Eine Kirchturmuhr 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 x b = 10 cm x 10 cm und einer Höhe von 90 cm.
Nach jahrelanger Erfahrung weiß der Glöckner, dass er das Uhrengewicht alle 48 Stunden um 8,6 m und das Schlagwerksgewicht um 5,8 m hochziehen muss, damit die Uhr immer läuft.
**1.** Wieviel Energie (~48000 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 🡺 Dichte ρ = 11,3 kg/dm³ Ges.: Masse (~200kg)
 mit l = 1 dm b = 1 dm h = 9 dm Lageenergie WL
 t = 48 h Hubhöhen h1 =8,6 m h2 = 5,8 m Wirkungsgrad $η$
 Energieverluste beim Anheben = 70 % Hubenergie WH

 Masse der Zuggewichte
 m = 2 x ρ x V = ρ x l x b x h = 2 x 11,3  kg/dm³ x 1 dm x 1 dm x 9 dm = 203,4 kg
 Lageenergie
 WL = m x g x h = 203,4 kg x 9,81 m/s²  x (8,6 m + 5,8 m)/2 = 14367 Nm
 Wirkungsgrad
 $η$ = 100 %-70 % = 30 %
 Hubenergie WH
 WH = WL / $η$= 14367 Nm / 0,3 = 47888 Nm

**2.** Benzin hat einen Energiegehalt von H =32 MJ/Liter. Wieviel cm³ (~0,5) würde man brauchen,
 um dieselbe Energiemenge chemisch zu speichern wie die Lageenergie in den Zuggewichten?
 V = WL / H
 V = 14367 J / 32000000 J/l  = 0,000449 l = 0,449 ml = 0,449 cm³

**3.** Welche durchschnittliche Leistung in W (~0,1 W) nimmt die Uhr aus den beiden Gewichten auf?
 P = WL /t = 14367 Ws / (48 h x 3600 s/h) = 0,83 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? (~100 km/h)
 Annahme: Vollständige, verlustfreie Umwandlung vom WL in Ekin
 m x g x h = 1/2 mv² 🡺 v = (2 x g x h)1/2  = (2 x 9,81 m/s²  x 38 m)0,5  = 27,3 m/s  = 98,3 km/h