

Physik * Jahrgangsstufe 8 * Spannenergie

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

d.h. Kraft F und Dehnung Δx 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 Δx nur kurz x oder auch s .)

In einer Stahlfeder steckt Spannenergie, wenn wir sie um die Länge Δx dehnen (oder auch zusammenpressen).

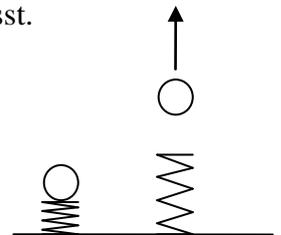
Für die Spannenergie E_{spann} leiten wir in der Physikübung folgende Formel her:

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

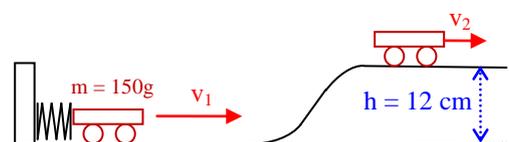
Aufgaben:

1. An eine Feder mit der Federhärte $8,0 \text{ N/m}$ wird ein Gewichtsstück der Masse 200 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 N/m wird um $8,0 \text{ cm}$ zusammengepresst. Mit dieser Stahlfeder wird dann eine Glaskugel der Masse 50 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 N/m wird um $6,0 \text{ cm}$ zusammengepresst. Beim Entspannen beschleunigt diese Feder einen kleinen Wagen der Masse 150 g , der anschließend einen Hang der Höhe 12 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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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