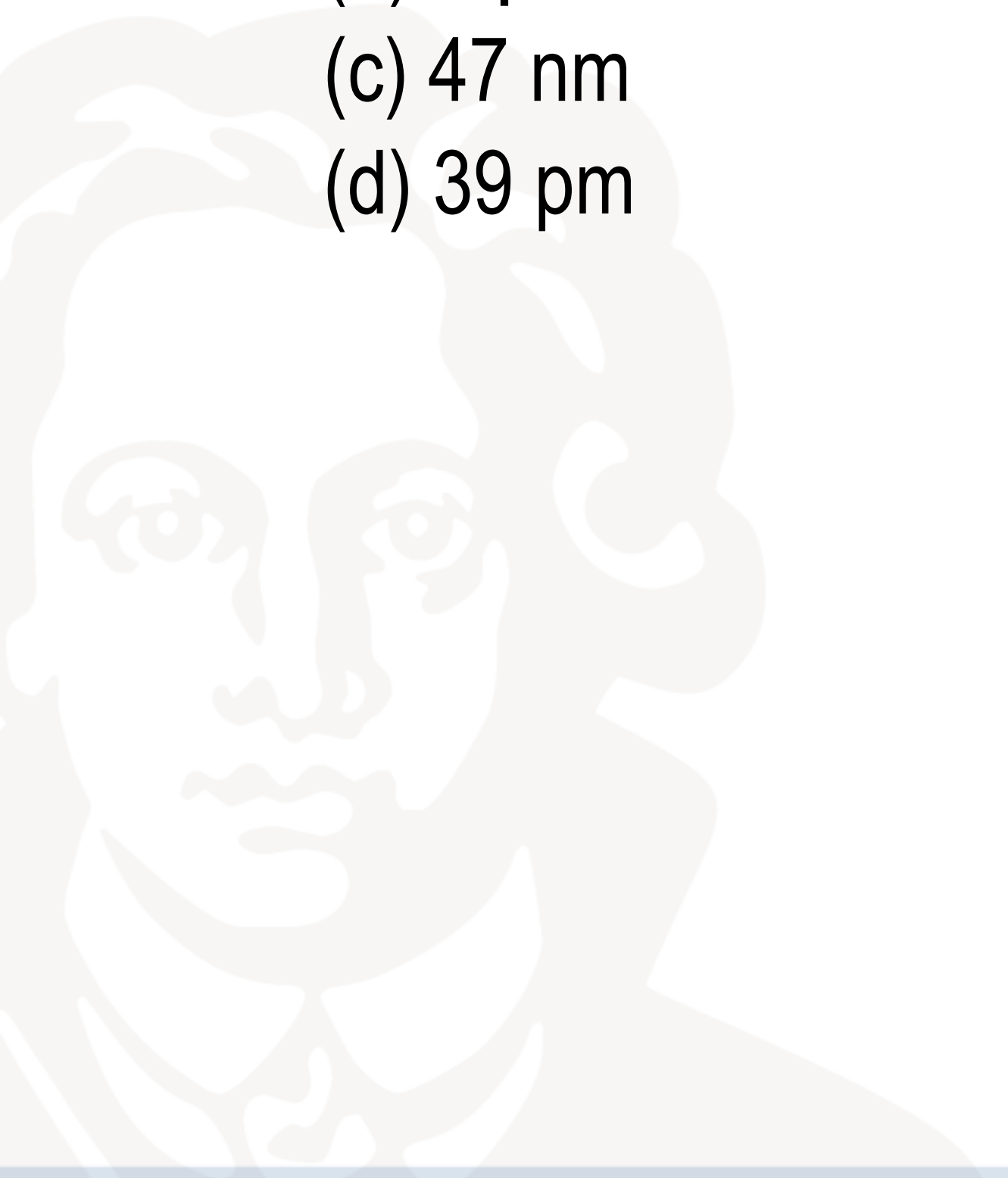
- (a) Ja. Seine Wellenlänge ist unendlich.
- (b) Nein. Elektronen sind Partikel und können keine Wellenlänge haben.
- (c) Ja. Aber es ist nicht möglich, die Wellenlänge aus den Informationen über ihre kinetische Energie zu ermitteln.
- (d) Ja. Die Wellenlänge ist $\lambda = h/\sqrt{2mK}$ wobei m die Masse der Elektronen und h die Plancksche Konstante ist.



