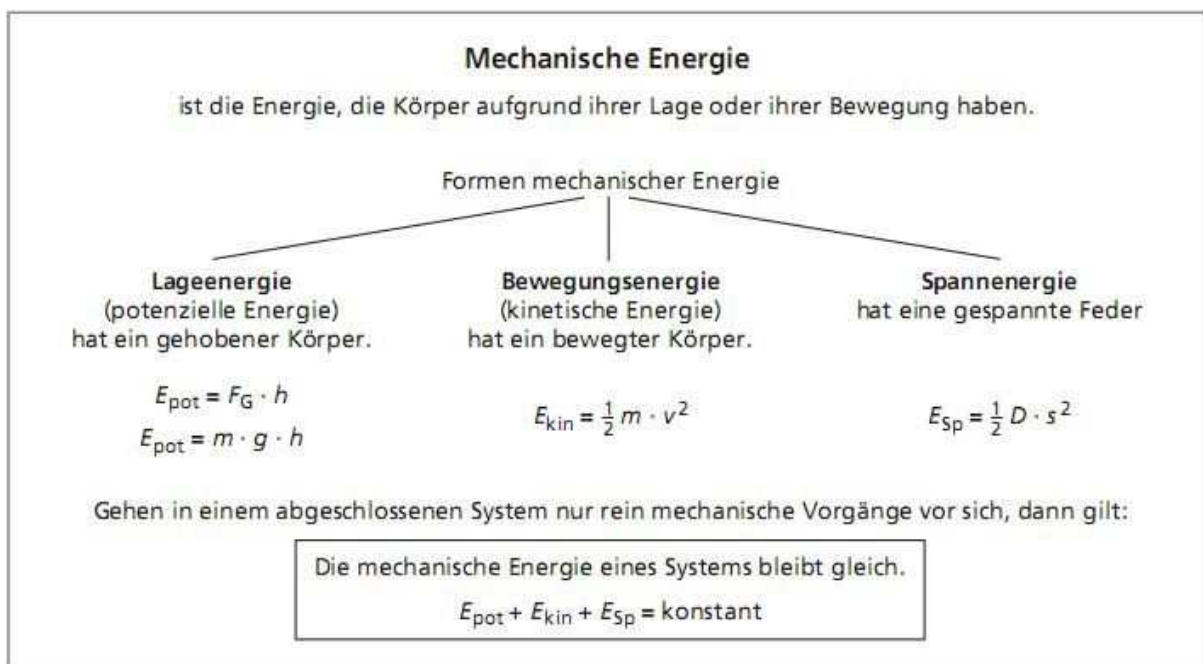
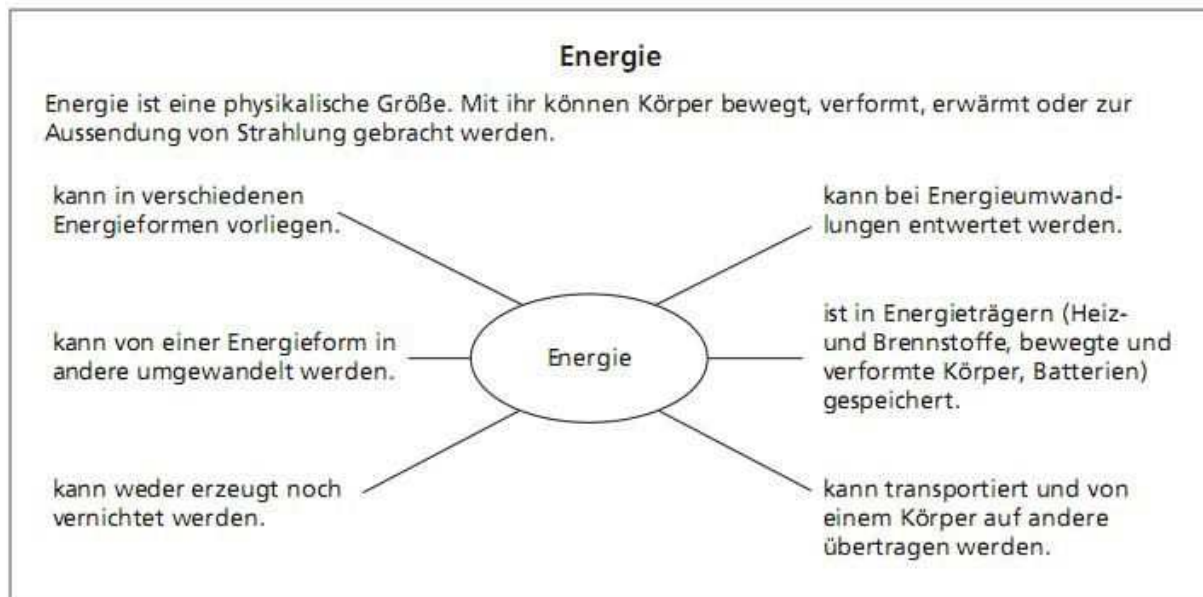
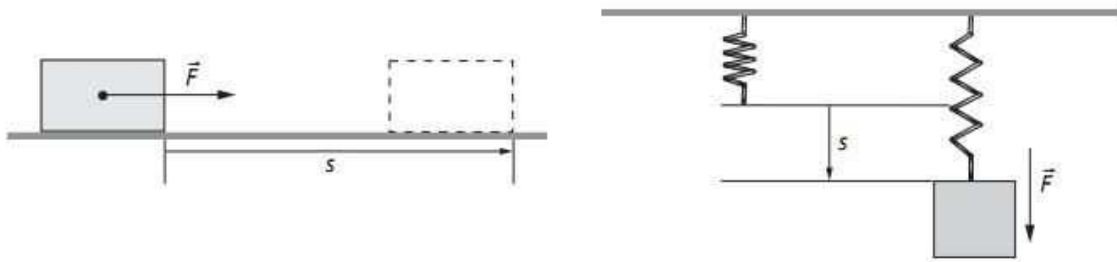


