1. Ein **Stahlseil** (ρ_{St} **= 7,7 · 10³ kgm⁻³**, E **= 2 · 10¹¹ Nm⁻²**, σ_z **= 8 · 10⁸ Nm⁻²**, L **= 9 km**) hängt in einem senkrechten Schacht.

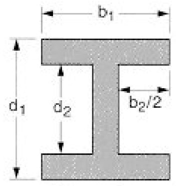
a) Welche Längenänderung erfährt es? (_Lösung:_ 15,3 m)
b) Welche Längenänderung erfährt es, wenn es im Meer ($\rho_W = 1{,}03 \cdot 10^3\ \mathrm{kgm^{-3}}$) abgesenkt wird? (_Lösung:_ 13,2 m)
c) Wie lang darf das Seil im Schacht sein, damit es nicht reisst? (_Lösung:_ < 10590 m)

Hinweis: Querkontraktion wird vernachlässigt. Bis zum Zerreißpunkt σ_z dehne sich das Seil rein linear elastisch.

2. Ein **Stahlträger** ($E = 2 \cdot 10^{11}\ \mathrm{Nm^{-2}}$) wird an einem Ende fest eingespannt und am anderen Ende im Abstand L **= 10 m** durch die Kraft F in z-Richtung belastet.

➔ Wie groß ist die Durchbiegung des freien Endes (Biegepfeil) für F **= 1000 N**

a) bei rechteckigem Querschnitt ($\Delta z = d = 0{,}1$ m; $\Delta y = b = d/2$)? (_Lösung:_ 40 cm)
b) bei einem I-Profil gemäß der Skizze mit $b_1 = d_1 = 0{,}1$ m; $b_2 = d_2 = 0{,}05$ m)? (_Lösung:_ 21 cm)



$$B = \frac{1}{12}\left(b_1 d_1^3 - b_2 d_2^3\right)$$

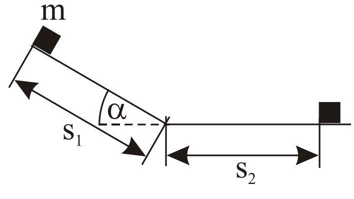
Hinweis: Das Eigengewicht des Stahlträgers kann im Vergleich zu F vernachlässigt werden

3. Ein **homogener Quader** wird auf einer unter **15°** geneigten Betonfläche hinauf und hinunter gezogen. Die Kraft, die notwendig ist, um den Körper nach oben zu ziehen, ist sechsmal so groß wie diejenige, die ihn abwärts zu bewegen vermag.

➔ Wie groß ist der **Haftreibungskoeffizient** μ zwischen Ebene und Körper? (_Lösung:_ $\mu = 0{,}375$)

4. Ein **Körper der Masse** m **= 10 kg** gleitet auf einer um $\alpha = 30°$ geneigten Ebene die Strecke s_1 **= 2,5 m** abwärts und kommt auf einer anschließenden waagrechten Strecke zur Ruhe (siehe Abbildung 3). Die Gleitreibungszahl ist μ **= 0,2**.

a) Wie groß ist die **Geschwindigkeit** v_1 des Körpers am Ende der geneigten Ebene? (_Lösung:_ $v_1 = 4\ \mathrm{ms^{-1}}$)
b) In welcher **Zeit** t_1 gleitet der Körper die geneigte Ebene hinab? (_Lösung:_ $t_1 = 1{,}25$ s)
c) Nach welcher **Strecke** s_2 kommt der Körper auf der Waagrechten zur Ruhe? (_Lösung:_ $s_2 = 4{,}08$ m)

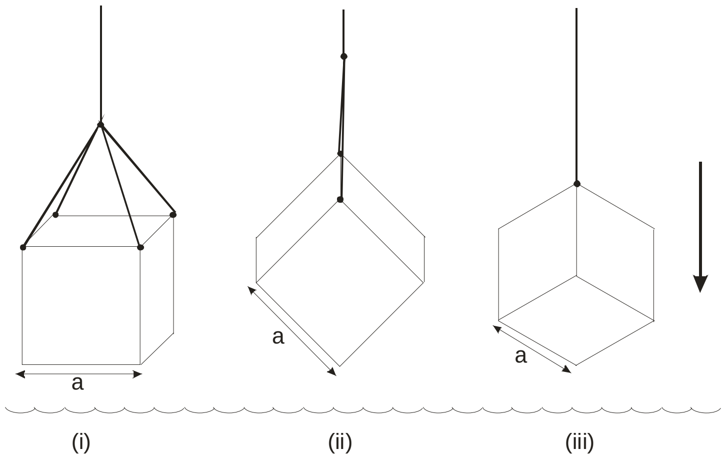


Bitte Seite wenden!

