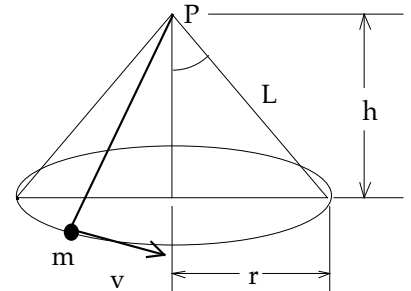


1. Aufgabe: Kreispendel

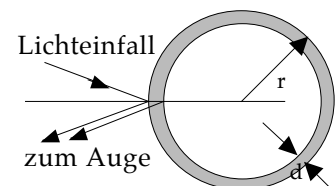
Ein Körper mit der Masse $m = 2.00 \text{ kg}$ wird mittels einer Schnur der Länge $L = 2.00 \text{ m}$ an einem Punkt P der Decke festgehalten. Der Körper bewegt sich vorerst mit konstanter Geschwindigkeit auf einer Kreisbahn vom Radius r . Dabei überstreicht die Schnur den Mantel eines geraden Kreiskegels mit dem Radius r , der Höhe h und dem halben Öffnungswinkel α . Das Kreispendel darf als ideales Pendel betrachtet werden.



- Welche Kräfte wirken?
Drücken Sie den Betrag dieser Kräfte in Funktion von m , g und α aus!
- Mit welcher Winkelgeschwindigkeit ω müsste sich der Körper bewegen, damit die Kraft, welche die Schnur spannt, doppelt so gross wie die Gewichtskraft des Körpers wird?
Wie gross wäre dann der Winkel α ?
- Der Körper bewege sich mit der Geschwindigkeit $v = 1.00 \text{ m/s}$.
Berechnen Sie den halben Öffnungswinkel α des Kegels und den Radius r der Kreisbahn!
- Zeigen Sie, dass die Zeit für einen vollen Umlauf des Kreispendels gleich gross ist wie die Periode eines mathematischen Pendels der Länge h !
- Wenn die Winkelgeschwindigkeit ω einen gewissen Wert ω_{\min} unterschreitet oder die Umlaufdauer T einen grösst möglichen Wert T_{\max} überschreitet, so ist die Bewegung auf einer Kreisbahn nicht mehr möglich. Wie gross ist die maximale Umlaufdauer T_{\max} ?

2. Aufgabe: Seifenblase

Eine Seifenblase mit dem Radius r besteht aus einer sehr dünnen Seifenhaut mit der Dichte $\rho_s = 1030 \text{ kg/m}^3$, dem Brechungsindex $n = 1.35$ und der (anfänglich) konstanten Dicke d . Sie bewegt sich mit der konstanten Geschwindigkeit $v = 17.5 \text{ cm/s}$ vertikal abwärts. Die Dichte der Luft sei $\rho_L = 1.20 \text{ kg/m}^3$, die Widerstandszahl $c_W = 0.44$.



- Begründen Sie, weshalb der Auftrieb der Seifenblase vernachlässigt werden kann!
- Berechnen Sie formal die Sinkgeschwindigkeit der Seifenblase!
Von welchen in der Einführung genannten Grössen ist diese Geschwindigkeit nicht abhängig?
- Berechnen Sie die Dicke d der gegebenen Seifenblase kurz nach der Entstehung!

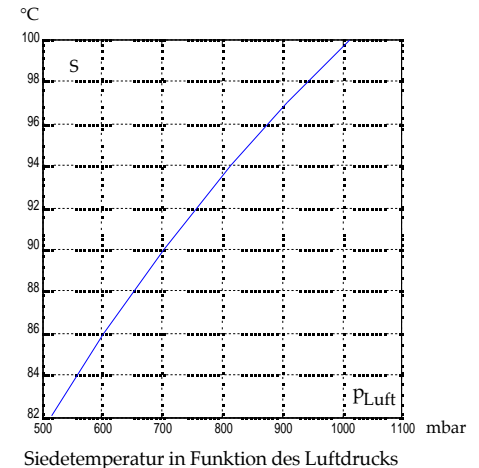
Fällt weisses Licht von der Seite senkrecht zur Oberfläche (siehe Zeichnung, $\theta = 0^\circ$) auf die Seifenblase, fehlt im reflektierten Licht die Wellenlänge $\lambda = 540 \text{ nm}$.

