

- Kommentieren Sie Ihre Lösungen! (Erläuterungen, Begründungen, Folgerungen)
- Rechnen Sie in SI-Einheiten (kg, m, s etc.)!
- Überprüfen Sie die physikalischen Einheiten in Ihren Rechenschritten und Lösungen! (Vor allem bei längeren Rechenwegen!)
- Lesen Sie die Aufgaben zunächst alle einmal und beginnen Sie dann mit der für Sie einfachsten Aufgabe!

Erlaubte Hilfsmittel: Taschenrechner, Formelsammlung, Schreibutensilien

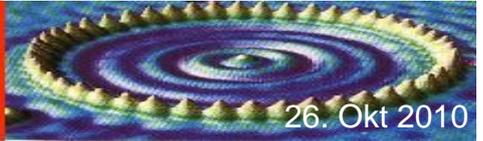
Aufgabe 1: Der Photoeffekt In dieser ersten Aufgabe soll eine Messung zum Photoeffekt (Albert Einstein) ausgewertet werden. In einem Experiment wurde dazu eine Photozelle mit dem Licht von Leuchtdioden (LEDs), die relativ gutes monochromatisches Licht liefern, bestrahlt; daher benötigt man auch keine Linsen, Spalte usw. Die Energie der ausgelösten Photoelektronen wird mit Hilfe eines Operationsverstärkers (OP) gemessen. Es wird jeweils die Wellenlänge der von der LED emittierten Lichts sowie die Spannung, die nach kurzem Anstieg einen konstanten Wert erreicht, gemessen. Die verwendete Photozelle verfügt über eine Metallschicht aus Cäsium (Cs), das eine niedrigere Austrittsarbeit hat als Kalium.

- 1.1. Erläutere die Erscheinung des Photoeffekts vor dem Hintergrund der Quantenhypothese des Lichts. Welche Aufgabe hat der OP?
- 1.2. Bestimme aus den Messwerten jeweils die Frequenz f der gemessenen Spektrallinien sowie die zur Abbremsung der Elektronen benötigte elektrische Arbeit W . Liste die Ergebnisse sauber tabellarisch auf.
- 1.3. Trage die zur Abbremsung der Elektronen benötigte Arbeit W graphisch gegen die Frequenz f auf und bestimme - sofern eine Ausgleichsgerade durch die Messwerte sinnvoll ist - die Steigung h .
- 1.4. Welche physikalische Bedeutung haben die Achsenabschnitte, konkret der Schnittpunkt mit der W -Achse und der Schnittpunkt mit der f -Achse?
- 1.5. Berechne die Grenzwellenlänge λ , oberhalb der mit der verwendeten Photozelle kein Photostrom messbar sein dürfte.

Farbe	λ/nm	U_G/V
Infrarot	950	(nicht messbar)
tiefrot	665	0,12
rot	635	0,22
gelb-orange	590	0,34
grün	560	0,47
blau	480	0,80

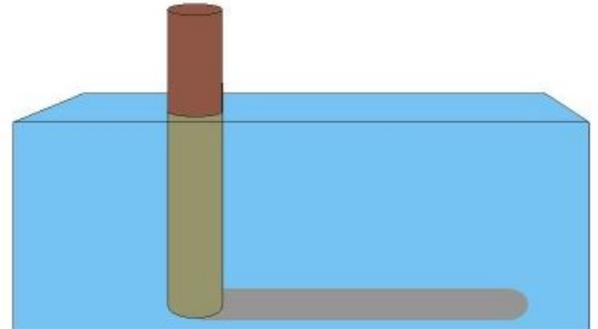
Aufgabe 2: Elektronen als Quantenobjekte Louis-Victor Pierre Raymond duc de Broglie gilt als einer der bedeutendsten Physiker des 20. Jahrhunderts, für seine Entdeckung der Wellennatur des Elektrons (Welle-Teilchen-Dualismus) in seiner Dissertation „Recherches sur la theorie des Quanta“ und der daraus resultierenden Theorie der Materiewellen erhielt er 1929 den Nobelpreis für Physik. (aus: http://de.wikipedia.org/wiki/Louis_de_Broglie)

- 2.1. Analog zu der Erkenntnis, dass sich Licht in manchen Experimenten wie ein Teilchen verhält, folgerte der Physiker De Broglie, dass auch Teilchen einen Wellencharakter besitzen. Kennt man die Energie eines Teilchens, kann mit derselben Beziehung, die auch für Licht gilt, die Wellenlänge eines Teilchens berechnet werden.
 - a) Berechnen Sie die Wellenlänge der schnellsten Elektronen, die im LEP-Beschleuniger (Large Electron-Positron-Collider) des Europäischen Kernforschungszentrums CERN eine Energie von 209 GeV besaßen.
 - b) Auch für ruhende Elektronen lässt sich eine Wellenlänge berechnen, wenn man sich daran erinnert, dass gemäß Einsteins berühmtester „Gleichung“ jede Masse einer Energie entspricht: $E = m \cdot c^2$, wobei m in diesem Fall die Ruhemasse des Elektrons ist. Welche Wellenlänge besitzt ein ruhendes Elektron und welchem Bereich des elektromagnetischen Spektrums entspricht Strahlung dieser Wellenlänge?
 - c) Berechnen Sie den Impuls der Elektronen, die in einem Röhrenfernsehgerät eine Spannung von 15 kV durchlaufen haben.
- 2.2. Der Schweif eines Kometen, der in Sonnennähe aus verdampfter Materie des Kometen entsteht, die wiederum das Licht der Sonne reflektiert, ist immer von der Sonne weg gerichtet. Erklären Sie diese Beobachtung mit Hilfe quantenmechanischer Vorstellungen.



Aufgabe 3: Brechungsgesetz Licht „knickt“ an der Grenzfläche zweier Medien unterschiedlicher optischer Dichte ab. Das Gehirn des Beobachters „kennt“ allerdings nur geradlinige Lichtausbreitung und verlängert den ankommenden gebrochenen Lichtstrahl geradlinig zu seinem virtuellen Ursprungsort. Dadurch entstehen einige interessante optische Eindrücke.

In ein Wasserbecken von 2 m Tiefe wird ein Pfahl gerammt, der 50 cm aus dem Wasser herausragt. Wie lang ist der Schatten des Pfahls auf dem Grund des Wasserbeckens, wenn die Sonnenstrahlen unter einem Winkel von 60° zur Wasseroberfläche einfallen?

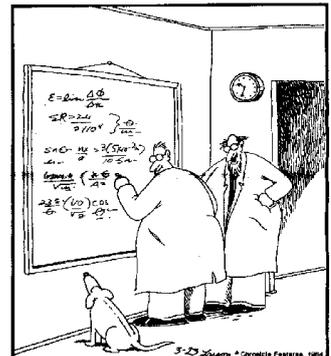


Konstanten
und Einheiten

- siehe Formelsammlung

Viel Spaß!

THE FAR SIDE By GARY LARSON



"Ohhhhhhh... Look at that, Schuster... Dogs are so cute when they try to comprehend quantum mechanics."