

ÜBUNGSAUFGABEN (XIII)

(Abgabe Montag, 6.2.2023; Besprechung Mittwoch, 8.2.2023)

Aufgabe 1: (4 Punkte)

Ein Kupferkabel homogener Dichte ρ_0 und Elastizitätsmodul E wird von einem Schiff ($z = 0$) senkrecht bis auf den Meeresgrund ($z = h$) abgesenkt. Aufgrund der durch sein Gewicht bewirkten Zugspannung σ entsteht im Kabel eine von der Tiefe z abhängige Dehnung $\varepsilon(z)$. Berechnen Sie die ursprüngliche Länge l des senkrecht hängenden Kabels. Leiten Sie dafür zunächst die allgemeine Formel für seine Längenänderung Δl als Funktion von l ab.

Hinweis: Die Längenänderung pro Meter hängt von z ab und muss daher lokal als Differenzial dl mit $\varepsilon = dl/dz$ ausgedrückt werden.

Zahlenwerte: $h = 5.0 \text{ km}$, $E = 100 \text{ GPa}$, $\rho_0 = 8.9 \text{ g/cm}^3$; Dichte von Wasser $\rho_w = 1.0 \text{ g/cm}^3$.

Aufgabe 2: (3 Punkte)

Ein hohes, mit Wasser gefülltes Gefäß steht auf einer elektronischen Waage, dessen Anzeige nach Abzug des darauf ruhenden Gewichts eine Null anzeigt. Eine Eisenkugel der Masse $m = 1 \text{ kg}$ wird an einem dünnen Faden vollständig in das Wasser eingetaucht und weit oberhalb des Gefäßbodens zur Ruhe gebracht. Welche scheinbare Masse m' zeigt die Waage an? Wie groß ist die angezeigte Masse gleich nach dem Durchtrennen des Fadens sowie wenn die Kugel schließlich wegen der Reibung mit konstanter Geschwindigkeit zu Boden sinkt?

Aufgabe 3: (3 Punkte)

Nach einem Starkregen und dadurch verursachtem Hochwasser dringt rasch Wasser in einen Kellerraum ein. Die Tür (Breite $b = 90 \text{ cm}$) ist geschlossen und der Wasserstand steigt schnell auf $h = 50 \text{ cm}$ an. Wie groß ist die vom Wasser auf die Tür wirkende Kraft F ? Welche Zugkraft F' muss eine Person im Kellerraum auf die Türklinke ausüben, um die Tür öffnen zu können?

Aufgabe 4: (4 Punkte)

Am Boden eines wassergefüllten Beckens (Pegelhöhe h) ist ein waagrecht liegendes zylindrisches Rohr mit Länge l und Radius r angeschlossen, aus dem Wasser (Dichte ρ) hinausfließt. Aufgrund des großen Volumens kann das Wasser im Becken als ruhend und der Wasserpegel h als konstant angenommen werden. Mit dem Volumenfluss Q gilt für die mittlere Geschwindigkeit des Wassers im Rohr $v = Q/\pi r^2$. Es werde angenommen, dass Q dem Gesetz von Hagen-Poiseuille unterliegt mit Viskosität η für Wasser. Bestimmen Sie v als Funktion der Größen h , ρ , l , r und η .

Hinweis: Benutzen Sie die Bernoulli-Gleichung zur Druckbestimmung am Rohreingang.