- Begründen Sie in Worten, weshalb im gegebenen Fall diese Wellenlänge fehlt!
Welche Farbe fehlt im reflektierten Licht?
In welcher Farbe sehen wir die Seifenblase von der Seite?
- Berechnen Sie die Dicke d der Seifenblase mit Hilfe ihrer Farbe!
- Weshalb bleibt die Dicke der Seifenblase mit der Zeit nicht überall gleich?
Wie verändert sie sich? Welche Folgen hat dies für die Farbe der Seifenblase?

3. Aufgabe: Schnee schmelzen

Wenn in einer SAC-Hütte das Wasser eingefroren ist, muss man Schnee schmelzen.
Dann schluckt der Kochherd viel Holz, bis man dampfendes Teewasser hat.
Die Hütte befindet sich auf einer Höhe von 2800 müM.

- Beschreiben Sie, was die zugeführte Wärme im Schnee bewirkt!
- Während sich der Pulverschnee von -12 °C in siedendes Teewasser verwandelt, überlegen Sie sich, wie die idealisierte Temperaturkurve als Funktion der Zeit aussieht. Skizzieren Sie diese Kurve!
- Der Luftdruck p nimmt mit der Höhe exponentiell ab.
Auf Meeresebene beträgt er etwa 1013 mbar, auf dem Jungfrauoch (3580 müM) bloss 650 mbar.
Welchen Luftdruck misst man auf einer Höhe von 2800 müM?
- Die Grafik zeigt die Siedetemperatur von Wasser in Funktion vom Luftdruck.
Begründen Sie, warum die Siedetemperatur mit dem Druck zunimmt! Bei welcher Temperatur siedet Wasser in der SAC-Hütte?
- Wie gross ist die Heizleistung des Kochherds mindestens, wenn er in 18 Minuten 1.6 kg Schnee in Teewasser verwandelt? Warum "mindestens"?



4. Aufgabe: Glühlampe

Die Wendel einer Glühlampe (im folgenden Text als Glühwendel bezeichnet) ist ein sehr dünnes Wolframdrähtchen.

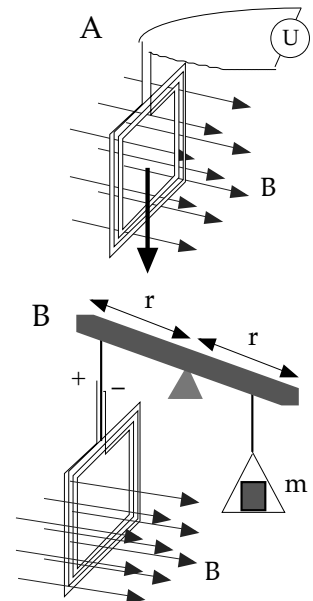
Legt man an der Lampe eine Spannung von 230 V an, so fliesst durch das Wolframdrähtchen ein Strom von 174 mA. Dabei steigt die Temperatur der Glühwendel auf 3000 °C . Die der Lampe zugeführte elektrische Energie wird an der Oberfläche der Glühwendel in Form von elektromagnetischen Wellen abgestrahlt. In erster Näherung erfolgt diese Abstrahlung nach den Gesetzen von

Stefan-Boltzmann	$P = \sigma \cdot A \cdot T^4$	P	Strahlungsleistung in W
und Wien	$\lambda_{\max} \cdot T = b$	A	Oberfläche der Glühwendel (Zylindermantel)
		T	absolute Temperatur der Glühwendel
		λ_{\max}	Wellenlänge des Strahlungsmaximums
			Stefan-Boltzmann-Konstante
		b	Konstante von Wien

- Mit welcher Leistung wird die elektrische Energie in der Lampe umgewandelt?
- Wie gross ist der Widerstand des Wolframdrähtchens?
- Berechnen Sie den Durchmesser und die Länge des Wolframdrähtchens!
- Bei welcher Wellenlänge λ_{\max} tritt das Strahlungsmaximum auf?
Um welche Art von elektromagnetischen Wellen handelt es sich dabei?
- Warum ist die Lichtausbeute einer Glühlampe sehr klein?

