

**Physik \* Jahrgangsstufe 9 \* Mechanische Energieformen**

Energieform	Formel	Kleine Aufgabe:
Höhenenergie $E_h$ (potentielle Energie)	$E_h =$	Herr Meier (75 kg) geht von Garmisch-Partenkirchen aus (720 m ü. NN) auf die Zugspitze (2965 m).
Bewegungsenergie $E_{kin}$ (kinetische Energie)  Beachte: $1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = 1 \text{ Nm} = 1 \text{ J}$	$E_{kin} =$	Ein PKW (1,2 t) beschleunigt aus der Ruhe auf eine Endgeschwindigkeit von 72 km pro Stunde.
Spannenergie $E_{sp}$	$E_{sp} =$	Eine Feder der Härte 1,5 N pro cm wird (aus der Ruhelage) um 8,0cm gedehnt!

- Hans baut aus 5 Holzwürfeln (Kantenlänge 5,0cm, Dichte 0,7 g pro  $\text{cm}^3$ ) einen Turm.
  - Welche Hubarbeit ist dafür erforderlich?
  - Der oberste Würfel fällt vom Turm wieder herab.  
Mit welcher Geschwindigkeit landet er auf dem Tisch?
- Ein PKW (1,1 t) steht zunächst und beschleunigt dann auf  $72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ .
  - Welche Beschleunigungsarbeit ist erforderlich?  
Welche mittlere Beschleunigungskraft wirkt, wenn der PKW seine Endgeschwindigkeit nach 180 m erreicht?

Für ein Überholmanöver beschleunigt der PKW von  $72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  auf  $108 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ .

  - Welche Beschleunigungsarbeit ist nun erforderlich?  
Warum entspricht diese Arbeit nicht der Hälfte der in 2a berechneten?
- An eine Feder wird ein Gewichtsstück der Gewichtskraft 0,60 N gehängt.  
Die Feder dehnt sich dabei um 4,0 cm.
  - Berechne die Federhärte.  
Welche Spannarbeit wird an der Feder verrichtet?  
Um wie viel verringert sich die potentielle Energie des Gewichtsstücks?  
Warum stimmen die beiden berechneten Energien nicht überein?  
Erkläre den Unterschied!
  - Welche Spannarbeit muss man verrichten, um die Feder (aus der Ruhelage) um 10 cm zu dehnen.  
Welche Spannarbeit ist erforderlich, um diese Feder um weitere 5,0 cm zu dehnen?

**Physik \* Jahrgangsstufe 9 \* Mechanische Energieformen**

Energieform	Formel	Kleine Aufgabe:
Höhenenergie $E_h$ (potentielle Energie)	$E_h = m \cdot g \cdot h$	Herr Meier (75 kg) geht von Garmisch-Partenkirchen aus (720 m ü. NN) auf die Zugspitze (2965 m).  $W_{hub} = 75kg \cdot 9,81 \frac{N}{kg} \cdot (2965m - 720m)$ $= 1651758, \dots J \approx 1,7 MJ$
Bewegungsenergie $E_{kin}$ (kinetische Energie)  Beachte: $1kg \cdot \frac{m^2}{s^2} = 1Nm = 1J$	$E_{kin} = \frac{1}{2} m v^2$	Ein PKW (1,2 t) beschleunigt aus der Ruhe auf eine Endgeschwindigkeit von 72 km pro Stunde.  $W_{bes} = \frac{1}{2} \cdot 1200kg \cdot \left( \frac{72000m}{3600s} \right)^2 = 600kg \cdot \left( 20 \frac{m}{s} \right)^2$ $= 240000 \frac{kg \cdot m^2}{s^2} = 0,24 MJ$
Spannenergie $E_{sp}$	$E_{sp} = \frac{1}{2} D s^2$	Eine Feder der Härte 1,5 N pro cm wird (aus der Ruhelage) um 8,0cm gedehnt!  $W_{sp} = \frac{1}{2} \cdot 1,5 \frac{N}{cm} \cdot (8,0cm)^2 = 48 Ncm = 0,48 J$

**Physik \* Jahrgangsstufe 9**  
**Lösungen zum Arbeitsblatt Mechanische Energieformen**

1. a)  $m_w = 0,7 \frac{g}{cm^3} \cdot (5,0cm)^3 = 87,5g$  ;  $F_w = 0,0875kg \cdot 9,81 \frac{N}{kg} = 0,86N$   
 $W_{hub} = F_w \cdot (5,0cm + 10cm + 15cm + 20cm) = 0,86N \cdot 0,50m = 0,43J$

b) Die potentielle Energie des obersten Würfels wird in kinetische Energie umgewandelt.

$$m_w \cdot g \cdot 20cm = \frac{1}{2} \cdot m_w \cdot v^2 \Rightarrow v^2 = 2g \cdot 20cm \Rightarrow v = \sqrt{0,40m \cdot 9,81 \frac{N}{kg}} =$$

$$v = \sqrt{3,924 \frac{m \cdot m}{s^2}} = 2,0 \frac{m}{s}$$

2. a)  $W_{bes} = \frac{1}{2} \cdot 1100kg \cdot \left( \frac{72000m}{3600s} \right)^2 = 550kg \cdot (20 \frac{m}{s})^2 = 0,22MJ$

$$W_{bes} = F \cdot s \Rightarrow F = \frac{W_{bes}}{s} = \frac{0,22MJ}{180m} = 1,2kN$$

b)  $v_1 = 20 \frac{m}{s}$  ;  $v_2 = \frac{108000m}{3600s} = 30 \frac{m}{s}$  ;  $W_{bes} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_2^2 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_1^2$

$$= \frac{1}{2} \cdot m \cdot (v_2^2 - v_1^2) = 550kg \cdot (900 - 400) \frac{m^2}{s^2} = 0,28MJ$$

Das entspricht nicht der Hälfte von 0,22 MJ, da  $E_{kin}$  nicht zu  $v$  sondern zu  $v^2$  proportional ist.

3. a)  $D = \frac{F}{s} = \frac{0,60N}{4,0cm} = 0,15 \frac{N}{cm} = 15 \frac{N}{m}$

$$W_{sp} = \frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2 = \frac{1}{2} \cdot 15 \frac{N}{m} \cdot (0,04m)^2 = 0,012J = 12mJ$$

$$\Delta W_{pot} = mgh = 0,60N \cdot 0,04m = 0,024J = 24mJ = 2 \cdot W_{sp}$$

Hängt man das Gewichtstück an die Feder und lässt es los, dann wird es die Feder dehnen, aber bei der Dehnung von 4,0cm nicht ruhen, sondern eine kinetische Energie von 24mJ – 12mJ = 12mJ besitzen. Dies führt dazu, dass das Gewichtstück zunächst um die Ruhelage bei der Dehnung von 4,0cm hin und her schwingt.

Erst wenn die Reibung diese kinetische Energie von 12mJ aufgebraucht hat, wird das Gewichtstück ruhen und die Feder genau um 4,0cm dehnen.

b)  $W_{sp}(10cm) = \frac{1}{2} \cdot 15 \frac{N}{m} \cdot (0,10m)^2 = 0,075J = 75mJ$

Für die nächsten 5,0cm Dehnung benötigt man

$$W_{sp} = W_{sp}(15cm) - W_{sp}(10cm) = \frac{1}{2} \cdot 15 \frac{N}{m} \cdot (0,15^2 - 0,10^2)m^2 = 0,094J = 94mJ$$