

Arbeit, Leistung und Energie

Aufgabe 1

Ein Block kann reibungsfrei über einen ebenen Tisch gleiten. Sie üben eine Kraft von 5 Newton in Richtung 37° von der Waagrechten aus. Sie üben diese Kraft aus, während der Block sich eine Strecke von 10 m auf dem Tisch bewegt.

- Wieviel Arbeit hat Ihre Kraft verrichtet?
- Wieviel Arbeit hat die Gewichtskraft verrichtet?
- Wieviel Arbeit hat die Kraft, die der Tisch auf den Block ausübt, verrichtet?
- Wie groß ist die Gesamtarbeit, die an dem Block verrichtet wurde?

Lsg.: a) 40 J b) 0 c) 0 d) 40 J

Aufgabe 2

Ein Kind sitzt oben auf einer reibungsfreien großen Rutsche, deren Höhe 10 m ist.

- Wie groß ist die Geschwindigkeit des Kindes, wenn es unten ankommt?

Lsg.: a) 14 m/s

Aufgabe 3

Die Polizei hat ein langes Gewehr hergestellt. Das Projektil hat eine Masse von 2 g und wird von einer Kraft von 3 N angeschoben. Der Gewehrlauf ist 5 m lang und übt auf das Geschoß eine Reibungskraft von 1 N aus. Das Projektil ist zunächst in Ruhe.

- Wie groß ist die Endgeschwindigkeit, wenn das Projektil den Gewehrlauf verlässt?

Lsg.: a) 100 m/s

Aufgabe 4

Ein Block der Masse m wird mit Hilfe eines Seils eine vertikale Strecke d heruntengelassen. Während der Block sich nach unten bewegt, ist seine Beschleunigung $g/5$.

- Zeichnen Sie einen Freischnitt für den Block.
- Welche Arbeit hat die Gewichtskraft an dem Block verrichtet?
- Welche Arbeit hat die Seilkraft an dem Block verrichtet?

Drücken Sie Ihre Antworten mit Hilfe der Variablen m , g und d aus.

Lsg.: a) $+mgd$ b) $-\frac{4}{5}mgd$

Aufgabe 5

Ein Junge (Masse 40 kg) rutscht eine Rutsche hinunter, die einen Winkel von 20° mit der Waagrechten bildet. Die Rutsche ist 6 m lang. Er startet aus der Ruhelage und erreicht eine Geschwindigkeit von 3 m/s am Ende der Rutsche.

- Wie groß ist die Arbeit, die die Gewichtskraft während des Rutschens an dem Jungen verrichtet?
- Wie groß ist die Arbeit der Reibungskraft?

Lsg.: a) $804,4\text{ J}$ b) $-624,4\text{ J}$

Aufgabe 6.

Ein Schlitten der Masse 10 kg wird auf einem gefrorenen See angeschubst, so dass er eine Anfangsgeschwindigkeit $v_0 = 2\text{ m/s}$ erhält. Der Gleitreibungskoeffizient zwischen dem Schlitten und dem Eis ist $\mu_{GR} = 0,1$.

- Berechnen Sie die Strecke, die der Schlitten rutscht, bevor er zum Stehen kommt, mit Hilfe des Arbeitssatzes ("Work Kinetic Energy Theorem").

Lsg.: a) $2,04\text{ m}$

Aufgabe 7

Sie haben die Aufgabe, den Reibungskoeffizienten zwischen einem Block und einer bestimmten Oberfläche zu bestimmen. Dazu benutzen Sie eine Schräge, die einen Winkel von 37° mit der Waagrechten bildet. Am Fuß der Schräge geht sie in einen ebenen Tisch über, der dieselbe Oberfläche hat. Sie legen den Block auf die Schräge 10 m vom Fuß der Schräge entfernt und lassen ihn dann los. Der Block rutscht die Schräge hinunter und weitere 10 m auf dem ebenen Tisch entlang.

- a. Wie groß ist der Gleitreibungskoeffizient?

Lsg.: a) $0,333$

Aufgabe 8

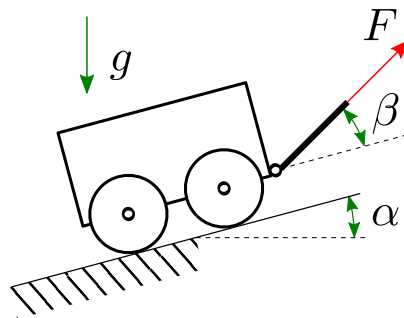
Eine Masse $m = 2\text{ kg}$ wird von der konstanten Kraft $F = 60\text{ N}$ aus der Ruhe beschleunigt.

