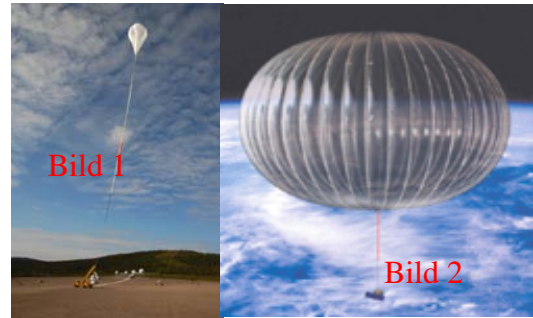


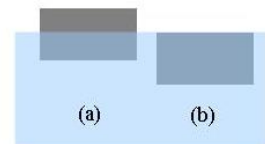
1. Neue Höhenballone ULDB (Ultra Long Duration Balloon) können einige Tonnen Nutzlast viele Wochen lang auf sehr große Höhen bringen. ULDBs sind geschlossene, mit leichtem Überdruck gefüllte Ballone, die weitgehend unabhängig von Einflüssen durch Sonnenbestrahlung eine feste Höhe halten können. Beim Start wird nur ein kleiner Teil des verfügbaren Volumens mit Helium gefüllt (siehe Bild 1). In großer Höhe (Prallhöhe) füllt das He-Gas den Ballon dann prall aus (siehe Bild 2).



(Bei $T_0 = 0^\circ\text{C}$ und $p_0 = 1013\text{ hPa}$: $\rho_0^{\text{Luft}} = 1,293\text{ kg m}^{-3}$ und $\rho_0^{\text{He}} = 0,1785\text{ kg m}^{-3}$.)

- a. Betrachten Sie einen ULDB mit einer Masse von 2155 kg, dessen Prallhöhe bei 34 000 m liegen soll und der ein maximales Volumen von 520.483 m^3 besitzt. Am Startort betrage der Luftdruck $p_s^{\text{Luft}} = 1000\text{ hPa}$ und die Lufttemperatur $T_s^{\text{Luft}} = 10^\circ\text{C}$. Welches Heliumvolumen muss am Startort eingefüllt werden? *Ergebnis:* $V_s^{\text{He}} = 7370\text{ m}^3$
- b. Welche Nutzlast kann der Ballon tragen, wenn die Beschleunigung beim Start $a = 2\text{ m s}^{-2}$ beträgt? *Ergebnis:* $m_N = 4174\text{ kg}$
- c. Welche Maximalhöhe erreicht der Ballon? *Ergebnis:* $h_{\text{max}} = 35455\text{ m}$
- d. Welchen Überdruck hat das Heliumgas im Ballon in der Maximalhöhe? *Ergebnis:* $\Delta p = 2,3\text{ hPa}$

2. Ein homogener Holzquader mit Länge $L = 20\text{ cm}$, Breite $B = 10\text{ cm}$ und Höhe $H = 5,066\text{ cm}$ schwimmt in Wasser (Dichte: $\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1,0\text{ g cm}^{-3}$). In der Ruhelage (a) soll der Quader mit seiner halben Höhe in das Wasser eintauchen. Der Quader wird durch eine äußere Druckkraft bis zur Oberkante eingetaucht (b) und dann losgelassen. Berechnen Sie die Schwingungsdauer T , wobei Reibungskräfte durch die Flüssigkeit vernachlässigt werden können. *Ergebnis:* $T_0 \cong 1,00\text{ s}$



3. Ein Stab der Länge $L = 1\text{ m}$ und der Masse $m = 1\text{ kg}$ wird um einen Punkt, der 25 cm vom Rand und 25 cm vom Mittelpunkt entfernt ist, drehbar aufgehängt.
- a. Wie groß ist die Schwingungsdauer der ungedämpften Schwingung. *Ergebnis:* $T_0 = 1,52\text{ s}$
- b. Wie müsste eine als punktförmig angenommene Masse $m = 0,1\text{ kg}$ aufgehängt werden, um dieselbe Schwingungsdauer zu haben? *Ergebnis:* $l = 0,583\text{ m}$
- c. Das Pendel aus Aufgabe 3a. soll um einen Winkel von 20° ausgelenkt werden und anschließend frei schwingen. Die Beobachtung ergibt, dass die Winkelamplitude nach 5 Schwingungen nur noch 2° beträgt. Wie groß ist die Abklingkonstante? *Ergebnis:* $\beta = 0,303\text{ s}^{-1}$
- d. Welche Anfangsenergie hat das Pendel bei der Auslenkung 20° ? *Ergebnis:* $E_{\text{pot}} = 0,15\text{ J}$
- e. Wie groß ist das Verhältnis der Amplituden, wie groß ist das Verhältnis der Energien zweier aufeinanderfolgender Schwingungen (also z. B. die der Schwingung (n+1) und der Schwingung n)? *Ergebnis:* $\frac{\varphi_{n+1}}{\varphi_n} = 0,631 \approx 63\%$ und $\frac{E_{\text{kin}}^{n+1}}{E_{\text{kin}}^n} = 0,398 \approx 40\%$

Verwenden Sie zur Vereinfachung den Wert $g = 10\text{ m s}^{-2}$.