

# 1. Schulaufgabe aus der Physik \* Klasse 10d \* 01.12.2017 \* Gruppe A

1. Bearbeiten Sie diese Aufgabe auf dem Arbeitsblatt!

2. Am 18.11.2013 startete die Marssonde MAVEN (Mars Atmosphere and Volatile Evolution) von Cape Canaveral mit einer Atlas V (401) Rakete.



In der Hauptstufe der Atlas V wird ein flüssiges Kohlenwasserstoffgemisch mit Flüssigsauerstoff verbrannt. Beim Start treten dabei pro Sekunde 1,2 Tonnen der Verbrennungsgase mit einer Geschwindigkeit von 3,2 km/s aus. Die Gesamtmasse der Atlas V (Haupt- und Oberstufe) beträgt 309 Tonnen und die Sonde MAVEN hat die Masse 3,5 Tonnen (davon 2,6 Tonnen Treibstoff).

a) Berechnen Sie die Schubkraft der Atlas V und die Beschleunigung der Rakete beim Start.

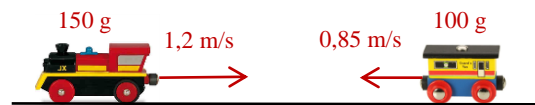
Am 22.9.2014 schwenkte die Marssonde MAVEN in eine stark elliptische Bahn um den Mars ein. Der Abstand der Sonde von der Marsoberfläche schwankte dabei zwischen 400km und 44400km. Der Durchmesser des Mars beträgt 6800km.

Für einen Umlauf um den Mars benötigte die Sonde dabei 35 Stunden.

b) Bestimmen Sie die große Halbachse der Ellipsenbahn von MAVEN.

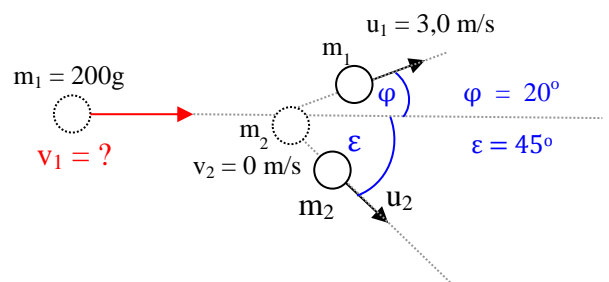
c) Zur Erkundung der Marsatmosphäre wurde MAVEN auf verschiedene, kreisförmige Umlaufbahnen gebracht. Eine dieser Kreisbahnen hatte eine Höhe von 150km über der Marsoberfläche. Berechnen Sie die Umlaufdauer für diese Kreisbahn.

3. Bei einer Spielzeugeisenbahn aus Holz lässt Klein-Anton eine Lok (150g) und einen Waggon (100g) mit den Geschwindigkeiten 1,2 m/s und 0,85 m/s aufeinanderprallen.



Die zusammengekoppelten Fahrzeuge bewegen sich anschließend gemeinsam weiter. Bestimmen Sie Geschwindigkeit und Richtung von Lok und Waggon nach dem Stoß. Berechnen Sie zusätzlich den Prozentsatz an mechanischer Energie, der bei diesem vollkommen unelastischen Stoß „verloren“ geht.

4. Eine Puckscheibe 1 der Masse  $m_1 = 200\text{g}$  bewegt sich mit der unbekanntem Geschwindigkeit  $v_1$  reibungsfrei auf einer waagrecht liegenden Fläche auf einen zweiten zunächst ruhenden Puck 2 der unbekanntem Masse  $m_2$  zu und stößt mit diesem dann nicht zentral zusammen. Nach dem Stoß bewegt sich der Puck 1 mit der Geschwindigkeit  $u_1 = 3,0\text{ m/s}$  um  $20^\circ$  nach oben abgelenkt, während Puck 2 unter  $45^\circ$  nach unten weggestoßen wird (siehe Bild).



Bestimmen Sie mit einer maßstäblichen, genauen Zeichnung der Impulsvektoren die Geschwindigkeit  $v_1$ . Verwenden Sie dabei  $0,10\text{ Ns} \hat{=} 1,0\text{ cm}$ .

Aufgabe	1a	b	c	2a	b	c	3	4	$\Sigma$
Punkte	3	3	5	6	2	5	7	6	37

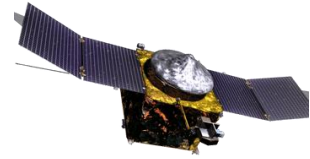
Gutes Gelingen! G.R.

# 1. Schulaufgabe aus der Physik \* Klasse 10d \* 01.12.2017 \* Gruppe B

1. Bearbeiten Sie diese Aufgabe auf dem Arbeitsblatt!

2. Am 18.11.2013 startete die Marssonde MAVEN (Mars Atmosphere and Volatile Evolution) von Cape Canaveral mit einer Atlas V (401) Rakete.