Frage 3

Betrachten Sie ein nicht-relativistisches Elektron mit der kinetischen Energie 1 keV. Was ist seine de Broglie Wellenlänge? (Sie benötigen keinen Taschenrechner, da eine Schätzung der Größenordnung Ihnen die richtige Antwort geben sollte.)

- (a) 2 cm
- (b) 3 μm
- (c) 47 nm
- (d) 39 pm



Frage 4

Betrachten Sie das folgende Gespräch zwischen Mike, Melissa und Arnold:

- Mike: Selbst wenn wir ein Elektron nach dem anderen von der Quelle senden, werden wir ein Interferenzmuster auf dem Bildschirm beobachten, nachdem eine große Anzahl von Elektronen den Bildschirm getroffen haben. Jedes Elektron breitet sich als Welle aus. Beim Durchlaufen der Schlitze wird es im Raum delokalisiert und kann beide Schlitze gleichzeitig passieren und sich selbst stören.
- Melissa: Wie kann das Senden eines Elektrons nach dem anderen durch die Schlitze ein Interferenzmuster erzeugen? Ein Elektron kann jeweils nur einen Schlitz durchlaufen. Wenn das, was Sie sagen, wahr ist und das Elektron tatsächlich delokalisiert ist und beide Schlitze gleichzeitig passieren kann, sollten wir dann nicht anstelle eines einzigen Blitzes eine Art Streifen auf dem Bildschirm sehen?
- Arnold: Ich stimme Melissa zu. Wenn das Elektron delokalisiert ist, warum sehen wir dann nur einen schmalen Blitz? Sollte es nicht mehr als einen Blitz oder eine Verteilung geben, die der Delokalisierung jedes Elektrons entspricht? Ich glaube nicht, dass wir in diesem Fall Störungen sehen werden. Die Tatsache, dass ein Blitz erzeugt wird, bedeutet, dass das Elektron lokalisiert ist und nur einen Schlitz auf einmal passieren kann.
- Mike: Ein Elektron wird nur vor der Interaktion mit dem Bildschirm delokalisiert. Wenn ein Elektron mit dem Bildschirm interagiert, sehen wir einen schmalen Blitz, was bedeutet, dass die Wellenfunktion des Elektrons zusammengebrochen ist und das Elektron lokalisiert wurde (d.h. seine Position ist mit Sicherheit bekannt). Vor der Interaktion mit dem Bildschirm wird er jedoch delokalisiert und kann auf dem Weg von der Quelle zum Bildschirm beide Schlitze gleichzeitig passieren und sich selbst stören, um ein Interferenzmuster auf dem Bildschirm zu erzeugen.

Mit wem, wenn überhaupt, stimmst du zu?

- (a) Mike
- b) Melissa und Arnold
- (c) Keiner von ihnen

Frage 5

Welche der folgenden Bedingungen muss erfüllt sein, um helle Interferenzstreifen (konstruktive Interferenz) auf dem Bildschirm zu erhalten? ($n = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3 \dots$ ist eine ganze Zahl, d ist der Spaltabstand (Schlitzabstand) und der Winkel θ ist auf dem Bild unten definiert) Hinweis: Denken Sie an die Weglängendifferenz der Wellen aus den beiden Schlitzen, die an einem Punkt auf dem entfernten Bildschirm ankommen.