- a. Welche Arbeit W wird von der Kraft im Zeitraum von $t_1 = 5\text{ s}$ bis $t_2 = 10\text{ s}$ verrichtet?

Lsg.: $W = 67,50\text{ kJ}$

Aufgabe 9

Ein Wagen wird infolge der Kraft $F = 160\text{ N}$ mit konstanter Geschwindigkeit $v = 1,1\text{ m/s}$ bergauf gezogen. Die Straße hat den Neigungswinkel $\alpha = 5^\circ$. Kraft und Bewegungsrichtung schließen den Winkel $\beta = 30^\circ$ ein. Während der Bewegung tritt Rollreibung $F_R = 40\text{ N}$ auf.



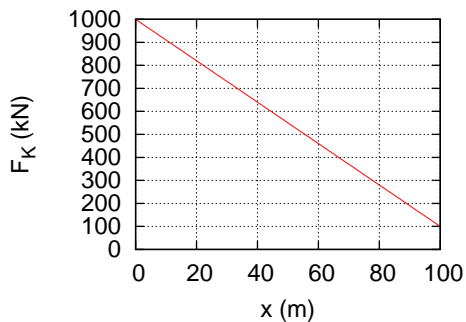
- a. Welche Arbeit W , bei Kraft F , wird innerhalb der Zeit $\Delta t = 125\text{ s}$ verrichtet und welche Leistung P wird dabei aufgebracht?

- b. Welche Höhe h wird innerhalb der Zeitspanne Δt überwunden?
- c. Berechnen Sie die Masse m des Wagens.
- d. Berechnen Sie den Rollreibungskoeffizient μ , der zwischen Räder und Straße herrscht.

Lsg.: a) $W = 19,05 \text{ kJ}$, $P = 152,4 \text{ W}$ b) $h = 11,98 \text{ m}$ c) $m = 115,3 \text{ kg}$ d) $\mu = 0,0382$

Aufgabe 10

Ein Düsenjet startet mit Hilfe eines Katapults von einem Flugzeugträger. Die für den Start benötigte Wegstrecke beträgt $x_1 = 100 \text{ m}$. Die Triebwerke des Jets erzeugen eine konstante Antriebskraft $F_T = 130 \text{ kN}$. Die vom Katapult auf den Jet übertragene Kraft $F_K(x)$ ist im Diagramm dargestellt. Bestimmen Sie die durch



- a. die Triebwerke
 - b. das Katapult
- während des Starts verrichtete Arbeit.

Lsg.: a) $W_T = 13 \text{ MJ}$ b) $W_K = 55 \text{ MJ}$

Aufgabe 11

Eine PKW ist mit einer Person der Masse $m_1 = 80 \text{ kg}$ besetzt. Bei konstanter Leistung $P = 50 \text{ kW}$ am Rad benötigt er die Zeit $t_1 = 10 \text{ s}$ um aus dem Stillstand auf die Endgeschwindigkeit $v_E = 108 \text{ km/h}$ zu beschleunigen.

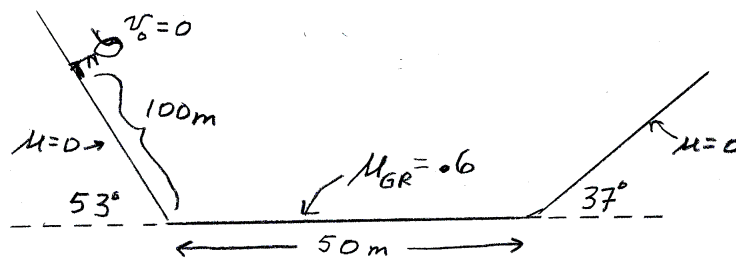
- Berechnen Sie die Masse der PKW?
- Berechnen Sie die Beschleunigungszeit t_5 , um bei gleicher Leistung am Rad auf die gleiche Geschwindigkeit zu kommen, wenn fünf Personen mit der Gesamtmasse $m_5 = 400 \text{ kg}$ im Fahrzeug sitzen.

Der Einfluss von Luft- und Rollreibung soll vernachlässigt werden.