In der Hauptstufe der Atlas V wird ein flüssiges Kohlenwasserstoffgemisch mit Flüssigsauerstoff verbrannt. Beim Start treten dabei pro Sekunde 1,2 Tonnen der Verbrennungsgase mit einer Geschwindigkeit von 3,2 km/s aus. Die Gesamtmasse der Atlas V (Haupt- und Oberstufe) beträgt 309 Tonnen und die Sonde MAVEN hat die Masse 3,5 Tonnen (davon 2,6 Tonnen Treibstoff).



a) Berechnen Sie die Schubkraft der Atlas V und die Beschleunigung der Rakete beim Start.

Am 22.9.2014 schwenkte die Marssonde MAVEN in eine stark elliptische Bahn um den Mars ein. Der Abstand der Sonde von der Marsoberfläche schwankte dabei zwischen 400km und 44400km. Der Durchmesser des Mars beträgt 6800km. Für einen Umlauf um den Mars benötigte die Sonde dabei 35 Stunden.

b) Bestimmen Sie die große Halbachse der Ellipsenbahn von MAVEN.

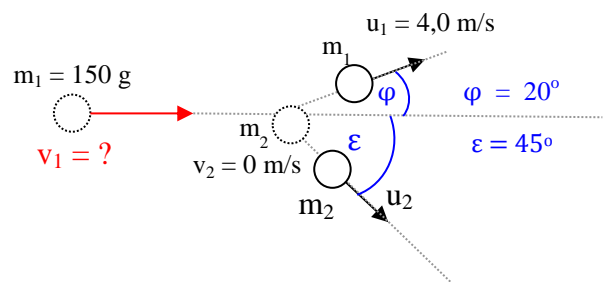
c) Zur Erkundung der Marsatmosphäre wurde MAVEN auf verschiedene, kreisförmige Umlaufbahnen gebracht. Eine dieser Kreisbahnen hatte eine Höhe von 250km über der Marsoberfläche. Berechnen Sie die Umlaufdauer für diese Kreisbahn.

3. Bei einer Spielzeugeisenbahn aus Holz lässt Klein-Berta einen Waggon (200g) und eine Lok (300g) mit den Geschwindigkeiten 0,65 m/s und 1,2 m/s aufeinanderprallen.



Die zusammengekoppelten Fahrzeuge bewegen sich anschließend gemeinsam weiter. Bestimmen Sie Geschwindigkeit und Richtung von Lok und Waggon nach dem Stoß. Berechnen Sie zusätzlich den Prozentsatz an mechanischer Energie, der bei diesem vollkommen unelastischen Stoß „verloren“ geht.

4. Eine Puckscheibe 1 der Masse  $m_1 = 150\text{g}$  bewegt sich mit der unbekanntem Geschwindigkeit  $v_1$  reibungsfrei auf einer waagrecht liegenden Fläche auf einen zweiten zunächst ruhenden Puck 2 der unbekanntem Masse  $m_2$  zu und stößt mit diesem dann nicht zentral zusammen. Nach dem Stoß bewegt sich der Puck 1 mit der Geschwindigkeit  $u_1 = 4,0\text{ m/s}$  um  $20^\circ$  nach oben abgelenkt, während Puck 2 unter  $45^\circ$  nach unten weggestoßen wird (siehe Bild).



Bestimmen Sie mit einer maßstäblichen, genauen Zeichnung der Impulsvektoren die Geschwindigkeit  $v_1$ . Verwenden Sie dabei  $0,10\text{ Ns} \hat{=} 1,0\text{ cm}$ .