## Vorbereitung der Kurzklausur zum Thema „Energie und ihre Eigenschaften“



### Die mechanische Arbeit

Mechanische Arbeit wird verrichtet, wenn ein Körper durch eine Kraft bewegt oder verformt wird.



Wenn die Kraft  $F$  konstant ist und in Richtung des Wegs wirkt, dann gilt:

**mechanische Arbeit = wirkende Kraft · zurückgelegter Weg**

$$W = F \cdot s$$

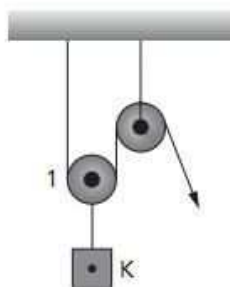
Einheiten: 1 Newtonmeter (1 Nm)  
1 Joule (1 J)

$$1 \text{ Nm} = 1 \text{ J}$$

### Arten mechanischer Arbeit

Hubarbeit	Spannarbeit	Beschleunigungsarbeit	Reibungsarbeit
wird beim Heben des Körpers verrichtet.	wird beim Verformen eines Körpers verrichtet.	wird beim Beschleunigen eines Körpers verrichtet.	wird immer verrichtet, wenn Reibung auftritt.

Die nutzbringende Arbeit ist fast immer kleiner als die aufzuwendende Arbeit.



nutzbringend:

- Arbeit zum Heben des Körpers K

aufzuwenden:

- Arbeit zum Heben des Körpers K
- Arbeit zum Heben der Rolle 1 und des Seils
- Reibungsarbeit

### Arbeit und potenzielle Energie

Wird ein Körper gehoben oder elastisch verformt, so verändert sich seine potenzielle Energie.

The diagram illustrates two scenarios of potential energy change:

- Left Scenario (Gravitational Potential Energy):** A block is lifted from a surface to a height  $h$ . The initial potential energy is  $E_{\text{pot},1} = 0$ . The final potential energy is  $E_{\text{pot},2} = m \cdot g \cdot h$ . The work done is  $W = m \cdot g \cdot h$ .
- Right Scenario (Elastic Potential Energy):** A spring is stretched by a distance  $s$ . The initial potential energy is  $E_{\text{pot},1} = 0$ . The final potential energy is  $E_{\text{pot},2} = \frac{1}{2} F_E \cdot s$ . The work done is  $W_F = \frac{1}{2} F_E \cdot s$ . A downward arrow labeled  $\vec{F}_G$  indicates the force of gravity.

Die Änderung der potenziellen Energie eines Körpers ist gleich der an ihm verrichteten Arbeit.

$$\Delta E = W$$

## Arbeit und Energie

### Arbeit $W$

wird verrichtet, wenn ein Körper durch eine Kraft bewegt oder verformt wird.

### Energie $E$

ist die Fähigkeit eines Körpers, mechanische Arbeit zu verrichten oder Wärme abzugeben oder Strahlung auszusenden.

$$W = \Delta E$$

Verrichtete Arbeit	Ergebnis	Änderung der mechanischen Energie
Hubarbeit $W_H = F_G \cdot h$	führt zur Änderung der potenziellen Energie	potenziellen Energie $\Delta E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot \Delta h$
Verformungsarbeit (Federspannarbeit) $W_F = \frac{1}{2} F_E \cdot s$ $W_F = \frac{1}{2} D \cdot s^2$	führt zur Änderung der potenziellen Energie	$\Delta E_{\text{pot}} = \frac{1}{2} (F_E \cdot s_E - F_A \cdot s_A)$
Beschleunigungsarbeit $W_B = F \cdot s$ $W_B = m \cdot a \cdot s$	führt zur Änderung der kinetischen Energie	$\Delta E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m \cdot (v_E^2 - v_A^2)$
Reibungsarbeit $W_R = F_R \cdot s$ $W_R = \mu \cdot F_N \cdot s$	führt zu einer Verringerung der kinetischen Energie	$\Delta E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m \cdot (v_E^2 - v_A^2)$

**Aufgaben zur Vorbereitung auf die Kurzklausur**

13. Ein Ball ( $m = 500 \text{ g}$ ) wird nach oben geworfen und erreicht eine maximale Höhe von 12 m.
- Beschreiben Sie die Energieumwandlungen des Balls während des Fluges!
  - Wie groß ist die potenzielle Energie des Balls im höchsten Punkt seiner Bahn?
14. Ein Fahrzeug fährt bei einem Crashtest mit 30 km/h gegen eine feste Wand.