Lsg.: a) $m_{PKW} \approx 1031 \text{ kg}$ b) $t_5 = 12,88 \text{ s}$

Aufgabe 12

Henriette lernt Skifahren. Sie rutscht aus dem Stand los, den linken Hügel hinunter, der reibungsfrei ist. Dann rutscht sie über den ebenen, 50 m breiten Parkplatz, mit einem Gleitreibungskoeffizienten μ_{GR} von $0,6$. Schließlich rutscht sie den reibungsfreien rechten Hügel hinauf. Der linke Hügel hat eine Steigung von 53° , der rechte Hügel von 37° . Henriette startet 100 m den linken Hügel hinauf.

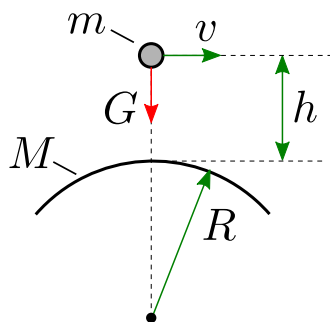


- Wie hoch rutscht sie den rechten Hügel hinauf, bevor sie (momentan) zum Stillstand kommt?
- Dann rutscht sie hin und her, bis sie schließlich zum Stillstand kommt. An welcher Stelle auf dem Parkplatz bleibt sie stehen?

Lsg.: a) 83.3 m b) 33 m from the left hill

Aufgabe 13

Nach dem Gravitationsgesetz beträgt die Anziehungskraft der Erde auf eine Masse $m = 200 \text{ kg}$ im Abstand r vom Erdmittelpunkt $G(r) = \gamma m M / r^2$ mit der Gravitationskonstante $\gamma = 6,673 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ und der Erdmasse $M = 5,975 \times 10^{24} \text{ kg}$. The radius of the earth is $R = 6370 \text{ km}$.

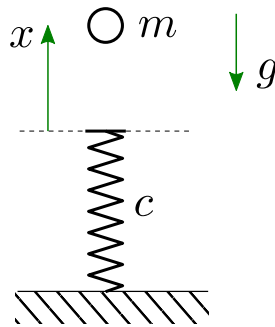


- Welche Bahngeschwindigkeit v muss ein Erdsatellit haben, der eine kreisförmige Bahn in der Höhe $h = 1000 \text{ km}$ über der Erdoberfläche beschreiben soll?
- Welche Arbeit W muss aufgebracht werden, um diesen Satelliten der Masse m gegen die Wirkung der Schwerkraft auf seine Bahn zu heben und ihm die erforderliche Geschwindigkeit zu verleihen? (Luftreibung und Erdrotation können vernachlässigt werden.)

Lsg.: a) $v = 7355 \text{ m/s}$ b) $W_{\text{gesamt}} = 7,14 \text{ GJ}$

Aufgabe 14

Eine Punktmasse $m = 10 \text{ kg}$ wird in der Höhe $x_1 = 0,6 \text{ m}$ losgelassen und trifft bei $x = 0$ auf das Ende einer senkrecht stehenden Feder mit der Federkonstante $c = 1,96 \times 10^3 \text{ N/m}$, die den Fall bremst.



- Bis zu welchem Ort x_2 wird die Feder maximal zusammengedrückt?
- Welche Geschwindigkeit v_3 hat der Körper, wenn die Feder bis zur Stelle $x_3 = -0,1 \text{ m}$ zusammengedrückt ist.
- Welche Leistung P_3 entwickelt die Feder bei x_3 ?
- Stellen Sie die gesamte potentielle Energie des Systems als Funktion von x grafisch im Bereich $0,3 \text{ m} \leq x \leq 0,6 \text{ m}$ dar. Tragen Sie in das Diagramm qualitativ den Ort maximaler Stauchung x_5 ein, wenn die Masse von der Höhe $x_4 = 0,4 \text{ m}$ losgelassen wird.

Lsg.: a) $|x_2| = 0,3002 \text{ m}$ b) $v_3 = \pm 3,431 \text{ m/s}$ c) $P_3 = \pm 672,5 \text{ W}$

Aufgabe 15

Ein Block rutscht ohne Reibung eine Schräge hinunter und dann eine ebenfalls reibungsfreie kreisförmige Bahn hinauf. Der Radius der Bahn ist R .

- Wie hoch auf der Schräge muss der Block losgelassen werden, so dass er den ganzen Kreis durchläuft, ohne von der Kreisbahn herunterzufallen? Drücken Sie Ihre Antwort mit Hilfe des Radius R aus.