Aufgabe	1a	b	c	2a	b	c	3	4	$\Sigma$
Punkte	3	3	5	6	2	5	7	6	37

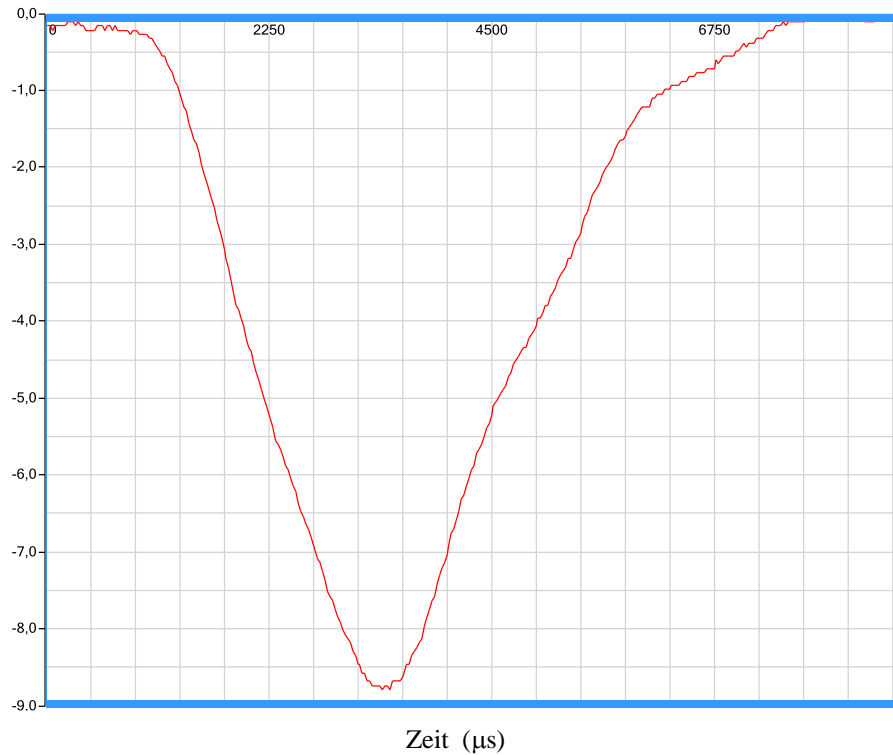
Gutes Gelingen! G.R.

# 1. Schulaufgabe aus der Physik \* Klasse 10d \* 01.12.2017 \* Arbeitsblatt \* A

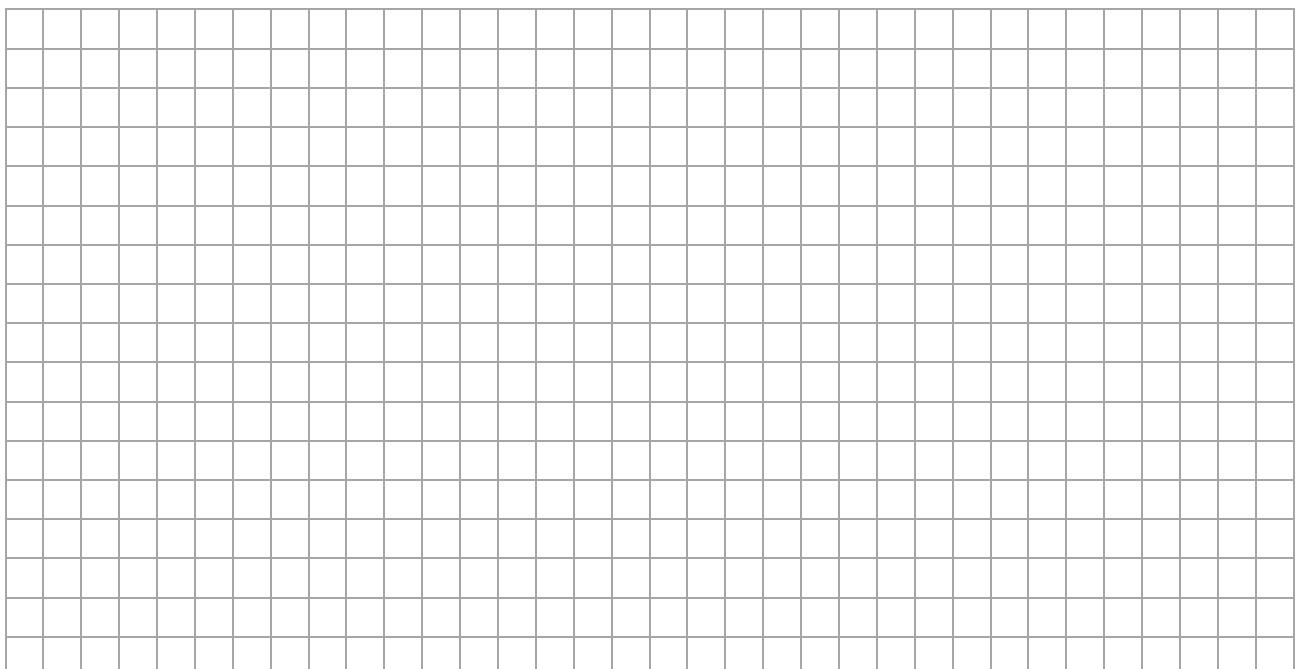
Name: .....

1. Ein Ball der Masse  $m = 12\text{g}$  fällt aus geringer Höhe auf eine Platte mit Kraftsensor und springt dann wieder nach oben.  
Das Bild zeigt das zugehörige vom Kraftsensor aufgenommene t-F-Diagramm.