(a) $d \sin \theta = n\lambda$

(b) $d \sin \theta = n\lambda/2$

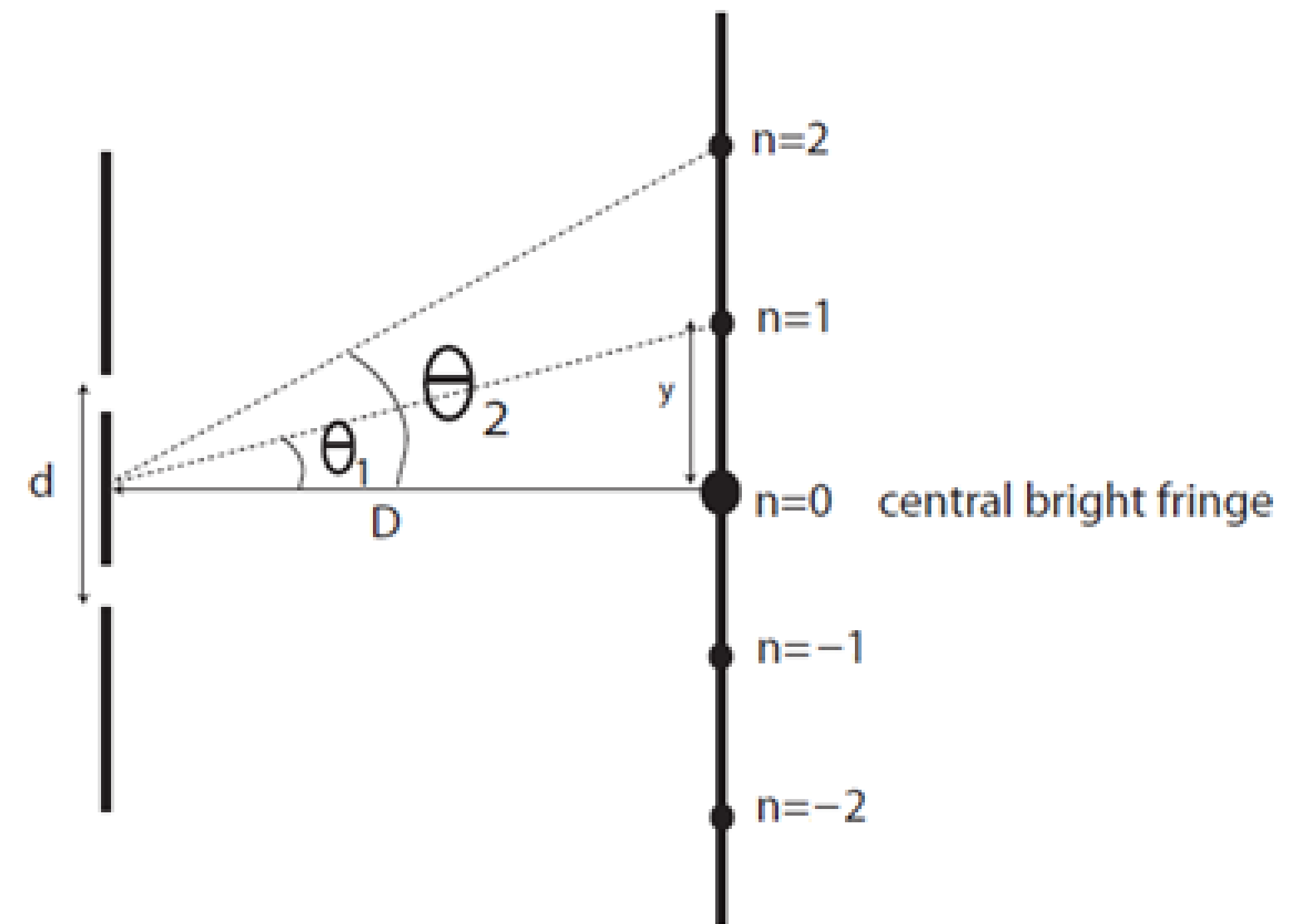
(c) $d \sin \theta = \left(n + \frac{1}{2}\right) \lambda$

(d) $d \sin \theta = \left(n + \frac{1}{2}\right) \lambda/2$

Frage 6

Verwenden Sie das Diagramm auf der rechten Seite, um y (die Verschiebung zwischen dem zentralen und dem ersten hellen Rand) in Bezug auf d und D (den Abstand von den Schlitzen zum Bildschirm) auszudrücken, wenn θ klein ist und $d \ll D$? (Hinweis: Verwenden Sie die Bedingung für konstruktive Eingriffe und die Tatsache, dass $\sin\theta \approx \tan\theta$ für kleine θ .)

