Dynamik: Kräfte und Newtonsche Gesetze

Physik · Klasse 11 · mittel · Lösungen

vitus-tutoring.de

kostenlos, mit Lösungen

Name: _____ Datum: _____

Rechne mit g = 10 N/kg. Zeichne bei jeder Aufgabe zuerst alle Kräfte als Pfeile am Körper ein (Freikörperbild).

1 Berechne die Bewegung mit Reibung.

$F_R = \mu \cdot F_N$, auf waagerechtem Boden $F_N = m \cdot g$. Resultierende Kraft $F_{res} = F_{Zug} - F_R$, dann $a = \frac{F_{res}}{m}$. Bremsweg bis zum Stillstand: $s = \frac{v^2}{2 \cdot a}$.

a) Ein Schlitten (30 kg) wird mit 75 N waagerecht über Schnee gezogen, μ = 0,05. Berechne die Beschleunigung und die Geschwindigkeit nach 4 s.

$F_N = m \cdot g = 30\ kg \cdot 10\ N/kg = 300\ N$

$F_R = \mu \cdot F_N = 0{,}05 \cdot 300\ N = 15\ N$

$F_{res} = F_{Zug} - F_R = 75\ N - 15\ N = 60\ N$

$a = \frac{F_{res}}{m} = \frac{60\ N}{30\ kg} = 2\ m/s^2$

$v = a \cdot t = 2\ m/s^2 \cdot 4\ s = 8\ m/s$

Der Schlitten beschleunigt mit 2 m/s² und ist nach 4 s 8 m/s schnell.

b) Dann wird die Schnur losgelassen. Wie weit gleitet der Schlitten noch?

Ohne Zugkraft bremst nur noch die Reibung: $F_{res} = -15\ N$

$a = \frac{F_{res}}{m} = \frac{-15\ N}{30\ kg} = -0{,}5\ m/s^2$

$s = \frac{v^2}{2 \cdot a} = \frac{(8\ m/s)^2}{2 \cdot 0{,}5\ m/s^2}$

$s = \frac{64\ m^2/s^2}{1\ m/s^2} = 64\ m$

Der Schlitten gleitet noch 64 m weit.

Dynamik: Kräfte und Newtonsche Gesetze (Fortsetzung)

Physik · Klasse 11 · mittel · Lösungen

vitus-tutoring.de

Name: _____ Datum: _____

kostenlos, mit Lösungen

2 Berechne die Bremsung mit blockierten Rädern.

Beim Rutschen ist die Reibung die einzige Kraft längs der Straße: $\mu \cdot m \cdot g = m \cdot a$, also $a = \mu \cdot g$. Bremsweg $s = \frac{v^2}{2 \cdot a}$. 1 m/s = 3,6 km/h.

a) Ein Auto (1200 kg) fährt 72 km/h und bremst auf trockener Straße mit blockierten Rädern, μ = 0,8. Berechne Bremskraft, Verzögerung und Bremsweg.

Bremskraft: $F_R = \mu \cdot m \cdot g = 0{,}8 \cdot 1200\ \text{kg} \cdot 10\ \text{N/kg} = 9600\ \text{N}$

Verzögerung: $a = \frac{F_R}{m} = \frac{9600\ \text{N}}{1200\ \text{kg}} = 8\ \text{m/s}^2$

$v = \frac{72\ \text{km/h}}{3{,}6} = 20\ \text{m/s}$

Bremsweg: $s = \frac{v^2}{2 \cdot a} = \frac{(20\ \text{m/s})^2}{2 \cdot 8\ \text{m/s}^2} = \frac{400\ \text{m}^2/\text{s}^2}{16\ \text{m/s}^2} = 25\ \text{m}$

Die Bremskraft ist 9600 N, das Auto verzögert mit 8 m/s² und steht nach 25 m.

b) Wie lang ist der Bremsweg auf vereister Straße (μ = 0,1)? Wäre er für einen Lkw (12 t) länger? Begründe.

Eis: $a = \mu \cdot g = 0{,}1 \cdot 10\ \text{m/s}^2 = 1\ \text{m/s}^2$

$s = \frac{(20\ \text{m/s})^2}{2 \cdot 1\ \text{m/s}^2} = 200\ \text{m}$

Das ist achtmal so lang wie auf trockener Straße.

Der Lkw hat denselben Bremsweg. Seine Reibungskraft ist zwar zehnmal so groß, er hat aber auch die zehnfache Masse. In $\mu \cdot m \cdot g = m \cdot a$ kürzt sich m heraus: $a = \mu \cdot g$ hängt nicht von der Masse ab.

Dynamik: Kräfte und Newtonsche Gesetze (Fortsetzung)

Physik · Klasse 11 · mittel · Lösungen

vitus-tutoring.de

Name: _____ Datum: _____

kostenlos, mit Lösungen

3 Rechne auf der schiefen Ebene.

Am Hang: $\sin\alpha = \frac{\text{Höhe}}{\text{Länge}}$, $\cos\alpha = \frac{\text{waagerechte Strecke}}{\text{Länge}}$. $F_H = m \cdot g \cdot \sin\alpha$; $F_N = m \cdot g \cdot \cos\alpha$; $F_R = \mu \cdot F_N$. Rutscht der Körper hinab: $F_{res} = F_H - F_R$. Aus dem Stand: $v^2 = 2 \cdot a \cdot s$.

a) Ein Rodelschlitten mit Kind (40 kg) steht oben auf einem Hang, der auf 15 m Länge um 9 m abfällt. Zeige, dass $\sin\alpha = 0{,}6$ und $\cos\alpha = 0{,}8$ gilt, und berechne F_H und F_N.