Kraft (N)



- Wie lange dauert der Stoß? Welche maximale Kraft wirkt während des Stoßes auf den Ball?
- Bestimmen Sie geeignet einen Wert für den Kraftstoß  $\bar{F} \cdot \Delta t$ .
- Mit welcher Geschwindigkeit springt der Ball wieder nach oben, wenn die Fallhöhe des Balls 10cm betragen hat?

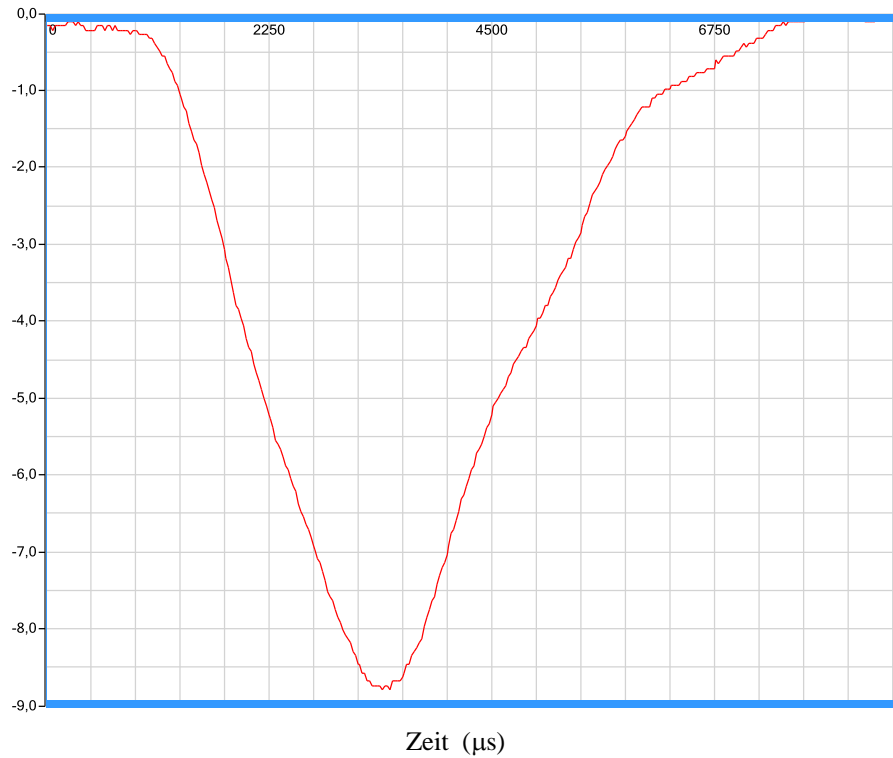


# 1. Schulaufgabe aus der Physik \* Klasse 10d \* 01.12.2017 \* Arbeitsblatt \* B

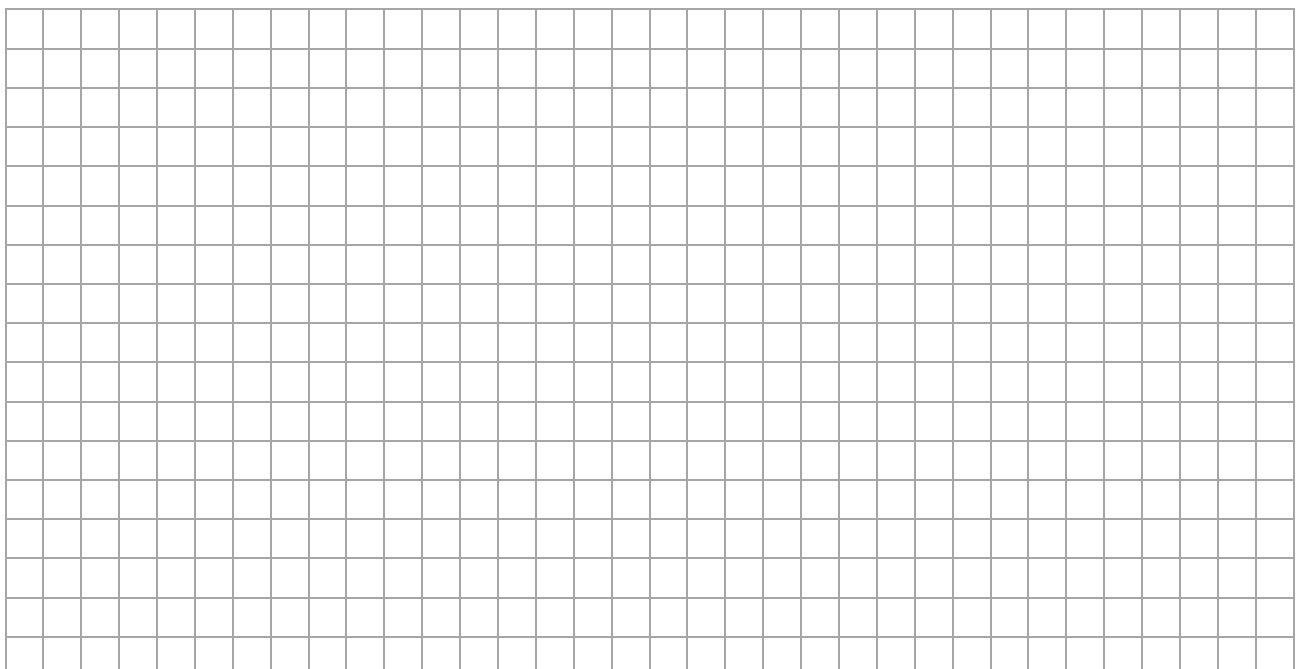
Name: .....

