

| | | | |
|-----|-----------|---|---------|
| 6BG | Klasse 10 | Test Energieumwandlung - Energieerhaltung | Technik |
|-----|-----------|---|---------|

Eine Kirchturmuhren wird von zwei an Ketten hängenden Zuggewichten in Gang gehalten. Eines ist für das Uhrwerk, das Andere für das Schlagwerk „zuständig“ Beide bestehen aus Blei und haben die Abmessungen: Quaderförmig mit $l \times b = 10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ und einer Höhe von 90 cm. Nach jahrelanger Erfahrung weiß der Glöckner, dass er das Uhrgewicht alle 48 Stunden um 8,6 m und das Schlagwerksgewicht um 5,8 m hochziehen muss, damit die Uhr immer läuft.

1. Wieviel Energie ($\sim 48000 \text{ Nm}$) muss der Glöckner beim Hochziehen alle zwei Tage aufwenden, wenn durch Reibung in Kette, Kurbeln und Rollen 70 Prozent Verluste auftreten?
(Die Massen der übrigen Teile werden nicht berücksichtigt.)

Geg.: 2 Zuggewichte aus Blei \rightarrow Dichte $\rho = 11,3 \text{ kg/dm}^3$

mit $l = 1 \text{ dm}$ $b = 1 \text{ dm}$ $h = 9 \text{ dm}$

$t = 48 \text{ h}$ Hubhöhen $h_1 = 8,6 \text{ m}$ $h_2 = 5,8 \text{ m}$

Energieverluste beim Anheben = 70 %

Ges.: Masse ($\sim 200 \text{ kg}$)

Lageenergie W_L

Wirkungsgrad η

Hubenergie W_H

Masse der Zuggewichte

$$m = 2 \times \rho \times V = \rho \times l \times b \times h = 2 \times 11,3 \text{ kg/dm}^3 \times 1 \text{ dm} \times 1 \text{ dm} \times 9 \text{ dm} = 203,4 \text{ kg}$$

Lageenergie

$$W_L = m \times g \times h = 203,4 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times (8,6 \text{ m} + 5,8 \text{ m})/2 = 14367 \text{ Nm}$$

Wirkungsgrad

$$\eta = 100\% - 70\% = 30\%$$

Hubenergie W_H

$$W_H = W_L / \eta = 14367 \text{ Nm} / 0,3 = 47888 \text{ Nm}$$

2. Benzin hat einen Energiegehalt von $H = 32 \text{ MJ/Liter}$. Wieviel cm^3 ($\sim 0,5$) würde man brauchen, um dieselbe Energiemenge chemisch zu speichern wie die Lageenergie in den Zuggewichten?

$$V = W_L / H$$

$$V = 14367 \text{ J} / 32000000 \text{ J/l} = 0,000449 \text{ l} = 0,449 \text{ ml} = 0,449 \text{ cm}^3$$

3. Welche durchschnittliche Leistung in W ($\sim 0,1 \text{ W}$) nimmt die Uhr aus den beiden Gewichten auf?

$$P = W_L / t = 14367 \text{ Js} / (48 \text{ h} \times 3600 \text{ s/h}) = 0,83 \text{ W}$$

4. Als nach vielen Jahren eine der Zugketten durchgerostet war, fiel eines der Gewichte durch die Turmluke 38 m in die Tiefe und richtete unten beträchtlichen Sachschaden an. Mit welcher Geschwindigkeit prallte das Gewicht auf? ($\sim 100 \text{ km/h}$)

Annahme: Vollständige, verlustfreie Umwandlung vom W_L in E_{kin}

$$m \times g \times h = \frac{1}{2} m v^2 \rightarrow v = (2 \times g \times h)^{1/2} = (2 \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 38 \text{ m})^{0,5} = 27,3 \text{ m/s} = 98,3 \text{ km/h}$$