5. Aufgabe: Spule im homogenen Magnetfeld

Gegeben ist eine quadratische Spule mit $n = 4400$ Windungen und der Kantenlänge $a = 10.0$ cm. Sie wird vorerst mit der konstanten Geschwindigkeit $v = 3.00$ mm/s durch das homogene Magnetfeld eines Permanentmagneten nach unten senkrecht zum Magnetfeld bewegt. Das Magnetfeld ist parallel zur Achse der Spule gerichtet (Abbildung A).



- a) Wie gross ist die Flussdichte B des homogenen Magnetfeldes, wenn man die induzierte Spannung $U_{\text{ind}} = 0.608$ V misst?

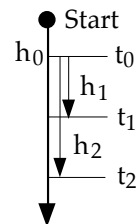
Anschliessend wird die Spule im gleichen Magnetfeld an einer Waage aufgehängt und an einer Spannungsquelle angeschlossen. Nur der untere Teil der Spule taucht im Magnetfeld ein. Der Strom durch die Spule bewirkt eine Kraft, welche durch eine Prüfmass exakt ausbalanciert wird (Abbildung B).

- b) Wie gross ist die Prüfmass m , wenn in der Spule die Stromstärke $I = 2.42$ mA fliesst? (Falls Sie Aufgabe a nicht gelöst haben, verwenden Sie $B = 0.921$ T.)
- c) Die induzierte Spannung U_{ind} (Versuch A) und die Stromstärke I (Teil B) definieren eine Leistung P . Drücken Sie die Prüfmass m in Abhängigkeit der Leistung P , der Geschwindigkeit v und der Fallbeschleunigung g aus!

Die elektrische Leistung, die Geschwindigkeit und die Fallbeschleunigung können allein mit Zeitmessungen und gegebenen universellen Konstanten bestimmt werden.

Die Fallbeschleunigung g wird beim freien Fall im Vakuum gemessen:

Für die Strecke h_1 ist die Licht-Laufzeit $t_1 = 0.500$ ns, h_2 ist doppelt gross wie h_1 . Beim freien Fall wird in der Höhe h_0 eine Uhr gestartet ($t_0 = 0, v_0 = 0$). Diese Uhr misst für h_1 die Zeit $t_1 = 120.5$ ms, für h_2 die Zeit $t_2 = 189.5$ ms.



- d) Welcher Wert ergibt sich für die Fallbeschleunigung?
- e) Weshalb ist die Möglichkeit, eine Grösse mit Zeitmessungen und gegebenen Naturkonstanten zu bestimmen, von Bedeutung?

6. Aufgabe: Kernspaltung

Wird natürliches Uran mit Neutronen bestrahlt, sind vor allem zwei Kernreaktionen von Bedeutung:

- A) Treffen schnelle Neutronen ($v \approx 20'000$ km/s) auf einen ^{238}U -Kern, entsteht der Zwischenkern ^{239}U , welcher über zwei α -Zerfälle in Plutonium zerfällt.
- B) Treffen langsame Neutronen ($v \approx 2$ km/s) auf einen ^{235}U -Kern, entsteht der Zwischenkern ^{236}U , welcher in zwei Bruchstücke zerplatzt (Kernspaltung).

Als Neutronenquelle wurde bei der Entdeckung der Kernspaltung ein zugeschmolzenes Reagenzglas mit einem Gemisch aus Beryllium und Radon verwendet. Das gasförmige Radon entsteht beim Zerfall von Radium und ist ein α -Strahler. Treffen die α -Teilchen auf Berylliumkerne, so werden bei der Umwandlung Neutronen emittiert.

- a) Formulieren Sie die Reaktionsgleichung für das "Brüten" von Plutonium (Kernreaktion A)!
- b) Wie viele Radonkerne ^{222}Rn hat es in der Neutronenquelle, wenn ihre Aktivität $A = 1000$ Bq beträgt? Wie gross ist die Masse dieser Kerne und wie kann man diese Masse messen?
- c) Formulieren Sie die Reaktionsgleichung der "Neutronenquelle"! Zeigen Sie mit dem Massendefekt, dass dabei schnelle Neutronen entstehen!
- d) Bei der Entdeckung der Kernspaltung wurde diese "Neutronenquelle" mit einem Paraffinblock abgeschirmt. Welche Wirkung hatte dieser Paraffinblock? Begründen Sie Ihre Antwort!