

## Physik \* Jahrgangsstufe 10 \* Impulserhaltung \* Aufgaben zum Üben

1. In eine Lore von 600 kg Masse, die waagrecht mit einer Geschwindigkeit 2,5 m/s fährt, fallen von oben 400 kg Schotter. Auf welchen Betrag sinkt dadurch die Geschwindigkeit der Lore?
2. Ein Eisenbahnwaggon mit der Masse 15 t fährt mit 8,0 km/h und stößt dabei auf einen zweiten Waggon (Masse 18 t), der sich in gleiche Richtung bewegt, aber nur die Geschwindigkeit 3,0 km/h hat. Bestimmen Sie die Geschwindigkeit, mit der die beiden eingekuppelten Waggon zusammen weiterfahren!
3. Eine Kugel der Masse 2,0 kg stößt mit 8,0 m/s zentral auf eine ruhende Kugel unbekannter Masse. Nach dem vollkommen elastischen Stoß bewegen sich die beiden Kugeln mit je 4,0 m/s in entgegengesetzte Richtung. Bestimmen Sie die Masse der zweiten Kugel!
4. Zwei Kugeln bewegen sich mit gleicher Geschwindigkeit aufeinander zu und stoßen zentral vollkommen elastisch zusammen. Bestimmen Sie geeignete Massen so, dass eine der beiden Kugeln nach dem Stoß ruht. Wie ändert sich dabei die Geschwindigkeit der zweiten Kugel?
5. a) Peter (Masse 60 kg) läuft mit der Geschwindigkeit von 18 km/h und holt dabei einen Wagen der Masse 80 kg ein, der sich in gleicher Richtung mit nur 5,4 km/h bewegt. Peter springt auf den Wagen auf. Mit welcher Geschwindigkeit bewegt sich dann der Wagen weiter?  
b) Wie lautet die Antwort, wenn bei sonst gleichen Bedingungen der Wagen unserem Peter entgegen kommt?
6. Ein Torwart springt senkrecht empor und fängt einen waagrecht mit 80 km/h heran fliegenden Ball der Masse 400g. Mit welcher Geschwindigkeit bewegt sich nach dem unelastischen Stoß der Torwart rückwärts, wenn er selbst die Masse 80 kg hat?  
Zeigen Sie, dass mehr als 99% der kinetischen Energie „verloren“ gehen!

Ergebnisse:

1. 1,5 m/s
2. 5,3 km/h
3. 6,0 kg
4.  $m_1, v_1, m_2 = \frac{1}{3} m_1, v_2 = -v_1; u_1 = 0 \text{ und } u_2 = 2v_1$
5. a) 3,0 m/s      b) 1,3 m/s
6. 0,11 m/s und  $\frac{0,5\text{J} - 98,8\text{J}}{98,8\text{J}} = 99,5\%$



## Physik \* Jahrgangsstufe 10 \* Impulserhaltung \* Aufgaben zum Üben \* Lösungen

1. Der Schotter bewegt sich zunächst nicht in horizontaler Richtung, daher besitzt er keinen Impuls in der Waagrechten.

$$m_1 = 600 \text{ kg} \text{ und } v_1 = 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} ; m_2 = 400 \text{ kg} \text{ und } v_2 = 0$$

$$u = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2} = \frac{600 \text{ kg} \cdot 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1000 \text{ kg}} = 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

2.  $m_1 = 15 \text{ t}$  und  $v_1 = 8,0 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  ;  $m_2 = 18 \text{ t}$  und  $v_2 = 3,0 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

$$P_{\text{gesamt, vorher}} = P_{\text{gesamt, nachher}} \Leftrightarrow m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) \cdot u \Leftrightarrow u = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}$$

$$u = \frac{15 \text{ t} \cdot 8,0 \frac{\text{km}}{\text{h}} + 18 \text{ t} \cdot 3,0 \frac{\text{km}}{\text{h}}}{15 \text{ t} + 18 \text{ t}} = \frac{174 \cdot \text{t} \cdot \frac{\text{km}}{\text{h}}}{33 \text{ t}} = 5,3 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

3.  $m_1 = 2,0 \text{ kg}$  ,  $v_1 = 8,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  und  $u_1 = -4,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  ;  $m_2 = ?$  und  $v_2 = 0$  und  $u_2 = 4,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 \cdot u_2 \Leftrightarrow 16 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} + 0 = -8 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} + m_2 \cdot 4,0 \frac{\text{m}}{\text{s}} \Leftrightarrow$$

$$m_2 = \frac{24 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}}{4,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 6,0 \text{ kg} \quad (E_{\text{kin, ges}} \text{ beträgt vor und nach dem Stoß jeweils } 64 \text{ J.})$$

