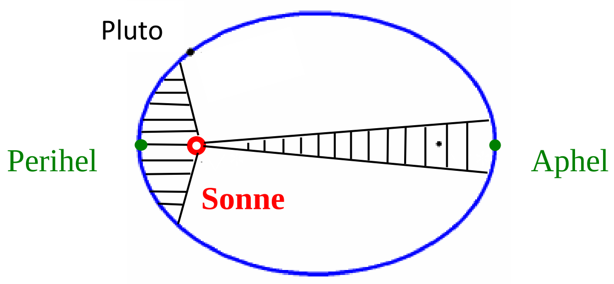
# 1. Schulaufgabe aus der Physik, Klasse 10f, 12.12.2016 * Lösung * Gruppe A

1. Kopernikus (um 1500) verwirft das geozentrische Weltbild und setzt die Sonne in den Mittelpunkt (heliozentrisches Weltbild).
   Kepler (um 1600) verwirft die Kreisbahnen (bzw. die auf Kreisbahnen beruhenden Epizykeln) und erkennt, dass sich die Planeten auf Ellipsenbahnen bewegen. Er formuliert die drei nach ihm benannten Gesetze.
   Newton (um 1700) erkennt in der Gravitation die Ursache der Planetenbewegung.

2. a)




Nach dem Flächensatz (2. keplersches Gesetz) überstreicht der Fahrstrahl Sonne – Planet in gleichen Zeitspannen die gleiche Fläche. Im Aphel (d.h. in Sonnenferne) muss sich der Planet daher mit kleinerer Geschwindigkeit bewegen (siehe Bild: schraffierte Flächen sind gleich groß).

b) $29{,}7\,\text{AE} = r_{\text{Peri}} = a - e = a - \varepsilon \cdot a = (1-\varepsilon)\cdot a = (1-\varepsilon)\cdot 39{,}5\,\text{AE} \Rightarrow 1-\varepsilon = \dfrac{29{,}7\,\text{AE}}{39{,}5\,\text{AE}} \Rightarrow$

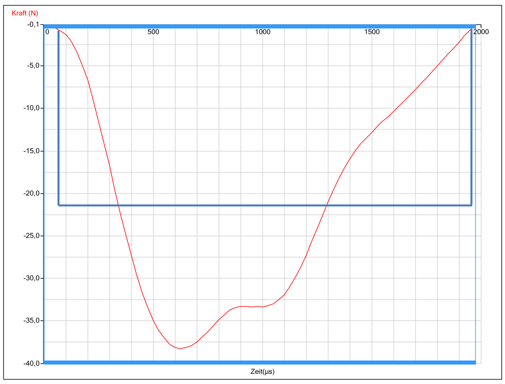
$\varepsilon = 1 - \dfrac{29{,}7}{39{,}5} = 0{,}248$ und $r_{\text{Aphel}} = (1+\varepsilon)\cdot a = 1{,}248 \cdot 39{,}5\,\text{AE} \approx 49{,}3\,\text{AE}$

c) $\dfrac{T_{\text{Pluto}}{}^2}{a_{\text{Pluto}}{}^3} = \dfrac{T_{\text{Erde}}{}^2}{a_{\text{Erde}}{}^3} \Rightarrow T_{\text{Pluto}}{}^2 = \dfrac{T_{\text{Erde}}{}^2}{a_{\text{Erde}}{}^3}\cdot a_{\text{Pluto}}{}^3 \Rightarrow T_{\text{Pluto}} = T_{\text{Erde}} \cdot \sqrt{\dfrac{a_{\text{Pluto}}{}^3}{a_{\text{Erde}}{}^3}} \Rightarrow$

$T_{\text{Pluto}} = 1{,}00\,\text{a} \cdot \sqrt{\dfrac{(39{,}5\,\text{AE})^3}{(1{,}00\,\text{AE})^3}} = 248\,\text{a}$ (Plutos Umlaufdauer beträgt also 248 Jahre.)

3. a) Der Stoß dauert $\Delta t \approx 2000\,\mu\text{s} - 100\,\mu\text{s} = 1{,}9 \cdot 10^{-3}\,\text{s}$

$a_{\max} = \dfrac{F_{\max}}{m} = \dfrac{38\,\text{N}}{0{,}020\,\text{kg}} = 1{,}9\cdot 10^3\,\dfrac{\text{m}}{\text{s}^2}$




b) Durchschnittliche Kraft $\overline{F} \approx 22\,\text{N}$

Kraftstoß $\overline{F}\cdot\Delta t \approx 22\,\text{N}\cdot 1{,}9\cdot 10^{-3}\,\text{s} \approx 0{,}042\,\text{Ns}$

c) $\overline{F}\cdot \Delta t = m \cdot \Delta v \Rightarrow \Delta v = \dfrac{\overline{F}\cdot\Delta t}{m} = \dfrac{0{,}042\,\text{Ns}}{0{,}020\,\text{kg}} = 2{,}1\,\dfrac{\text{m}}{\text{s}}$

also $|v_{\text{nachher}}| = 2{,}1\,\dfrac{\text{m}}{\text{s}} - 1{,}3\,\dfrac{\text{m}}{\text{s}} = 0{,}8\,\dfrac{\text{m}}{\text{s}}$

(Beachte: $v_{\text{vorher}}$ und $v_{\text{nachher}}$ haben unterschiedliches Vorzeichen!)