Aus welcher Höhe müsste das Fahrzeug fallen, um eine ebenso große Energie zu besitzen?

- \*19. Eine Feder wurde um 2 cm gedehnt. Wie ändert sich die Spannenergie der Feder, wenn man sie um weitere 4 cm auseinanderzieht?

24. Beim Stabhochsprung ermöglichen Glasfibrerstäbe das Überspringen von mehr als 6 m Höhe.
- Beschreiben Sie Energieübertragungen und -umwandlungen bei einem Stabhochsprung vom Beginn des Anlaufs bis zur Landung des Springers!
  - Einer der weltbesten Springer, der Russe SERGEJ BUBKA, erreichte bei 5,26 m Stablänge eine Höhe von 5,85 m. BUBKA ist 1,84 m groß, seine Masse beträgt 77 kg. Als maximale Anlaufgeschwindigkeit wurde bei dem Sprung  $v = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  gemessen. Berechnen Sie seine maximale kinetische Energie!
  - Welche Höhe des Körperschwerpunkts wäre mit dieser Energie erreichbar, wenn sich der Körperschwerpunkt beim Absprung 1,05 m über dem Erdboden befand?
  - Vergleichen Sie mit der tatsächlich erreichten Höhe! Diskutieren Sie, wodurch die Unterschiede zustande kommen könnten!

**Lösungen der Aufgaben**

13. a) Abwurf: kinetische Energie  
Aufstieg: Abnahme der kinetischen und Zunahme der potenziellen Energie  
Umkehrpunkt: potenzielle Energie  
Abstieg: Abnahme der potenziellen Energie und Zunahme der kinetischen Energie  
Ausgangspunkt: kinetische Energie  
Die auftretende Luftreibung kann vernachlässigt werden.

b)  $E_{\text{pot}} = 60 \text{ J}$

14.  $E_{\text{pot}} = E_{\text{kin}}$

$$m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

$$h = \frac{v^2}{2g}$$

$$h = \frac{(30 \text{ km/h})^2}{2 \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = \underline{3,5 \text{ m}}$$

- \*19. Die Dehnung  $s$  verdreifacht sich. Wegen  $E \sim s^2$  verneunfacht sich die Spannenergie der Feder.



24. a) Beim Anlaufen wird chemische Energie in kinetische Energie umgewandelt.

Diese kinetische Energie wird in Spannenergie des Stabs und in potenzielle Energie umgewandelt. Darüber hinaus wird im Laufe des Sprungs auch die Spannenergie in potenzielle Energie umgewandelt. Hinzu kommt eine Umwandlung von chemischer Energie in potenzielle Energie (Abstoßen vom Stab).

Vom höchsten Punkt der Bahnkurve an wird potenzielle in kinetische Energie umgewandelt.

**Hinweis:** Interessant ist in diesem Zusammenhang eine Diskussion zur Bewegung des Körperschwerpunktes. Bei guten Springern bewegt sich der Körperschwerpunkt unter der Latte hinweg.

b)  $E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot 77 \text{ kg} \cdot \left(9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2$$

$$\underline{E_{\text{kin}} = 3700 \text{ J}}$$

**Hinweis:** Die anderen Angaben sind für die Lösung der Teilaufgabe nicht erforderlich.

c)  $E_{\text{kin}} = E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h$

$$h = \frac{E_{\text{kin}}}{m \cdot g}$$

$$h = \frac{3700 \text{ J}}{77 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$\underline{h = 4,9 \text{ m}}$$

Es wäre eine Höhe von  $4,9 \text{ m} + 1,05 \text{ m} \approx 6,0 \text{ m}$  erreichbar.

- d) Die tatsächlich erreichte Höhe liegt unter der theoretisch ermittelten Höhe. Die Berechnung erfolgt unter der Annahme, dass sämtliche kinetische Energie in potenzielle Energie umgewandelt wird. Das ist in der Praxis nicht der Fall. Es erfolgen z. B. auch Umwandlungen in thermische Energie. Es wird auch nicht die gesamte Spannenergie des Stabs in potenzielle Energie umgewandelt. Zu beachten ist auch, dass der Schwerpunkt des Stabs sich ebenfalls ändert (Hubarbeit).