Technische Universität München
Fakultät für Physik

Ferienkurs

Experimentalphysik 1

WS 2018/19

Aufgabenblatt 3

Cara Zimmermann
Lara Szeimies

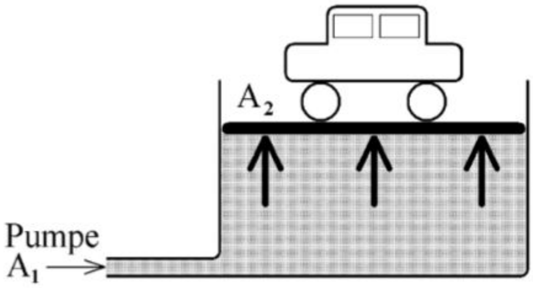
Inhaltsverzeichnis

1 Tankschiff

Ein quaderförmiges Tankschiff habe eine Grundfläche von $A = 400\,\mathrm{m} \times 50\,\mathrm{m}$ und sinkt, wenn es unbeladen ist, um $h = 4\,\mathrm{m}$ ins Wasser der Dichte $\rho_{\mathrm{H_2O}} = 1000\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$.
(a) Welche Masse M hat das Tankschiff?
(b) Welches Volumen an Erdöl (Dichte $\rho_{\text{Öl}} = 850\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$) hat das Tankschiff aufgenommen, wenn es bei der Befüllung um weitere $\Delta h = 2\,\mathrm{m}$ absinkt?
(c) Welcher Gesamtdruck wirkt auf die Unterseite des mit Erdöl befüllten Tankschiffes?

2 Hydraulische Hebebühne

Betrachten wir im Bild eine typische hydraulische Hebebühne, wie sie in Werkstätten verwendet wird, um Autos hochzuheben. Nehmen wir an, ein Auto mit einem Gewicht von $m = 2000\,\mathrm{kg}$ soll hochgehoben werden. Die zur Verfügung stehende Pumpe (links unten im Bild) erzeugt einen kleinen Druck von $p_1 = 300\,\mathrm{mbar}$, mit dem sie eine Hydraulikflüssigkeit in das Rohr mit der Querschnittsfläche $A_1 = 2\,\mathrm{cm}^2$ hineinpumpt.
(a) Wie groß muss die Querschnittsfläche A_2 sein, damit der Druck ausreicht, um das Auto hochzuheben?
(b) Welches Flüssigkeitsvolumen muss die Pumpe fördern, um das Auto einen Meter hoch zu heben? Welchen Volumenstrom muss sie erzeugen, um dieses Anheben in einem Zeitraum von $t = 10\,\mathrm{s}$ zu bewerkstelligen (Angabe in Litern pro Minute)?



3 Eintauchtiefe eines Eisberges

Welcher Volumenanteil eines Eisberges ragt aus dem Wasser? Die Dichte des Eises und des Wassers hängt vom Salzgehalt und von der Temperatur ab. Arbeiten Sie mit den Dichten $\rho_{\mathrm{Eis}} = 0{,}917\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$ und $\rho_{\mathrm{H_2O}} = 1{,}020\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$.

4 Archimedes

Archimedes wird nachgesagt, dass er als Erster die Zusammensetzung einer Gold-Silber-Legierung durch Eintauchen des zu untersuchenden Werkstückes in Wasser bestimmen konnte, ohne das Werkstück zerstören zu müssen. Nehmen wir an, das Werksstück wiege $m_{\text{ges}} = 1000\,\text{g}$ und verdränge beim Eintauchen in Wasser $V_{\text{ges}} = 80\,\text{cm}^3$. Berechnen Sie damit den Gewichtsanteil des Silbers und des Goldes. Hinweis: Die Dichten sind $\rho_{\text{Ag}} = 10{,}491\,\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ und $\rho_{\text{Au}} = 19{,}32\,\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. Gefragt ist die Gewichtszusammensetzung aus Gold und Silber, anzugeben in Prozent.