4. a) $m_1 = 160g$ ; $m_2 = 220g$ ; $v_1 = 1,4\frac{m}{s}$ ; $v_2 = -1,2\frac{m}{s}$ ; $u_1 = -1,1\frac{m}{s}$

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1u_1 + m_2u_2 \Rightarrow 160g \cdot 1,4\frac{m}{s} + 220g \cdot (-1,2\frac{m}{s}) = 160g \cdot (-1,1\frac{m}{s}) + 220g \cdot u_2$$

$$u_2 = \frac{-40g \cdot \frac{m}{s} + 176g \cdot \frac{m}{s}}{220g} = \frac{136}{220}\frac{m}{s} \approx 0,62\frac{m}{s}$$ Waggon 2 fährt also nach rechts.

b) Es ist zu prüfen, ob die kinetische Energie erhalten bleibt:

$$E_{kin,vorher} = \frac{1}{2} \cdot m_1v_1^2 + \frac{1}{2} \cdot m_2v_2^2 = 0,080kg \cdot (1,4\frac{m}{s})^2 + 0,110kg \cdot (1,2\frac{m}{s})^2 = 0,3152\,J \approx 0,32\,J$$

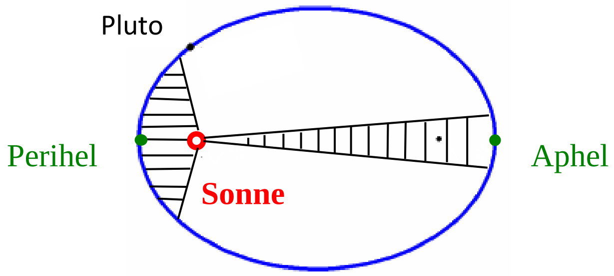
$$E_{kin,nachher} = \frac{1}{2} \cdot m_1u_1^2 + \frac{1}{2} \cdot m_2u_2^2 = 0,080kg \cdot (1,1\frac{m}{s})^2 + 0,110kg \cdot (0,62\frac{m}{s})^2 = 0,139..J \approx 0,14\,J$$

Der Zusammenstoß war also nicht vollkommen elastisch, denn mehr als 50% der kinetische Energie gingen „verloren“.

# 1. Schulaufgabe aus der Physik, Klasse 10f, 12.12.2016 * Lösung * Gruppe B

1. Kopernikus (um 1500) verwirft das geozentrische Weltbild und setzt die Sonne in den Mittelpunkt (heliozentrisches Weltbild).
   Kepler (um 1600) verwirft die Kreisbahnen (bzw. die auf Kreisbahnen beruhenden Epizykeln) und erkennt, dass sich die Planeten auf Ellipsenbahnen bewegen. Er formuliert die drei nach ihm benannten Gesetze.
   Newton (um 1700) erkennt in der Gravitation die Ursache der Planetenbewegung.

2. a)




Nach dem Flächensatz (2. keplersches Gesetz) überstreicht der Fahrstrahl Sonne – Planet in gleichen Zeitspannen die gleiche Fläche. Im Aphel (d.h. in Sonnenferne) muss sich der Planet daher mit kleinerer Geschwindigkeit bewegen (siehe Bild: schraffierte Flächen sind gleich groß).

b) $$29{,}7\,\mathrm{AE} = r_{Peri} = a - e = a - \varepsilon \cdot a = (1-\varepsilon)\cdot a = (1-\varepsilon)\cdot 39{,}5\,\mathrm{AE} \Rightarrow 1-\varepsilon = \frac{29{,}7\,\mathrm{AE}}{39{,}5\,\mathrm{AE}} \Rightarrow$$