4.  $m_1$  sei gegeben und  $m_2 = x \cdot m_1$  ( $x = ?$ );  $v_1$  sei gegeben und  $v_2 = -v_1$  ;  $u_1 = 0$  und  $u_2 = ?$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 \cdot u_2 \Leftrightarrow m_1 v_1 - m_2 v_1 = m_2 \cdot u_2 \Leftrightarrow (m_1 - m_2) \cdot v_1 = m_2 \cdot u_2 \quad (*)$$

$$\frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot v_1^2 + \frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot (-v_1)^2 = \frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot u_2^2 \Leftrightarrow (m_1 + m_2) \cdot v_1^2 = m_2 \cdot u_2^2 \quad (**)$$

$$\left( \frac{m_1 - m_2}{m_2} \right)^2 \stackrel{(*)}{=} \left( \frac{u_2}{v_1} \right)^2 \stackrel{(**)}{=} \frac{m_1 + m_2}{m_2} \Rightarrow (m_1 - m_2)^2 = m_2 \cdot (m_1 + m_2) \Leftrightarrow$$

$$m_1^2 - 2 \cdot m_1 \cdot m_2 + m_2^2 = m_2 \cdot m_1 + m_2^2 \Leftrightarrow m_1^2 = 3 \cdot m_1 \cdot m_2 \Leftrightarrow m_1 = 3 m_2 \quad (\text{da } m_1 \neq 0)$$

$$(m_1 - m_2) \cdot v_1 = m_2 \cdot u_2 \quad (*) \Rightarrow u_2 = \frac{(m_1 - m_2) \cdot v_1}{m_2} = \frac{2 m_2 \cdot v_1}{m_2} = 2 \cdot v_1$$



5.a)  $m_1 = 60 \text{ kg}$  ,  $v_1 = 18 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  ;  $m_2 = 80 \text{ kg}$  und  $v_2 = 5,4 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  ;  $u_1 = u_2 = u = ?$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 \cdot u_2 \Leftrightarrow m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) \cdot u \Leftrightarrow$$

$$u = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} = \frac{60 \cdot 18 \text{ kg} \cdot \frac{\text{km}}{\text{h}} + 80 \cdot 5,4 \text{ kg} \cdot \frac{\text{km}}{\text{h}}}{140 \text{ kg}} = 10,8 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 3,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

b) nun gilt  $v_2 = -5,4 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  und daher

$$u = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} = \frac{60 \cdot 18 \text{ kg} \cdot \frac{\text{km}}{\text{h}} - 80 \cdot 5,4 \text{ kg} \cdot \frac{\text{km}}{\text{h}}}{140 \text{ kg}} = 4,628 \dots \frac{\text{km}}{\text{h}} \approx 1,3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

6.  $m_1 = 80 \text{ kg}$  ,  $v_1 = 0$  (in der Waagrechten) ;  $m_2 = 0,400 \text{ kg}$  und  $v_2 = 80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  ;  $u_1 = u_2 = u = ?$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 \cdot u_2 \Leftrightarrow m_2 v_2 = (m_1 + m_2) \cdot u \Leftrightarrow$$

$$u = \frac{m_2 v_2}{m_1 + m_2} = \frac{0,400 \text{ kg} \cdot 80 \cdot \frac{\text{km}}{\text{h}}}{80,4 \text{ kg}} = 0,3980 \dots \frac{\text{km}}{\text{h}} \approx 0,11 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$E_{\text{kin ges, vorher}} = \frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot v_2^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,400 \text{ kg} \cdot \left( \frac{80 \text{ m}}{3,6 \text{ s}} \right)^2 = 98,8 \text{ J} \text{ und}$$

$$E_{\text{kin ges, nachher}} = \frac{1}{2} \cdot 80,4 \text{ kg} \cdot \left( 0,11 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 = 0,49 \text{ J} \text{ also } \frac{\Delta E_{\text{kin}}}{E_{\text{kin, vorher}}} = \frac{0,49 \text{ J} - 98,8 \text{ J}}{98,8 \text{ J}} = -0,995 = -99,5\%$$