$\sin\alpha = \frac{9\ m}{15\ m} = 0{,}6$

waagerechte Strecke (Pythagoras): $\sqrt{((15\ m)^2 - (9\ m)^2)} = \sqrt{(144\ m^2)} = 12\ m$

$\cos\alpha = \frac{12\ m}{15\ m} = 0{,}8$

$F_G = m \cdot g = 40\ kg \cdot 10\ N/kg = 400\ N$

$F_H = F_G \cdot \sin\alpha = 400\ N \cdot 0{,}6 = 240\ N$

$F_N = F_G \cdot \cos\alpha = 400\ N \cdot 0{,}8 = 320\ N$

b) Die Gleitreibungszahl ist $\mu = 0{,}15$. Wie schnell ist der Schlitten unten, wenn er oben aus dem Stand startet?

$F_R = \mu \cdot F_N = 0{,}15 \cdot 320\ N = 48\ N$

$F_{res} = F_H - F_R = 240\ N - 48\ N = 192\ N$

$a = \frac{F_{res}}{m} = \frac{192\ N}{40\ kg} = 4{,}8\ m/s^2$

$v^2 = 2 \cdot a \cdot s = 2 \cdot 4{,}8\ m/s^2 \cdot 15\ m = 144\ m^2/s^2$

$v = 12\ m/s$

Der Schlitten ist unten 12 m/s schnell, das sind gut 43 km/h.

Dynamik: Kräfte und Newtonsche Gesetze (Fortsetzung)

Physik · Klasse 11 · mittel · Lösungen

vitus-tutoring.de

Name: _____ Datum: _____

kostenlos, mit Lösungen

4 Berechne die Kräfte bei verbundenen Körpern.

Betrachte zuerst alle Körper zusammen: F = (m1 + m2) · a. Für die Seilkraft schneidest du das Seil gedanklich durch und betrachtest einen Körper allein.

a) Ein Auto (1000 kg) schleppt einen Anhänger (500 kg) ab und beschleunigt mit 0,8 m/s². Welche Antriebskraft ist nötig (ohne Reibung)? Wie groß ist die Kraft in der Abschleppstange?

Beide zusammen: F = (m1 + m2) · a

F = (1000 kg + 500 kg) · 0,8 m/s² = 1200 N

Die Stange beschleunigt nur den Anhänger: F_S = m2 · a

F_S = 500 kg · 0,8 m/s² = 400 N

Nötig sind 1200 N Antriebskraft, die Stange überträgt 400 N.

b) Über eine Rolle an der Tischkante hängt ein Gewichtsstück (2 kg). Es zieht einen Wagen (8 kg) ohne Reibung über den Tisch. Berechne die Beschleunigung und die Seilkraft.

Antrieb ist die Gewichtskraft des Gewichtsstücks: F_G = 2 kg · 10 N/kg = 20 N

Sie beschleunigt beide Körper: $a = \frac{F_G}{m_Wagen + m_Stück}$

$a = \frac{20\ N}{8\ kg + 2\ kg} = 2\ m/s^2$

Das Seil beschleunigt den Wagen allein: F_S = 8 kg · 2 m/s² = 16 N

Probe am Gewichtsstück: 20 N - 16 N = 4 N = 2 kg · 2 m/s²

Beide beschleunigen mit 2 m/s², die Seilkraft ist 16 N.

Dynamik: Kräfte und Newtonsche Gesetze (Fortsetzung)

Physik · Klasse 11 · mittel · Lösungen

vitus-tutoring.de

Name: _____ Datum: _____

kostenlos, mit Lösungen

5 Berechne, was die Waage im Aufzug anzeigt.

Auf dich wirken die Gewichtskraft nach unten und die Kraft des Bodens nach oben. Die Waage misst die Bodenkraft: $F = m \cdot (g + a)$, Beschleunigung nach oben positiv. Angezeigt wird $\frac{F}{g}$ in kg.

a) Lena (50 kg) steht im Aufzug auf einer Personenwaage. Der Aufzug fährt mit 2 m/s² nach oben an. Was zeigt die Waage in N und in kg?

$F = m \cdot (g + a)$

$F = 50\ kg \cdot (10\ m/s^2 + 2\ m/s^2) = 50\ kg \cdot 12\ m/s^2 = 600\ N$

Anzeige: $\frac{600\ N}{10\ N/kg} = 60\ kg$

Die Waage zeigt 600 N, also 60 kg statt 50 kg.

b) Oben bremst der Aufzug mit 2 m/s² ab. Was zeigt die Waage jetzt, und was während der gleichmäßigen Fahrt dazwischen?

Bremsen auf dem Weg nach oben: Die Beschleunigung zeigt nach unten, $a = -2\ m/s^2$.

$F = 50\ kg \cdot (10\ m/s^2 - 2\ m/s^2) = 400\ N$, die Waage zeigt 40 kg.

Gleichmäßige Fahrt: $a = 0$, $F = 50\ kg \cdot 10\ m/s^2 = 500\ N$, die Waage zeigt 50 kg wie im Stillstand.

c) Gedankenexperiment: Das Seil reißt, der Aufzug fällt frei. Was zeigt die Waage jetzt?

Freier Fall: $a = -g = -10\ m/s^2$

$F = 50\ kg \cdot (10\ m/s^2 - 10\ m/s^2) = 0\ N$

Die Waage zeigt 0. Lena und die Waage fallen gleich schnell, deshalb drückt Lena nicht mehr auf die Waage: Sie ist schwerelos. Genauso geht es den Astronauten in der ISS, die mit ihrer Station frei um die Erde fallen.