1. Ein Ball der Masse  $m = 10\text{g}$  fällt aus geringer Höhe auf eine Platte mit Kraftsensor und springt dann wieder nach oben.  
Das Bild zeigt das zugehörige vom Kraftsensor aufgenommene t-F-Diagramm.

Kraft (N)



- Wie lange dauert der Stoß? Welche maximale Kraft wirkt während des Stoßes auf den Ball?
- Bestimmen Sie geeignet einen Wert für den Kraftstoß  $\bar{F} \cdot \Delta t$ .
- Mit welcher Geschwindigkeit springt der Ball wieder nach oben, wenn die Fallhöhe des Balls 10cm betragen hat?



# 1. Schulaufgabe aus der Physik \* Klasse 10d \* 01.12.2017 \* Gruppe A \* Lösung

$$2.a) \quad F \cdot \Delta t = \Delta p \Rightarrow F_{\text{Schub}} = \frac{\Delta m_{\text{Gas}} \cdot v_{\text{Gas}}}{\Delta t} = \frac{1200 \text{ kg} \cdot 3,2 \cdot 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1,0 \text{ s}} = 3,84 \cdot 10^6 \text{ N} = 3,8 \text{ MN}$$

$$F_{\text{resultierend}} = F_{\text{Schub}} - m_{\text{Rakete}} \cdot g = 3,84 \cdot \text{MN} - 312,5 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = (3,84 - 3,07) \text{ MN} = 0,77 \text{ MN}$$

$$a = \frac{F_{\text{resultierend}}}{m_{\text{Rakete}}} = \frac{0,77 \cdot 10^6 \text{ N}}{312,5 \cdot 10^3 \text{ kg}} = 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$b) \quad 2 \cdot a_{\text{Ellipse}} = 400 \text{ km} + 6800 \text{ km} + 44400 \text{ km} = 51600 \text{ km} \Rightarrow a_{\text{Ellipse}} = 25,8 \cdot 10^6 \text{ m}$$

$$c) \quad r = (6800 \text{ km} : 2) + 150 \text{ km} = 3550 \text{ km} \quad \text{und aus} \quad \frac{T_{\text{Kreishahn}}^2}{r_{\text{Kreishahn}}^3} = \frac{T_E^2}{a_{\text{Ellipse}}^3} \quad \text{folgt}$$

$$T_{\text{Kreishahn}} = T_E \cdot \sqrt{\left(\frac{r_K}{a_E}\right)^3} = 35 \text{ h} \cdot \sqrt{\left(\frac{3550 \text{ km}}{25800 \text{ km}}\right)^3} = 1,786 \dots \text{ h} = 1,8 \text{ h}$$

$$3. \text{ Impulserhaltung: } p_{\text{vorher}} = p_{\text{nachher}} \Leftrightarrow m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) \cdot u \quad \text{mit } v_1 = 1,2 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{und } v_2 = -0,85 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$u = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} = \frac{150 \text{ g} \cdot 1,2 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 100 \text{ g} \cdot 0,85 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{250 \text{ g}} = 0,38 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (\text{Lok und Waggon bewegen sich nach rechts.})$$

$$E_{\text{kin, vorher}} = \frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot v_1^2 + \frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot v_2^2 = 0,075 \text{ kg} \cdot (1,2 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 + 0,050 \text{ kg} \cdot (0,85 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 = 0,144 \text{ J}$$

$$E_{\text{kin, nachher}} = \frac{1}{2} \cdot (m_1 + m_2) \cdot u^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,25 \text{ kg} \cdot (0,38 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 = 0,018 \text{ J} \quad \text{und} \quad \frac{\Delta E_{\text{kin}}}{E_{\text{kin, vorher}}} = \frac{0,018 \text{ J} - 0,144 \text{ J}}{0,144 \text{ J}} = -87,5\%$$