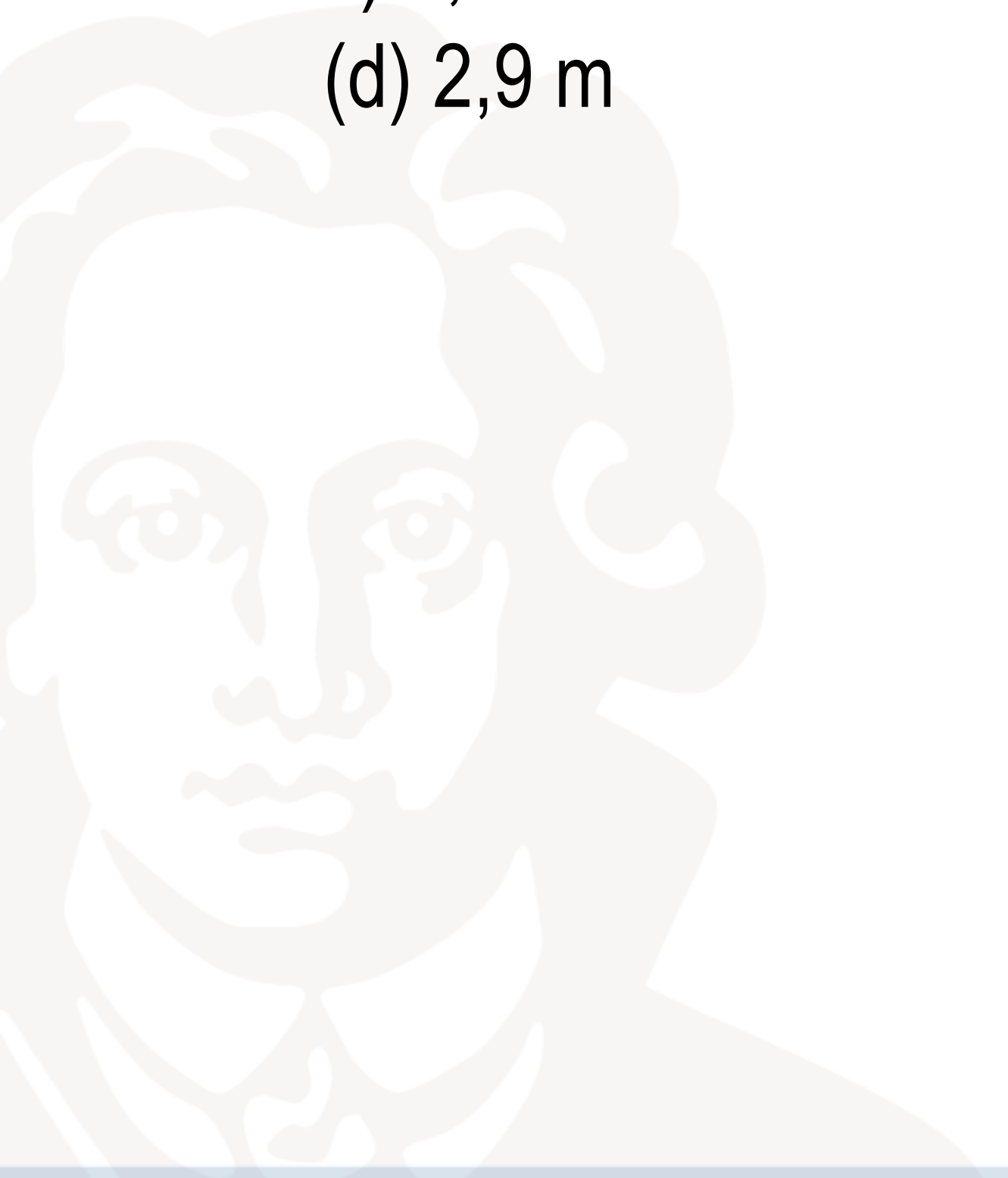
- (a) $y = d/D$
- (b) $y = D\lambda/d$
- (c) $y = d\lambda/D$
- (d) $y = d$



Frage 7

Berechnen Sie mit $D = 3\text{m}$, $d = 400\text{ nm}$ und $\lambda = 39\text{ pm}$ y ungefähr (Sie benötigen keinen Taschenrechner, da eine Größenordnung gut genug ist).

