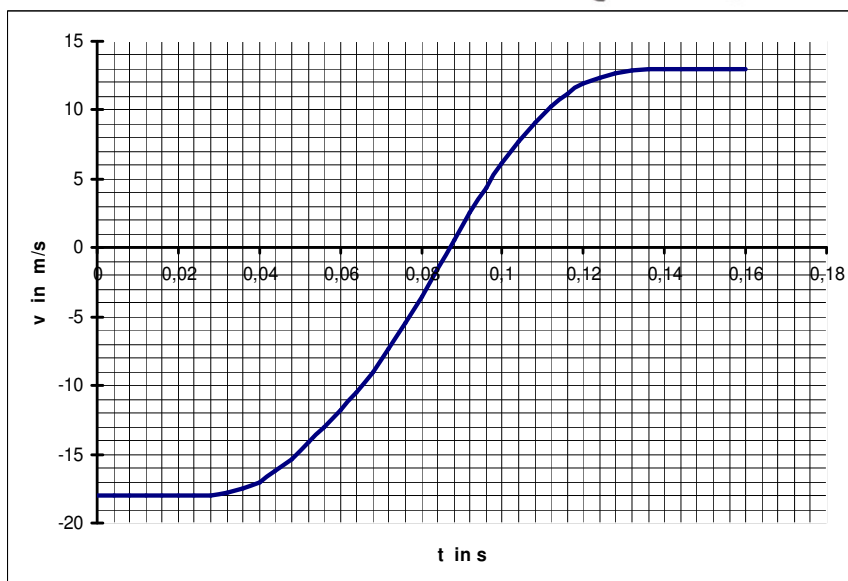


Physik * Jahrgangsstufe 10 * Kräfte bei frontalen Stößen



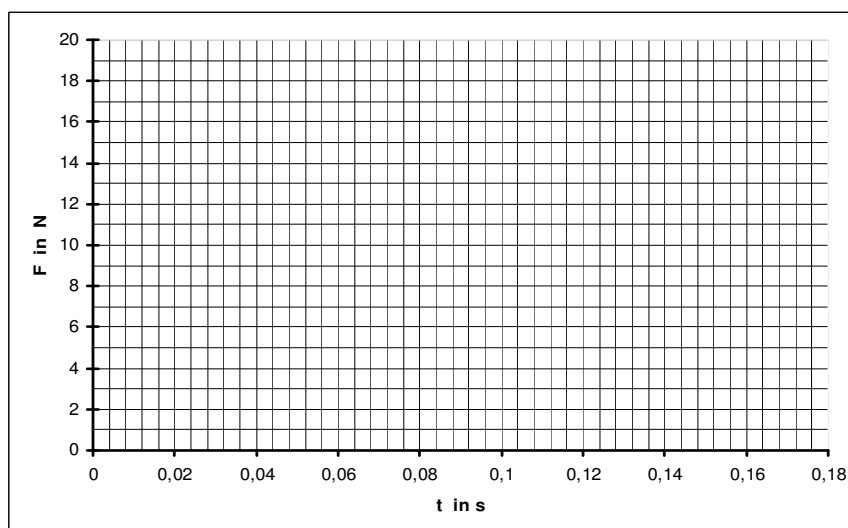
Das t-v-Diagramm zeigt die Geschwindigkeit eines Tennisballs (Masse 45g) bei einem Volley.

- Was versteht man unter einem Volley?
- Wie lange dauert der Stoß?
- Mit welcher Geschwindigkeit trifft der Ball auf den Schläger, mit welcher Geschwindigkeit verlässt er den Schläger?
- Wie ändert sich die kinetische Energie des Balls?
- Welche maximale Beschleunigung erfährt der Ball? Welche maximale Kraft F wirkt auf den Ball?



Beachte: $F = m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t}$

- Skizzieren Sie das zugehörige t-F-Diagramm. Welche mittlere Kraft \bar{F} wirkt während der Stoßes auf den Ball?
- Wenn $\Delta t_{\text{Stoß}}$ die Zeitdauer des Stoßes angibt, dann nennt man $\bar{F} \cdot \Delta t_{\text{Stoß}}$ den zugehörigen Kraftstoß.



Wie hängt der Kraftstoß mit der Masse des Balls und seiner Anfangs- und Endgeschwindigkeit zusammen?

$$\bar{F} \cdot \Delta t_{\text{Stoß}} =$$

Aufgaben

- Ein 150g schwerer Baseball trifft mit einer Geschwindigkeit von 150 km/h auf einen Schläger und wird in umgekehrter Richtung mit einer Geschwindigkeit von 210 km/h zurückgeschlagen. Wie groß ist die mittlere Kraft, die der Schläger während des 5,0 ms dauernden Kontakts mit dem Ball auf diesen ausübt?
- Ein Ball der Masse 450g fällt aus einer Höhe von 1,5m auf den Boden. Nach dem Aufprall springt der Ball mit 85% seiner Auftreffgeschwindigkeit zurück.
 - Wie groß ist der Kraftstoß während des Bodenkontakts?
 - Wie groß ist die mittlere Kraft auf den Ball, wenn der Bodenkontakt 0,020s dauert?
 - Wie viel Prozent der kinetischen Energie gehen beim Aufprall „verloren“? Wozu dient diese Energie?

Für den Kraftstoß gilt:

$$\bar{F} \cdot \Delta t_{\text{Stoß}} = m \cdot \Delta v = m \cdot (v_{\text{nachher}} - v_{\text{vorher}})$$

Lösungen zu den beiden Aufgaben:

1. $\bar{F} \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v \Rightarrow$

$$\bar{F} = \frac{m \cdot \Delta v}{\Delta t} = \frac{0,150 \text{ kg} \cdot (210 - (-150)) \frac{\text{km}}{\text{h}}}{0,0050 \text{ s}} = \frac{0,150 \text{ kg} \cdot (360) \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}}}{0,0050 \text{ s}} = 3000 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} = 3,0 \text{ kN}$$

2. a) Auftreffgeschwindigkeit v des Balls:

$$v^2 = 2 \cdot g \cdot h \Rightarrow v = \sqrt{2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1,5 \text{ m}} = 5,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\bar{F} \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v = m \cdot (0,85 \cdot v - (-v)) = m \cdot 1,85 v = 0,450 \text{ kg} \cdot 1,85 \cdot 5,4 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 4,5 \text{ Ns}$$

b) $\bar{F} \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v \Rightarrow \bar{F} = \frac{m \cdot \Delta v}{\Delta t} = \frac{4,5 \text{ Ns}}{0,020 \text{ s}} = 225 \text{ N} \approx 0,23 \text{ kN}$

c)
$$\frac{\Delta E_{\text{kin}}}{E_{\text{kin, vorher}}} = \frac{\frac{1}{2} \cdot m \cdot (v_{\text{nachher}})^2 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot (v_{\text{vorher}})^2}{\frac{1}{2} \cdot m \cdot (v_{\text{vorher}})^2} = \frac{(v_{\text{nachher}})^2 - (v_{\text{vorher}})^2}{(v_{\text{vorher}})^2} = \frac{(0,85v)^2 - v^2}{v^2} =$$

$$= \frac{0,85^2 - 1^2}{1^2} = -0,28 = -28\%$$

Es gehen ca. 28% der kinetischen Energie verloren.

Diese Energie wurde dabei in erster Linie in innere Energie (Erwärmung) umgewandelt.