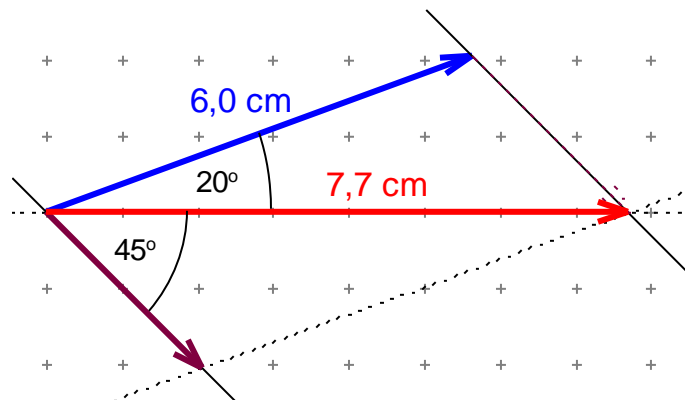
Es gehen etwa 88% der kinetischen Energie beim Stoß verloren.

$$4. \quad p_1' = m_1 \cdot u_1 = 0,200 \text{ kg} \cdot 3,0 \frac{\text{m}}{\text{s}} =$$

$$0,60 \text{ Ns} \hat{=} 6,0 \text{ cm}$$

$$7,7 \text{ cm} \hat{=} 0,77 \text{ Ns} = m_1 \cdot v_1 \Rightarrow$$

$$v_1 = \frac{0,77 \text{ Ns}}{0,200 \text{ kg}} \approx 3,9 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



1. Schulaufgabe aus der Physik \* Klasse 10d \* 01.12.2017 \* Gruppe B \* Lösung

$$2.a) \quad F \cdot \Delta t = \Delta p \Rightarrow F_{\text{Schub}} = \frac{\Delta m_{\text{Gas}} \cdot v_{\text{Gas}}}{\Delta t} = \frac{1200 \text{ kg} \cdot 3,2 \cdot 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1,0 \text{ s}} = 3,84 \cdot 10^6 \text{ N} = 3,8 \text{ MN}$$

$$F_{\text{resultierend}} = F_{\text{Schub}} - m_{\text{Rakete}} \cdot g = 3,84 \cdot \text{MN} - 312,5 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = (3,84 - 3,07) \text{ MN} = 0,77 \text{ MN}$$

$$a = \frac{F_{\text{resultierend}}}{m_{\text{Rakete}}} = \frac{0,77 \cdot 10^6 \text{ N}}{312,5 \cdot 10^3 \text{ kg}} = 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$b) \quad 2 \cdot a_{\text{Ellipse}} = 400 \text{ km} + 6800 \text{ km} + 44400 \text{ km} = 51600 \text{ km} \Rightarrow a_{\text{Ellipse}} = 25,8 \cdot 10^6 \text{ m}$$

$$c) \quad r = (6800 \text{ km} : 2) + 250 \text{ km} = 3650 \text{ km} \text{ und aus } \frac{T_{\text{Kreisbahn}}^2}{r_{\text{Kreisbahn}}^3} = \frac{T_E^2}{a_{\text{Ellipse}}^3} \text{ folgt}$$

$$T_{\text{Kreisbahn}} = T_E \cdot \sqrt{\left(\frac{r_K}{a_E}\right)^3} = 35 \text{ h} \cdot \sqrt{\left(\frac{3650 \text{ km}}{25800 \text{ km}}\right)^3} = 1,862 \dots \text{ h} = 1,9 \text{ h}$$

$$3. \text{ Impulserhaltung: } p_{\text{vorher}} = p_{\text{nachher}} \Leftrightarrow m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) \cdot u \text{ mit } v_1 = 0,65 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ und } v_2 = -1,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$u = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} = \frac{200 \text{ g} \cdot 0,65 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 300 \text{ g} \cdot 1,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{500 \text{ g}} = -0,46 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (\text{Lok und Waggon bewegen sich nach links.})$$

$$E_{\text{kin, vorher}} = \frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot v_1^2 + \frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot v_2^2 = 0,100 \text{ kg} \cdot (0,65 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 + 0,150 \text{ kg} \cdot (1,2 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 = 0,258 \text{ J}$$

$$E_{\text{kin, nachher}} = \frac{1}{2} \cdot (m_1 + m_2) \cdot u^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,500 \text{ kg} \cdot (0,46 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 = 0,053 \text{ J} \text{ und } \frac{\Delta E_{\text{kin}}}{E_{\text{kin, vorher}}} = \frac{0,053 \text{ J} - 0,258 \text{ J}}{0,258 \text{ J}} = -79,4 \dots \%$$