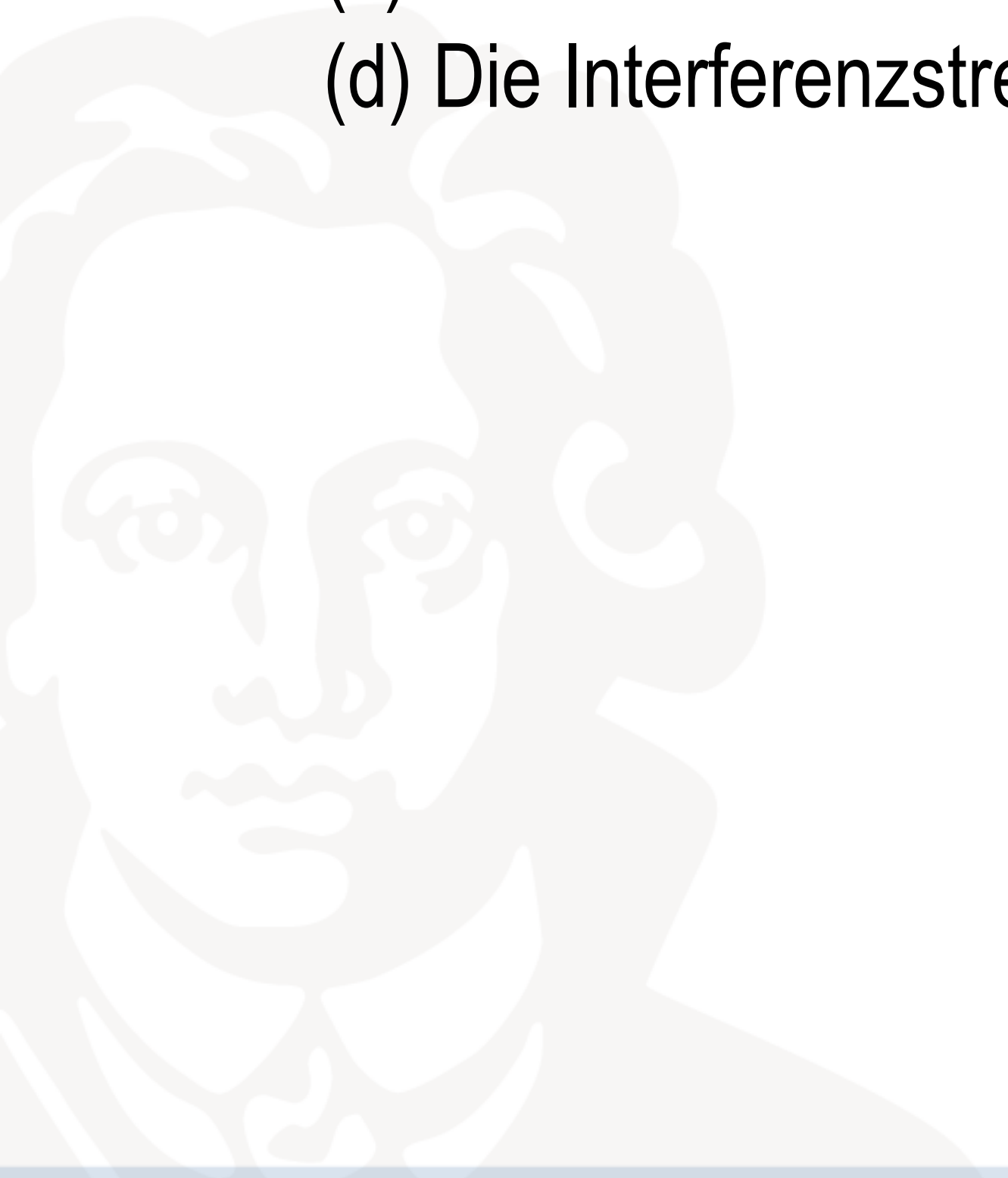
- (a) $2,9 \times 10^{-4}\text{ m}$
- b) $2,9 \times 10^{-5}\text{ m}$
- c) $2,9 \times 10^{-6}\text{ m}$
- (d) $2,9\text{ m}$



Frage 8

Wenn Sie den Spaltabstand d vergrößern, was passiert dann mit dem Abstand zwischen zwei hellen Fransen?

- (a) Sie wird zunehmen.
- (b) Es wird sich verringern.
- (c) Es bleibt unverändert.
- (d) Die Interferenzstreifen verschwinden.



Simulation

http://tutor-homework.com/Physics_Help/double_slit_experiment.html



Frage 9

Was passiert wann wir das Doppelstapaltextperiment mit Elektronen, aber mit einem Detektor über einen Spalt?

