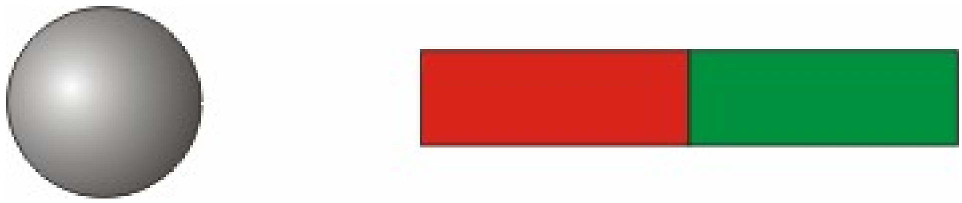
Name: ____________________ Punkte: __________ Note: __________

1.) Wir betrachten eine Kugel der Masse $0{,}6\,\mathrm{kg}$. Im dargestellten Augenblick übt der Magnet rechts neben der Kugel eine Kraft von $2\,\mathrm{N}$ auf die Kugel aus.

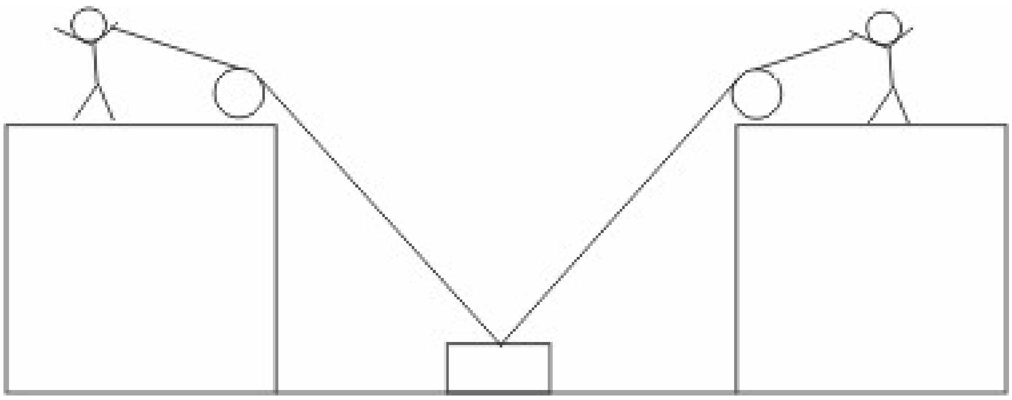


(a) Bestimme zeichnerisch die resultierende Kraft auf die Kugel ($1\,\mathrm{N} \hat{=} 1\,\mathrm{cm}$).

(b) Wie stark und in welche Richtung wird die Kugel in diesem Augenblick beschleunigt ($2\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \hat{=} 1\,\mathrm{cm}$)?

(c) Spielt die Geschwindigkeit der Kugel in diesem Augenblick eine Rolle für die ersten Fragen? Wenn ja, welche?

2.) Zwei Typen wollen eine Kiste (mit Gold?) auf die skizzierte Weise aus einer Schlucht bergen.



(a) Mit welcher Kraft müssen die Typen rechts und links ziehen, um die Kiste der Masse $30\,\mathrm{kg}$ anheben zu können? ($100\,\mathrm{N} \widehat{=} 1\,\mathrm{cm}$)

(b) Welches Problem ergibt sich, wenn die Typen die Kiste höher und höher heben? Wie hoch kann die Kiste auf diese Weise maximal gehoben werden?

3.) Anmerkung: Die folgende Aufgabe spielt in einer weit, weit entfernten Galaxis, fernab jeglicher Gravitation.
Eine Rakete der Masse $10\,\mathrm{t}$ beschleunigt aus dem Stand $10\,\mathrm{s}$ lang gleichförmig und hat danach eine Strecke von $0{,}5\,\mathrm{km}$ zurückgelegt.

(a) Mit welcher Kraft haben die Triebwerke die Rakete während dieser Zeit angetrieben?

(b) Welche Kraft verspürte ein Astronaut von $75\,\mathrm{kg}$ während dieser Zeit und wie hat er sich wohl gefühlt?

(c) Welche Kraft müssen die Triebwerk aufbringen, damit die Rakete mit 5-facher Erdbeschleunigung beschleunigt?

4.) Wir betrachten einen Körper auf der schiefen Ebene.

(a) Welche Kräfte wirken auf diesen Körper?
Zeige, dass für die Resultierende im reibungsfreien Fall gilt:

$$F_{res} = F_H = G \sin(\alpha)$$

(b) Welche Neigung hat die Ebene, wenn ein Wägelchen der Masse $3\,\mathrm{kg}$ mit $3\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$ auf ihr beschleunigt wird?

(c) Bei einem Holzklotz lässt sich die Reibung nicht mehr vermeiden. Beschreibe ein Experiment, wie man in diesem Fall die maximale Haftreibungskraft $F_{h,max}$ bestimmen kann.