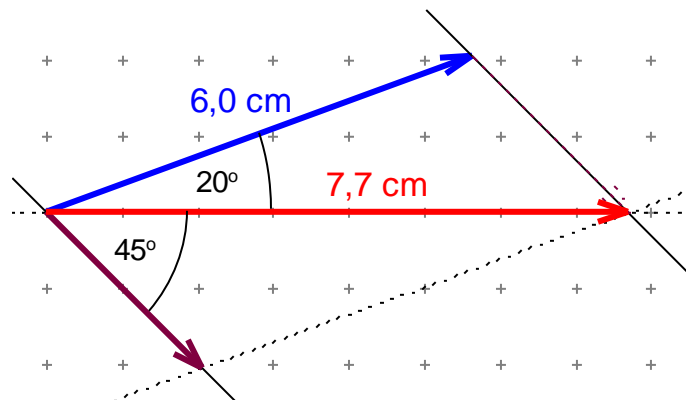
Es gehen etwa 79% der kinetischen Energie beim Stoß verloren.

$$4. \quad p_1' = m_1 \cdot u_1 = 0,150 \text{ kg} \cdot 4,0 \frac{\text{m}}{\text{s}} =$$

$$0,60 \text{ Ns} \hat{=} 6,0 \text{ cm}$$

$$7,7 \text{ cm} \hat{=} 0,77 \text{ Ns} = m_1 \cdot v_1 \Rightarrow$$

$$v_1 = \frac{0,77 \text{ Ns}}{0,15 \text{ kg}} \approx 5,1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

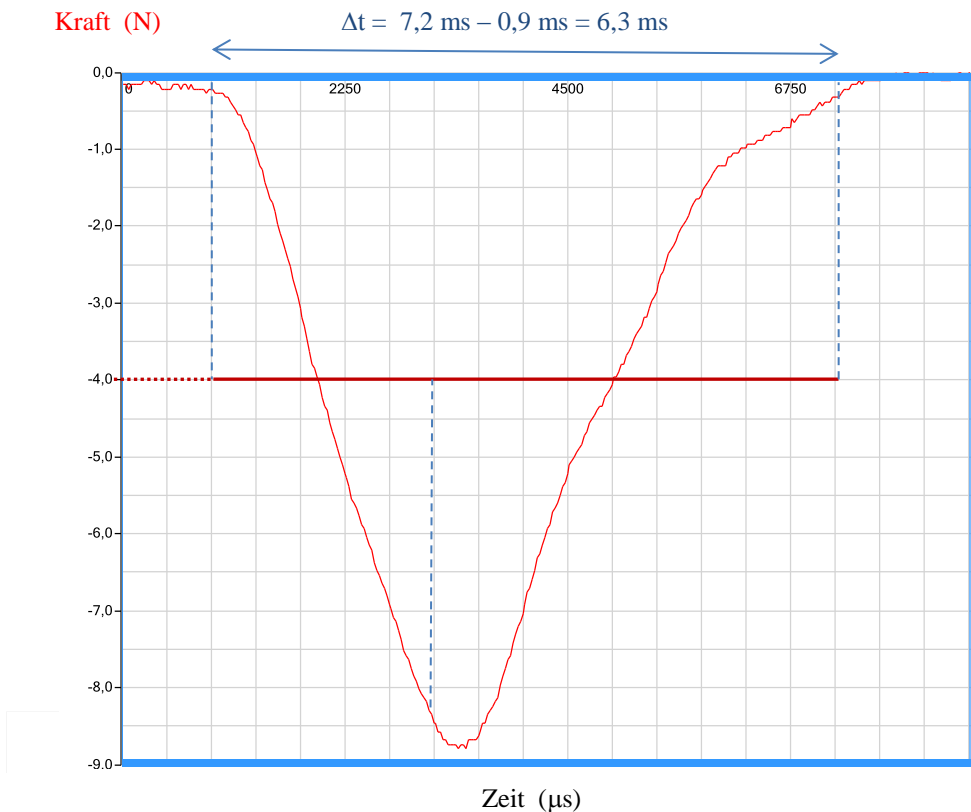


# 1. Schulaufgabe aus der Physik \* Klasse 10d \* 01.12.2017 \* Arbeitsblatt \* A

## Lösung

1. Ein Ball der Masse  $m = 12\text{g}$  fällt aus geringer Höhe auf eine Platte mit Kraftsensor und springt dann wieder nach oben.