5. **Eintauchtiefen**: eine **unbefüllte** würfelförmige Holzkiste (Kantenlänge außen ***a* = 1 m**, Wandstärke ***d* = 5 cm**, Dichte des Holzes **ρ_H = 0,6 g/cm³**) ist in **3 verschiedenen Konfigurationen** befestigt und wird bei Windstille in einen großen See (Dichte von Wasser: **ρ_W = 1g/cm³**) abgesenkt. Die unterschiedlichen Befestigungsarten seien:

(i) an den **4 Eckpunkten einer Seitenfläche**, d. h. die wassernächste Seitenfläche ist parallel zur Wasseroberfläche
(ii) an den **beiden Eckpunkten einer Würfelkante**, d. h. die den Aufhängepunkten gegenüberliegende Würfelkante ist Parallel zur Wasseroberfläche
(iii) an **einem Eckpunkt**, d. h. die vom Aufhängungspunkt zum wassernächsten Eckpunkt verlaufende Raumdiagonale ist normal zur Wasseroberfläche.

Siehe dazu auch die folgende **Skizze**:



Während des Eintauchens ins Wasser sei die **Lage der Kiste als fix angenommen**.
Berechnen Sie zunächst allgemein und dann mit den gegebenen Daten **unter Vernachlässigung der Dichte von Luft**

a) **die mittlere Dichte** $\overline{\rho}$ der Kiste sowie deren **Masse *m_K*.** . *(Lösung: $\overline{\rho}$ = 0,1626 g/cm³)*
b) die **Eintauchtiefe *T*** und die **Lage des Schwerpunktes *S* relativ zur Wasseroberfläche** bei der Eintauchtiefe für die Situationen **(i) – (iii)**.
(Lösung: T = (i): 16,26 cm, (ii): 40,32 cm, (iii): 57,26 cm)
c) Die **Arbeit *W***, die aufgewendet werden muß, um die Kiste wieder **senkrecht vollständig aus dem Wasser zu ziehen** für die Situationen **(i) – (iii)**.
(Lösung: W = (i): 129,68 J, (ii): 428,8 J, (iii): 685,04 J)

6. **Schwimmender Wasserball:** ein Wasserball aus **PVC** (Dichte **ρ_{PVC} = 1,4 g/cm³**) habe im aufgeblasenen Zustand einen **Aussendurchmesser von d_{Ball} = 40 cm**. und eine Wandstärke von **d_{PVC} = 0,8 mm**. Der **Luftdruck im Ball** beträgt **2 bar bei 25°C**.

a) Man berechne die **mittlere Dichte** $\overline{\rho}$ des luftgefüllten Balles. *(Lösung: $\overline{\rho}$ = 0,01907 g/cm³)*
b) Wie tief taucht der Ball in Wasser ein, **wenn nur die Schwerkraft auf ihn wirkt und der Auftrieb der Luft vernachlässigt wird**? *(Lösung: T = 3,28 cm)*
c) Welche **Kraft** ist nötig um den schwimmenden Ball **vollständig senkrecht unter Wasser zu drücken** und welche **Arbeit** muß man dazu verrichten? *(Lösung: F = 322,47 N, W = 63,38 J)*

Hinweis: Die Dichte von Luft beträgt bei 25°C und p = 1 bar ρ_L = 1,184 kg/m³. Beim Eintauchen ins Wasser verforme sich der Ball nicht. Die Dichte von Wasser kann mit ρ_W = 1 g/cm³ angenommen werden. Der Auftrieb der Luft möge vernachlässigt werden.