(d) Ein anderer Holzklotz der Masse $0{,}4\,\mathrm{kg}$ verliert auf einer schiefen Ebene der Neigung $23°$ die Haftung und beschleunigt gleichmäßig. Nach $2\,\mathrm{s}$ hat er eine Geschwindigkeit von $12\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$.
Mit welcher Kraft hat die Reibung den Klotz gebremst?

Musterlösung:

folgt auf der nächsten Seite

Lösung von 2. Physik-Klausur, Klasse 11a

Aufgabe 1a

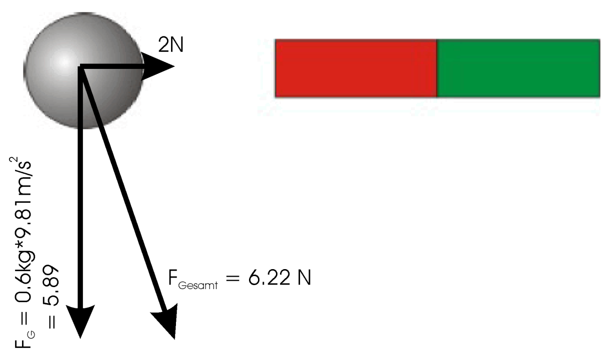


Abbildung 1: Aufgabe 1

Aufgabe 1b

Die Beschleunigung geht in die selbe Richtung, wie die resultierende Kraft.
Wenn man annimmt, dass
$2\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 1\,\mathrm{cm}$,
dann ist die Beschleunigung $a = 12,44\,\mathrm{cm}$.
Besser ist jedoch, wenn man es richtig macht und sagt, dass nach

$$F = m \cdot a$$

für die Beschleunigung gilt:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{6,22\,\mathrm{N}}{0.6\,\mathrm{kg}} = 10,37\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$$

Aufgabe 1c

Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Magnetisierung innerhalb der Kugel ist begrenzt. Wenn Die Geschwindigkeit der Kugel in der selben Größenordnung dieser Magnetisierungsgeschwindigkeit ist, dann wird die Kugel von dem Magneten weniger angezogen. Die gesamt-Beschleunigung ist kleiner und der Winkel zwischen der gesamt-Beschleunigung und der Gravitationskraft ist kleiner. Die Beschleunigung zeigt also etwas weiter nach unten.

Aufgabe 2a

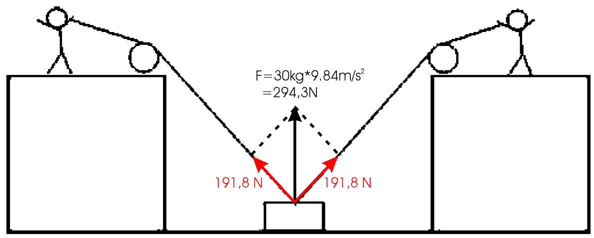


Abbildung 2: Aufgabe 2a

Wenn man ein Kräfte-Parallelogramm verwendet, wie es in der Abbildung 2 einzeichnet ist, kann man aus der Zeichnung ablesen, dass die beiden „Typen“ jeweils 191,8 N brauchen.[1]

Aufgabe 2b

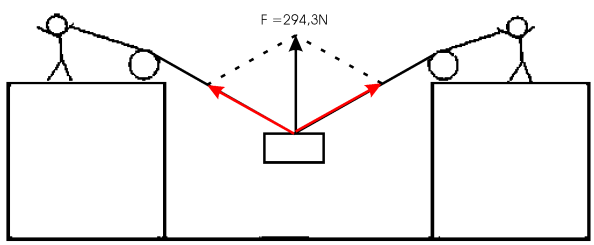


Abbildung 3: Aufgabe 2b

Je höher die Kiste gehoben wird, um so mehr Kraft müssen die beiden „Typen“ aufwenden. Dies funktioniert bis zu dem Punkt, wo das Seil (fast) parallel zum Boden hängt. Aber auch da brauchen die beiden schon unendlich viel Kraft. Aber eine Kiste mit zweifelhaftem Inhalt ist das sicherlich wert.

[1] Die Umlenkrolle ändert zwar die Richtung der Kraft, nicht jedoch den Betrag.

Aufgabe 3a
Die Rakete macht eine gleimäßig beschleunigte Bewegung.[2] Es gilt:

$$\begin{aligned} S &= \frac{1}{2}a \cdot t^2 \\ \Rightarrow a &= 2\,\frac{S}{t^2} \\ a &= 2\,\frac{500\,\mathrm{m}}{100\,\mathrm{s}^2} \\ &= 10\,\mathrm{m/s^2} \end{aligned}$$

Nachdem wir nun die Beschleunigung kennen, kann man die damit verbundene Kraft berechnen:

$$\begin{aligned} F &= m \cdot a \\ &= 10.000\,\mathrm{kg} \cdot 10\,\mathrm{m/s^2} \\ &= 100.000\,\mathrm{N} \end{aligned}$$

Die Triebwerke treiben die Rakete mit $F = 100.000\,\mathrm{N}$ an.

