

## Physik \* Jahrgangsstufe 8 \* Spannenergie

Bei einer Stahlfeder hängt die Dehnung  $\Delta x$  von der angreifenden Kraft  $F$  ab.  
Zu einer 2-, 3-, 4-fachen Kraft  $F$  gehört eine 2-, 3-, 4-fache Dehnung  $\Delta x$ ,

d.h. Kraft  $F$  und Dehnung  $\Delta x$  sind zueinander proportional, also  $\frac{F}{\Delta x} = \text{konstant}$ .

Die Konstante wird auch Federhärte  $D$  genannt und in der Einheit  $\frac{\text{N}}{\text{m}}$  (oft auch  $\frac{\text{N}}{\text{cm}}$ ) angegeben. Je größer  $D$  ist, umso „härter“ wird die Stahlfeder genannt.



$$\frac{F}{\Delta x} = D \quad \text{oder} \quad F = D \cdot \Delta x \quad (\text{Gesetz von Hooke})$$

(Oft schreibt man für die Dehnung statt  $\Delta x$  nur kurz  $x$  oder auch  $s$ .)

In einer Stahlfeder steckt Spannenergie, wenn wir sie um die Länge  $\Delta x$  dehnen (oder auch zusammenpressen).

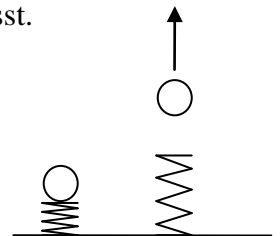
Für die Spannenergie  $E_{\text{spann}}$  leiten wir in der Physikübung folgende Formel her:

$$E_{\text{spann}} = \frac{1}{2} \cdot D \cdot (\Delta x)^2$$

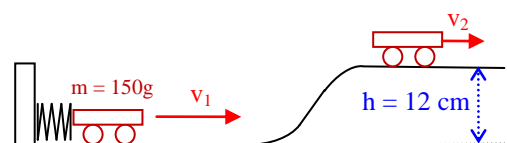
### Aufgaben:

1. An eine Feder mit der Federhärte  $8,0 \text{ N/m}$  wird ein Gewichtsstück der Masse  $200 \text{ g}$  gehängt.
  - a) Wie weit wird die Feder dabei gedehnt?
  - b) Welche Spannenergie steckt nun in der gedehnten Feder?

2. Eine Stahlfeder der Federhärte  $150 \text{ N/m}$  wird um  $8,0 \text{ cm}$  zusammengepresst. Mit dieser Stahlfeder wird dann eine Glaskugel der Masse  $50 \text{ g}$  senkrecht nach oben geschossen.
  - a) Welche Energieumwandlungen finden dabei statt?
  - b) Welche maximale Flughöhe erreicht die Glaskugel?
  - c) Mit welcher Geschwindigkeit landet die Kugel wieder am Boden?



3. Eine Stahlfeder der Härte  $120 \text{ N/m}$  wird um  $6,0 \text{ cm}$  zusammengepresst. Beim Entspannen beschleunigt diese Feder einen kleinen Wagen der Masse  $150 \text{ g}$ , der anschließend einen Hang der Höhe  $12 \text{ cm}$  hochfährt.



- a) Mit welcher Geschwindigkeit  $v_1$  startet der Wagen unten?
- b) Mit welcher Geschwindigkeit  $v_2$  kommt der Wagen oben an?

## Physik \* Jahrgangsstufe 8 \* Spannenergie \* Lösungen

$$1. \text{ a) } F = D \cdot \Delta x \Rightarrow \Delta x = \frac{F}{D} = \frac{m \cdot g}{D} = \frac{0,20 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{8,0 \frac{\text{N}}{\text{m}}} = 0,245 \frac{\text{N}}{\frac{\text{N}}{\text{m}}} = 0,245 \text{ m} \approx 25 \text{ cm}$$

$$\text{b) } E_{\text{spann}} = \frac{1}{2} \cdot D \cdot \Delta x^2 = \frac{1}{2} \cdot 8,0 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot (0,245 \text{ m})^2 = 0,24 \text{ Nm} = 0,24 \text{ J}$$

2. a) Die Spannenergie wird zunächst in kinetische Energie der Kugel (und Feder) und diese dann in potentielle Energie der Lage umgewandelt.

$$\text{b) } E_{\text{spann}} = E_{\text{pot, oben}} \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot D \cdot \Delta x^2 = m \cdot g \cdot h \Rightarrow$$

$$h = \frac{D \cdot \Delta x^2}{2 \cdot g \cdot m} = \frac{150 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot (0,08 \text{ m})^2}{2 \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,050 \text{ kg}} = 0,979 \dots \frac{\text{Nm}}{\text{N}} \approx 1,0 \text{ m}$$

$$\text{c) } E_{\text{pot, oben}} = E_{\text{kin, unten}} \Rightarrow m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_u^2 \Rightarrow$$

$$v_u^2 = 2 \cdot g \cdot h = 2 \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1,0 \text{ m} = 19,6 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \Rightarrow v_u = 4,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



$$3. \text{ a) } E_{\text{spann}} = E_{\text{kin, unten}} \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot D \cdot \Delta x^2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_1^2 \Rightarrow$$

$$v_1^2 = \frac{D \cdot \Delta x^2}{m} = \frac{120 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot (0,06 \text{ m})^2}{0,15 \text{ kg}} = 2,88 \frac{\text{Nm}}{\text{kg}} = 2,88 \frac{\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{m}}{\text{kg}} = 2,88 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \Rightarrow v_1 = 1,7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{b) } E_{\text{kin, unten}} = E_{\text{pot, oben}} + E_{\text{kin, oben}} \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_1^2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_2^2 + m \cdot g \cdot h \Rightarrow$$

$$v_1^2 = v_2^2 + 2 \cdot g \cdot h \Rightarrow v_2^2 = v_1^2 - 2 \cdot g \cdot h = (1,7 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 - 2 \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,12 \text{ m} = 0,538 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \Rightarrow$$

$$v_2 = 0,73 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$