Lsg.: a) $h_{\min} = \frac{5}{2}R$

Aufgabe 16

Ihr Freund schiebt eine Kiste von 10 kg auf einer reibungsfreien ebenen Fläche in die positive x -Richtung. Die Kiste startet vom Stillstand bei $x = 0$ und wird mit einer Kraft geschoben, die gegeben ist durch $F_x = 6x\text{ Newtons}$, wobei x in m ist. Aus dieser Gleichung können Sie erkennen, dass die Kraft, mit der Ihr Freund schiebt, linear mit dem Abstand der Kiste vom Ursprung ansteigt. Er übt diese Kraft auf einer Strecke von 2 m aus, d.h. bis zur Position $x = 2\text{ m}$.

- a. Wie hoch ist die Geschwindigkeit der Kiste, wenn sie bei $x = 2\text{ m}$ ist?

Lsg.: a) 1.55 m/s

Aufgabe 17

Ein Rennrad-Fahrer (Masse 80 kg) fährt einen steilen Hügel mit konstanter Geschwindigkeit hinauf. Der Hügel bildet einen Winkel von 10° mit der Waagrechten. Er fährt eine Strecke von 12 km den Hang hinauf. Berechnen Sie

- a. die Arbeit, die von der Gewichtskraft verrichtet wird.
b. die Arbeit, die von dem Radfahrer verrichtet wird.
c. Der Radfahrer legt die 12 km in einer Stunde zurück (mit einer Geschwindigkeit von 12 km/h). Wie groß ist seine durchschnittliche Leistung?

Vernachlässigen Sie Luftwiderstand und Rollreibung.

Lsg.: a) $-1,63 \times 10^6\text{ J}$ b) $+1,63 \times 10^6\text{ J}$ c) 454 W

Aufgabe 18

Ein Vater (Masse 150 kg) möchte auf einer Schaukel auf einem Spielplatz schaukeln. Die Schaukel hängt an zwei Seilen, von denen jedes einer Kraft von 1000 N standhalten kann, bevor es reißt.

- a. Welches ist der größte Winkel (gemessen von der Vertikalen), mit dem der Vater schaukeln kann, ohne dass die Seile reißen?

Lsg.: a) $34,9^\circ$

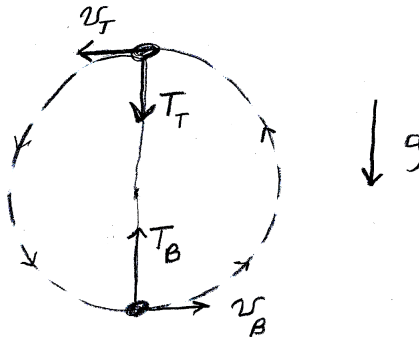
Aufgabe 19

Ein Physikbuch der Masse m wird mit einer Anfangsgeschwindigkeit v_0 senkrecht in die Luft geworfen. Nehmen Sie an, dass der Luftwiderstand während des Fluges konstant ist und den Wert xmg hat. Zeigen Sie, dass

- die maximale Höhe, die das Buch erreicht, gegeben ist durch $h_{max} = v_0^2 / (2g(1+x))$.
- die Geschwindigkeit, mit der das Buch auf den Boden aufschlägt, $v = v_0 \sqrt{(1-x)/(1+x)}$ ist.

Aufgabe 20

Ein Ball der Masse m ist an ein masseloses Seil gebunden und schwingt in einem vertikalen Kreis. Wenn wir jede Reibung vernachlässigen, wird er ewig weiterschwingen. In diesem Fall ist die Seilkraft am tiefsten Punkt der Kreisbahn, T_B , größer als die Seilkraft am höchsten Punkt, T_T .



- Zeigen Sie, dass $T_B - T_T = 6mg$, unabhängig davon, wie schnell der Ball am tiefsten Punkt der Kreisbahn ist.

Aufgabe 21

Eine Kette der Gesamtmasse m und Gesamtlänge L liegt so auf einem reibungsfreien Tisch, dass $3/4$ ihrer Länge über die Tischkante hängt.

- Wieviel Arbeit ist erforderlich, um den herabhängenden Teil der Kette auf den Tisch zu ziehen? Drücken Sie Ihre Antwort mit Hilfe von m , L , und g aus.

Lsg.: a) $\frac{9}{32}mgL$