

5. Übungsblatt

Arbeit, Leistung, Energie

Es empfiehlt sich, zuerst allgemein zu rechnen und erst in die Endformeln Zahlenwerte einzusetzen.
In den Übungen für (Chem.) Biologen werden vorwiegend mit „●“ markierte Aufgaben besprochen.

1. Ein Kügelchen der Masse m bewege sich auf einem rauen Tisch und werde durch eine Schnur auf einer horizontalen Kreisbahn mit dem Radius r gehalten. Die Geschwindigkeit des Kügelchens sei zu Anfang v_0 und betrage nach einem vollen Umlauf $v_0/2$. ●
 - a) Drücken Sie die Arbeit, die durch die Reibung während einer Umdrehung verrichtet wird, in Abhängigkeit von m und v_0 aus.
 - b) Welchen Wert hat die Gleitreibungszahl?
 - c) Wie viele Umläufe wird das Kügelchen noch durchführen, bis es liegen bleibt?

Ergebnis: c) $1/3$ U.

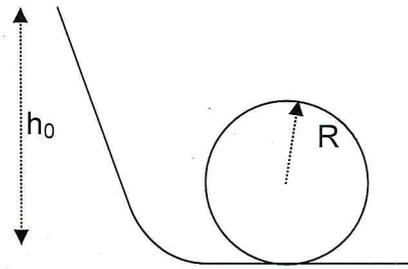
2. Eine Lokomotive der Masse m_{Lok} zieht Wagen mit der Masse m_{Wagen} .
 - a) Mit welcher maximalen Beschleunigung a kann die Lok den Zug auf ebener Strecke bei einem Haftreibungskoeffizienten μ zwischen Rad und Schiene in Bewegung setzen? (Alle Räder der Lok sind angetrieben, die Reibung der Wagen wird vernachlässigt.)
 - b) Bis zu welcher Geschwindigkeit v kann diese Beschleunigung eingehalten werden, wenn die maximale Leistung bei P_{max} liegt?
 - c) Welche größte Steigung kann von dem Zug mit einer konstanten Geschwindigkeit gerade noch bewältigt werden?
 - d) Welche Geschwindigkeit v_{steig} kann der Zug auf einer Steigung von 3% bei der Maximalleistung P_{max} halten?

Zahlenbeispiel: $m_{\text{Lok}} = 120$ t; $m_{\text{Wagen}} = 400$ t; $P_{\text{max}} = 3,5$ MW; $\mu = 0,15$.

Ergebnisse: a) $a = 0,34$ m/s²; b) $v = 20$ m/s; c) $m = 3,5\%$; d) $v_{\text{steig}} = 23$ m/s.

3. Gefährliche Achterbahn? •

a) Aus welcher Höhe h_0 muss ein besetzter Achterbahnwagen der Masse m mindestens starten, um einen Looping (vertikale Kreisbahn mit Radius R) durchfahren zu können, ohne den Kontakt mit den Schienen zu verlieren?



b) Welche Maximalgeschwindigkeit erreicht der Wagen?

c) Eine Feder der Federkonstante D bremst den Wagen am Ende der Bahn (Endhöhe $h_e = 0$) ab. Um welche Länge ℓ wird sie maximal komprimiert?

d) Überstehen die Passagiere das Abbremsen mit der Feder unbeschadet, wenn diese kurzzeitig Beschleunigungen bis ca. 10 g vertragen?

e) Auf welche Höhe h_e muss die Ausstiegsstation mindestens verlegt werden, wenn nur eine maximale Bremsbeschleunigung von 2 g zugelassen wird?

Zahlenbeispiel: $m = 2000$ kg; $R = 10$ m; $D = 100$ kN/m.

Ergebnisse: a) $h_0 = 25$ m; b) $v_{\max} = 22,1$ m/s; c) $\ell_{\max} = 3,13$ m; d) $a = 16$ g;
e) $h_e = 24,6$ m.

4. Die Leistung einer Wasserturbine beträgt 12 MW. Wie viele Kubikmeter Wasser (Dichte $\rho = 1$ g/cm³) werden bei einem nutzbaren Höhenunterschied von 8 m und einem Wirkungsgrad von 93% pro Sekunde zugeführt? Welche Arbeit verrichtet das Wasser innerhalb einer Stunde?

Ergebnisse: $V = 164$ m³; $W = 46 \cdot 10^9$ J.