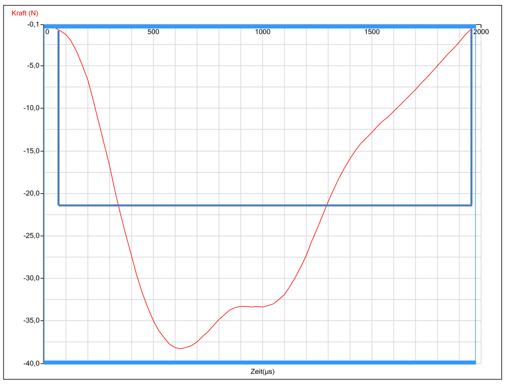
$$\varepsilon = 1 - \frac{29{,}7}{39{,}5} = 0{,}248 \quad \text{und} \quad r_{Aphel} = (1+\varepsilon)\cdot a = 1{,}248 \cdot 39{,}5\,\mathrm{AE} \approx 49{,}3\,\mathrm{AE}$$

c) $$\frac{T_{Pluto}^2}{a_{Pluto}^3} = \frac{T_{Erde}^2}{a_{Erde}^3} \Rightarrow T_{Pluto}^2 = \frac{T_{Erde}^2}{a_{Erde}^3}\cdot a_{Pluto}^3 \Rightarrow T_{Pluto} = T_{Erde}\cdot\sqrt{\frac{a_{Pluto}^3}{a_{Erde}^3}} \Rightarrow$$

$$T_{Pluto} = 1{,}00\,\mathrm{a}\cdot\sqrt{\frac{(39{,}5\,\mathrm{AE})^3}{(1{,}00\,\mathrm{AE})^3}} = 248\,\mathrm{a} \quad \text{(Plutos Umlaufdauer beträgt also 248 Jahre.)}$$

3. a) Der Stoß dauert $\Delta t \approx 2000\,\mu\mathrm{s} - 100\,\mu\mathrm{s} = 1{,}9\cdot 10^{-3}\,\mathrm{s}$

$$a_{max} = \frac{F_{max}}{m} = \frac{38\,\mathrm{N}}{0{,}030\,\mathrm{kg}} \approx 1{,}3\cdot 10^3\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$$




b) Durchschnittliche Kraft $\overline{F} \approx 22\,\mathrm{N}$

Kraftstoß $\overline{F}\cdot\Delta t \approx 22\,\mathrm{N}\cdot 1{,}9\cdot 10^{-3}\,\mathrm{s} \approx 0{,}042\,\mathrm{Ns}$

c) $$\overline{F}\cdot\Delta t = m\cdot\Delta v \Rightarrow \Delta v = \frac{\overline{F}\cdot\Delta t}{m} = \frac{0{,}042\,\mathrm{Ns}}{0{,}015\,\mathrm{kg}} = 2{,}8\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

also $$|v_{nachher}| = 2{,}8\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} - 1{,}6\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = 1{,}2\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

(Beachte: $v_{vorher}$ und $v_{nachher}$ haben unterschiedliches Vorzeichen!)

4. a) $m_1 = 180\text{g}\ ;\ m_2 = 220\text{g}\ ;\ v_1 = 1{,}6\frac{\text{m}}{\text{s}}\ ;\ v_2 = -1{,}4\frac{\text{m}}{\text{s}}\ ;\ u_1 = -1{,}2\frac{\text{m}}{\text{s}}$

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1u_1 + m_2u_2 \ \Rightarrow\ 180\text{g}\cdot 1{,}6\frac{\text{m}}{\text{s}} + 220\text{g}\cdot(-1{,}4\frac{\text{m}}{\text{s}}) = 180\text{g}\cdot(-1{,}2\frac{\text{m}}{\text{s}}) + 220\text{g}\cdot u_2$$

$$u_2 = \frac{-20\text{g}\cdot\frac{\text{m}}{\text{s}} + 216\text{g}\cdot\frac{\text{m}}{\text{s}}}{220\text{g}} = \frac{196}{220}\,\frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 0{,}89\frac{\text{m}}{\text{s}}$$ Waggon 2 fährt also nach rechts.

b) Es ist zu prüfen, ob die kinetische Energie erhalten bleibt:

$$E_{kin,vorher} = \frac{1}{2}\cdot m_1{v_1}^2 + \frac{1}{2}\cdot m_2{v_2}^2 = 0{,}090\text{kg}\cdot(1{,}6\frac{\text{m}}{\text{s}})^2 + 0{,}110\text{kg}\cdot(1{,}4\frac{\text{m}}{\text{s}})^2 = 0{,}446\,\text{J} \approx 0{,}45\,\text{J}$$

$$E_{kin,nachher} = \frac{1}{2}\cdot m_1{u_1}^2 + \frac{1}{2}\cdot m_2{u_2}^2 = 0{,}090\text{kg}\cdot(1{,}2\frac{\text{m}}{\text{s}})^2 + 0{,}110\text{kg}\cdot(0{,}89\frac{\text{m}}{\text{s}})^2 = 0{,}216...\text{J} \approx 0{,}22\,\text{J}$$

Der Zusammenstoß war also nicht vollkommen elastisch, denn mehr als 50% der kinetische Energie gingen „verloren“.