

1. An eine Schraubenfeder wird ein Gewichtsstück mit $m = 350 \text{ g}$ angebracht und die Verlängerung mit $s = 1,3 \text{ cm}$ gemessen.

a: Bestimme die Federhärte.

$$D = \frac{\Delta F}{\Delta s} = \frac{G}{s} = \frac{m \cdot g}{s} = \frac{0,350 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}}{1,3 \text{ cm}} = 2,6 \text{ N/cm}$$

$$[\text{Zwischenergebnis: } D = 2,6 \frac{\text{N}}{\text{cm}}]$$

Ein Pfeil ($m = 8,0 \text{ g}$) wird mit $s = 4,0 \text{ cm}$ in die Schraubenfeder eingespannt.

b: Welche Spannenergie enthält die Schraubenfeder nach dem Spannvorgang in mJ?

$$E_{Sp} = \frac{1}{2} D s^2 = \frac{1}{2} * 2,6 \frac{\text{N}}{\text{cm}} * (4 \text{ cm})^2 = 21 \text{ Ncm} = \frac{21}{100} \text{ Nm} = 0,21 \text{ J} = 210 \text{ mJ}$$

$$[\text{Zwischenergebnis: } E = 0,21 \text{ J}]$$

c: Welche Höhe erreicht der Pfeil nach dem Abschuss?

$$E_{pot} = m * g * h = 0,21 \text{ J} = E_{Sp} \Rightarrow h = \frac{0,21 \text{ J}}{m \cdot g} = \frac{0,21 \text{ Nm}}{0,008 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}} = 2,7 \text{ m}$$

$$[\text{Zwischenergebnis: } h = 2,7 \text{ m}]$$

In der Realität erreicht der Pfeil lediglich eine Höhe von 220 cm.

d: Welche potentielle Energie entspricht der Höhe $h = 220 \text{ cm}$?

$$E_{pot} = m * g * h = 0,008 \text{ kg} * 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} * 2,2 \text{ m} = 0,17 \text{ J}$$

$$[\text{Zwischenergebnis: } E_{pot} = 0,17 \text{ J}]$$

e: Wie viel Prozent der anfänglichen kinetischen Energie gehen durch die Luftreibung verloren?

$$\text{Prozentanteil: } \frac{0,17}{0,21} = 0,81 = 81 \%, \text{ d. h. } 19 \% \text{ der Energie gehen verloren}$$

Die Feder wird ausgetauscht. Bei doppelter Masse $m = 700 \text{ g}$ wird wieder eine Verlängerung von $s = 1,3 \text{ cm}$ gemessen.

f: Welche maximale Höhe erreicht der Pfeil ohne Berücksichtigung der Energieverluste?

Doppelte Masse bei gleichem s , d. h. doppelte Federhärte, d. h. doppelte Spannenergie, d. h. doppelte Höhe

1. An eine Schraubenfeder wird ein Gewichtsstück mit $m = 250 \text{ g}$ angebracht und die Verlängerung mit $s = 1,2 \text{ cm}$ gemessen.

a: Bestimme die Federhärte.

$$D = \frac{\Delta F}{\Delta s} = \frac{G}{s} = \frac{m \cdot g}{s} = \frac{0,250 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}}{1,3 \text{ cm}} = 2,0 \text{ N/cm}$$

$$[\text{Zwischenergebnis: } D = 2,0 \frac{\text{N}}{\text{cm}}]$$

Ein Pfeil ($m = 11 \text{ g}$) wird mit $s = 3,5 \text{ cm}$ in die Schraubenfeder eingespannt.

b: Welche Spannenergie enthält die Schraubenfeder nach dem Spannvorgang in mJ?

$$E_{Sp} = \frac{1}{2} D s^2 = \frac{1}{2} * 2,0 \frac{\text{N}}{\text{cm}} * (3,5 \text{ cm})^2 = 12 \text{ Ncm} = \frac{12}{100} \text{ Nm} = 0,12 \text{ J} = 120 \text{ mJ}$$

$$[\text{Zwischenergebnis: } E = 0,12 \text{ J}]$$

c: Welche Höhe erreicht der Pfeil nach dem Abschuss?

$$E_{pot} = m * g * h = 0,12 \text{ J} = E_{Sp} \Rightarrow h = \frac{0,12 \text{ J}}{m * g} = \frac{0,12 \text{ Nm}}{0,011 \text{ kg} * 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}} = 1,1 \text{ m}$$

$$[\text{Zwischenergebnis: } h = 1,1 \text{ m}]$$

In der Realität erreicht der Pfeil lediglich eine Höhe von 90 cm.

d: Welche potentielle Energie entspricht der Höhe $h = 90 \text{ cm}$?

$$E_{pot} = m * g * h = 0,011 \text{ kg} * 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} * 0,9 \text{ m} = 0,097 \text{ J}$$

$$[\text{Zwischenergebnis: } E_{pot} = 0,097 \text{ J}]$$

e: Wie viel Prozent der anfänglichen kinetischen Energie gehen durch die Luftreibung verloren?

$$\text{Prozentanteil: } \frac{0,097}{0,12} = 0,80 = 80 \%, \text{ d. h. } 20 \% \text{ der Energie gehen verloren}$$

Die Feder wird ausgetauscht. Bei halber Masse $m = 125 \text{ g}$ wird wieder eine Verlängerung von $s = 1,2 \text{ cm}$ gemessen.

f: Welche maximale Höhe erreicht der Pfeil ohne Berücksichtigung der Energieverluste?

Halbe Masse bei gleichem s , d. h. halbe Federhärte, d. h. halbe Spannenergie, d. h. halbe Höhe