Aufgabe 3b
Ein Astronaut mit 75 kg verspürt eine Kraft von $F = 75\,\mathrm{kg} \cdot 10\,\mathrm{m/s^2} = 750\,\mathrm{N}$. Diese Kraft ist nur unwesentlich stärker als die Gravitationskraft, die der Astronaut auf der Erde spüren würde. Es wird ihm somit wahrscheinlich sogar besser gehen, also ohne Beschleunigung.
Aufgabe 3c
Wenn die Rakete mit $5\,g = 5 \cdot 9.81\,\mathrm{m/s^2}$=$49.05\,\mathrm{m/s^2}$ beschleunigt wird, dann müssen die Triebwerke eine Kraft von:

$$\begin{aligned} F &= m \cdot a \\ F &= 10.000\,\mathrm{kg} \cdot 49,05\,\mathrm{m/s^2} \\ &= 490.500\,\mathrm{N} \end{aligned}$$

aufbringen. Also knapp das fünf-Fache.

Aufgabe 4a
Ohne Reibung wirkt die Gewichtskraft G und die Normalkraft der Ebene F_N. Die Resultierende Kraft ist die in Abbildung 4 eingezeichnete Kraft F_{res}.

[2] Wir nehmen einfach mal an, dass die Masse der Rakete während der gesamten Zeit konstant ist. Dies gilt in der Wirklichkeit nicht, da die Rakete ja Treibstoff verbrennt.

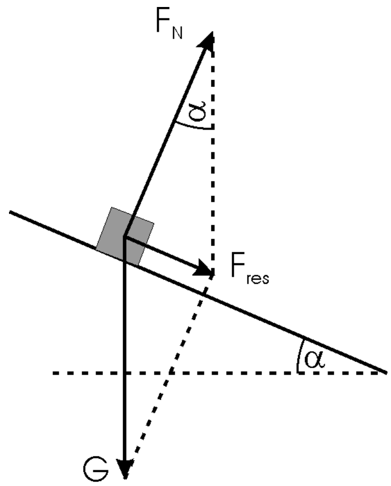


Abbildung 4: Aufgabe 4

Wie man anhand der Abbildung erkennt, gilt:

$$\sin(\alpha) = \frac{F_{res}}{G} \tag{1}$$

$$\Rightarrow F_{\text{res}} = G \sin(\alpha) \tag{2}$$

Aufgabe 4b
Wenn das 3 kg schwere Wägelchen mit $3\,\text{m/s}^2$ beschleunigt wird, dann gilt für die resultierende Kraft:

$$\begin{aligned} F &= m \cdot a \\ &= 3\,\text{kg} \cdot 3\,\text{m/s}^2 \\ &= 9\,\text{N} \end{aligned}$$

Nach der Formel (1) gilt demnach:

$$\sin\alpha = \frac{9\,\text{N}}{3\,\text{kg} \cdot 9,81\,\text{m/s}^2}$$

Somit gilt für den Winkel $\alpha = 17,8°$.
Aufgabe 4c
Wenn man den Winkel α der schiefen Ebene von Null an langsam erhöht, kann man den Winkel α_{max} bestimmen, bei dem der Holzklotz anfängt zu rutschen.
Somit kann man die maximale Haftreibungskraft $F_{\text{h,max}}$ über Gleichung (2) bestimmen:

$$\begin{aligned} F_{\text{h,max}} &= G \sin(\alpha_{\text{max}}) \\ &= 9,81\text{m/s}^2 \cdot m \cdot \sin(\alpha_{\text{max}}) \end{aligned}$$

Dabei ist m die Masse des Holzklotzes.
Aufgabe 4d
Wenn der Holzklotz nach 2 s eine Geschwindigkeit von 12 km/h= 3,33 m/s hat, dann gilt:

$$\begin{aligned} v &= a \cdot t \\ \Rightarrow a &= \frac{v}{t} \\ &= \frac{3,33\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{2\,\mathrm{s}} \\ &= 1,67\mathrm{m/s}^2 \end{aligned}$$

Demnach ist die beschleunigende Kraft:

$$F_{\text{Beschleunigung}} = 0,4\,\mathrm{kg} \cdot 1,67\,\mathrm{m/s}^2 = 0,668\,\mathrm{N}$$

Diese Beschleunigende Kraft muss gerade um den Betrag der Reibungskraft F_{Reibung} kleiner sein, als die resultierende Kraft F_{res}.
Die resultierende Kraft F_{res} berechnet sich nach Gleichung (2):

$$\begin{aligned} F_{\text{res}} &= m \cdot g \cdot \sin(\alpha) \\ &= 0,4\,\mathrm{kg} \cdot 9,81\,\mathrm{m/s}^2 \cdot \sin(23^\circ) \\ &= 1,533\,\mathrm{N} \end{aligned}$$

Die Reibungskraft ist die Differenz aus F_{res} und $F_{\text{Beschleunigung}}$:

$$\begin{aligned} F_{\text{Reibung}} &= F_{\text{res}} - F_{\text{Beschleunigung}} \\ &= 1,533\,\mathrm{N} - 0,668\,\mathrm{N} \\ &= 0,865\,\mathrm{N} \end{aligned}$$

Die Reibung bremmst den Klotz mit $F_{\text{Reibung}} = 0,865\,\mathrm{N}$.