Das Bild zeigt das zugehörige vom Kraftsensor aufgenommene t-F-Diagramm.



a)  $\Delta t = 7,2\text{ ms} - 0,9\text{ ms} = 6,3\text{ ms}$  und  $F_{\text{max}} \approx 8,8\text{ N}$

b)  $\bar{F} \approx 4,0\text{ N}$  also  $\bar{F} \cdot \Delta t = 4,0\text{ N} \cdot 0,0063\text{ s} \approx 0,025\text{ Ns}$

c)  $\bar{F} \cdot \Delta t = \Delta p = m \cdot \Delta v \Rightarrow \Delta v = \frac{\bar{F} \cdot \Delta t}{m} = \frac{0,025\text{ Ns}}{0,012\text{ kg}} = 2,1\frac{\text{m}}{\text{s}}$

Aus  $\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{\text{Auftreff}}^2 = m \cdot g \cdot h \Rightarrow v_{\text{Auftreff}} = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = \sqrt{2 \cdot 9,81\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,10\text{ m}} = 1,4\frac{\text{m}}{\text{s}}$

also  $v_{\text{zurück}} = 1,4\frac{\text{m}}{\text{s}} - 2,1\frac{\text{m}}{\text{s}} = -0,7\frac{\text{m}}{\text{s}}$

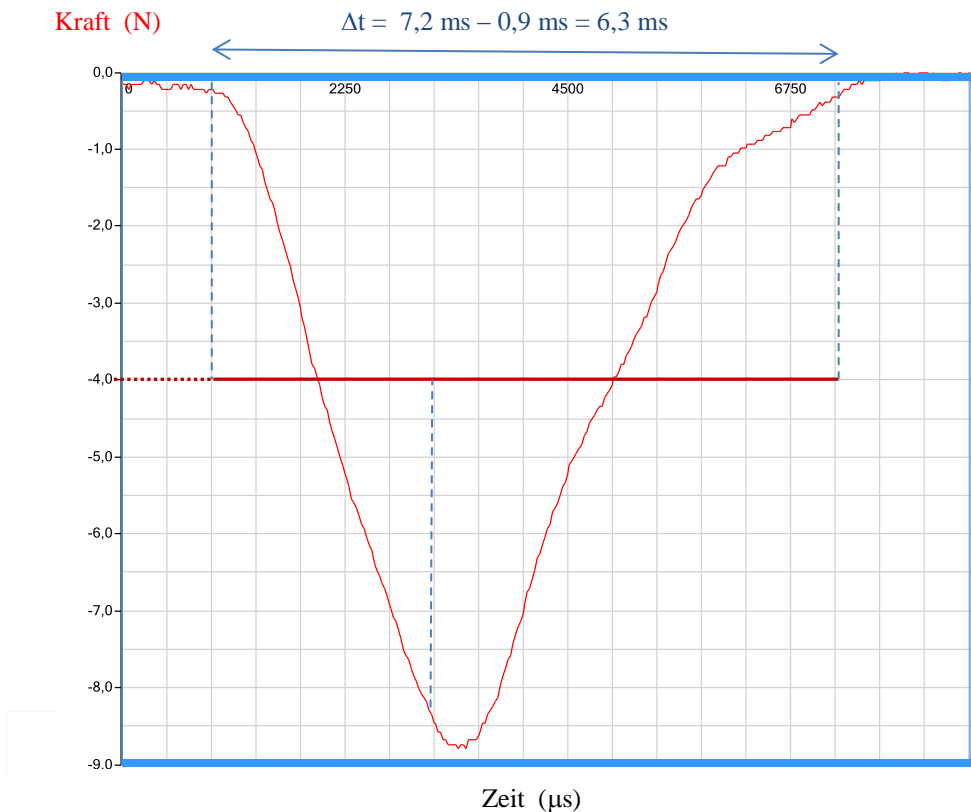
Mit etwa  $0,7\text{ m/s}$  springt der Ball wieder nach oben.

# 1. Schulaufgabe aus der Physik \* Klasse 10d \* 01.12.2017 \* Arbeitsblatt \* B

## Lösung

1. Ein Ball der Masse  $m = 10\text{g}$  fällt aus geringer Höhe auf eine Platte mit Kraftsensor und springt dann wieder nach oben.

Das Bild zeigt das zugehörige vom Kraftsensor aufgenommene t-F-Diagramm.



a)  $\Delta t = 7,2\text{ ms} - 0,9\text{ ms} = 6,3\text{ ms}$  und  $F_{\text{max}} \approx 8,8\text{ N}$

b)  $\bar{F} \approx 4,0\text{ N}$  also  $\bar{F} \cdot \Delta t = 4,0\text{ N} \cdot 0,0063\text{ s} \approx 0,025\text{ Ns}$

c)  $\bar{F} \cdot \Delta t = \Delta p = m \cdot \Delta v \Rightarrow \Delta v = \frac{\bar{F} \cdot \Delta t}{m} = \frac{0,025\text{ Ns}}{0,010\text{ kg}} = 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$$\text{Aus } \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{\text{Auftreff}}^2 = m \cdot g \cdot h \Rightarrow v_{\text{Auftreff}} = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,10\text{ m}} = 1,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{also } v_{\text{zurück}} = 1,4 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} = -1,1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Mit etwa  $1,1\text{ m/s}$  springt der Ball wieder nach oben.