5 Draht

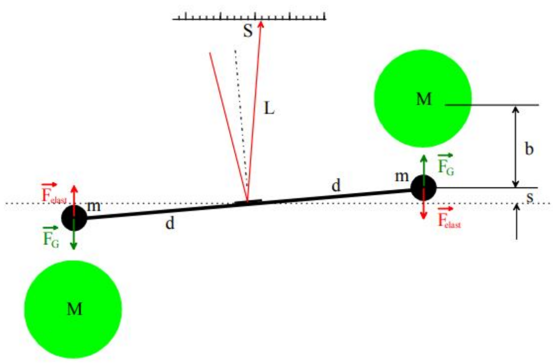
Ein Draht der ursprünglichen Länge $l_0 = 15\,\text{m}$ ist an einem Ende befestigt und wird an seinem anderen Ende mit einer Kraft von $F = 300\,\text{N}$ in Längsrichtung gespannt, wobei er eine Längenänderung von $\Delta l = 0{,}6\,\text{cm}$ erfährt. Wie groß ist der Durchmesser dieses Drahtes im gespannten und ungespanntem Zustand, wenn das Drahtmaterial einen Elastizitätsmodul $E = 200\,\text{GPa}$ und einen Schubmodul $G = 75\,\text{GPa}$ hat?

6 Kupferdraht

Gegeben sei ein Kupferdraht (zylindrisch, $E = 1{,}2 \cdot 10^{11}\,\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$, Poisson-Zahl: $\mu = 0{,}34$) der Länge $L = 1\,\text{m}$ und dem Durchmesser $d = 1\,\text{mm}$, der am oberen Ende eingespannt ist. Am unteren Ende wird eine Masse von $m = 10\,\text{kg}$ befestigt. Bestimmen Sie die relative Änderung von
(a) Länge L,
(b) Querschnittsfläche A
(c) und Volumen V
Nehmen sie $g = 10\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ an.

7 Drehwaage

Der Torsionsdraht einer Drehwaage ist $d = 10\,\text{cm}$ lang und hat einen Durchmesser von $a = 0{,}01\,\text{mm}$, der Schubmodul des Drahtmaterials sei $G = 400\,\text{GPa}$. An diesem Draht ist ein Spiegel befestigt, um mit einem Lichtzeiger die Torsion des Drahtes genau messen zu können. Wie groß ist das Drehmoment auf diesen Draht, wenn der Lichtzeiger an der Messskala, die 2 m vom Spiegel entfernt ist, einen Ausschlag von 2 mm macht?



8 Wiederholung Tag 1: Schlittenfahrt

Ein Schlitten der Masse $m_1 = 1000\,\mathrm{kg}$ gleitet reibungsfrei einen $\phi = 45°$ steilen Hang hinab und auf halber Höhe $\frac{h}{2}$ über einen Hügel mit dem Radius (= Hügelhöhe) $R = 10\,\mathrm{m}$. Nehmen Sie $g = 10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$ an.
(a) In welcher Höhe h darf der Schlitten höchstens starten, damit der Bodenkontakt an der höchsten Stelle des Hügels gewahrt bleibt? (Zur Kontrolle: Geschwindigkeit v_1 des Schlittens der Masse m_1 auf der Kuppe ist $v_1 = \sqrt{gR}$)
(b) Beim jahrmärktlichen Schlittenhängen werden unten große Federn aufgestellt. Um welche Strecke x wird eine solche ideale Feder mit der Federkonstanten $k = 6000\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}$ gestaucht?
(c) Wie hoch schießt die Feder den Schlitten wieder?
(d) Der Schlitten gleitet nun aus der Höhe h und stößt im höchsten Punkt des Hügels mit einem stehenden Schlitten der Masse $m_2 = 250\,\mathrm{kg}$ zusammen. Die beiden Schlitten verkeilen sich und rutschen nun gemeinsam zur Feder hinab.

(i) Geben Sie die Formel für die Geschwindigkeit v_{ges} der verkeilten Schlitten direkt nach dem Zusammenprall (also noch auf der Kuppe) an.

(ii) Wie weit wird die Feder jetzt gestaucht?