

Übungsaufgaben zur Energieerhaltung

Vorbereitung - Lerne folgende Formeln auswendig!

$$E_{kin} = \frac{1}{2}mv^2 \quad E_{pot} = mgh \quad E_{Spann} = \frac{1}{2}Ds^2$$
$$F_G = mg = G \quad 1J = 1Nm = 1kg \frac{m^2}{s^2} \quad g = 9,81 \frac{N}{kg}$$

Aufgaben

1. Rechne jeweils in die in Klammern angegebenen Einheiten um!

a) $1,8 \frac{m}{s} \left(\frac{km}{h} \right)$ b) $63 \frac{km}{h} \left(\frac{m}{s} \right)$ c) $15 \frac{cm}{min} \left(\frac{m}{h} \right)$

d) $1,7 \frac{g}{cm^3} \left(\frac{kg}{m^3} \right)$ e) $46 \frac{Euro}{kg} \left(\frac{ct}{g} \right)$ f) $70 \frac{mN}{cm^2} \left(\frac{N}{m^2} \right)$

2. Kinetischen Energien!

a) Eine Schnecke ($m=35g$) kriecht mit $12 \frac{cm}{min}$.

b) Ein Schiff ($m=145t$) fährt mit 3,5 Knoten
(1 Knoten = $1 \frac{Seemeile}{Stunde} = 1,852 \frac{km}{h}$).

3. Spannenergie

a) Wie weit muss eine Feder $D = 144 \frac{N}{m}$ auseinander ziehen, damit sie eine Spannenergie von 39J besitzt?

b) Welche Federhärte hat eine Feder, die bei einer Stauchung um 4,0cm eine Spannenergie von 0,189J besitzt?

4. Du ($m=65kg$) gehst in die Hocke, wodurch der Oberschenkelmuskel um ca. 2cm gedehnt wird, und springst aus dem Stand 70cm hoch. Welche „Härte“ hat der Muskel?

5. Ein Auto ($m=1,2t$) fährt mit 60km/h gegen eine Wand und wird dadurch um ca. 60cm eingedrückt.

a) Welche „Härte“ hat das Auto?

b) War diese stark vereinfachte Aufgabenbeschreibung noch sinnvoll? (Diskutiere!)

6. Eine um 3,5cm zusammengepresste Feder mit $D = 8,0 \frac{N}{cm}$ schießt beim

Entspannen eine Kugel ($m=25g$) vom Boden senkrecht nach oben.

a) Gib die Energieumwandlungen mit Hilfe einer Tabelle an.

b) Welche maximale Höhe erreicht die Kugel?

c) Mit welcher Geschwindigkeit landet die Kugel wieder auf dem Boden?

d) Welche Geschwindigkeit hat die Kugel 80cm über dem Boden?

Nun wird die Kugel bei sonst unveränderten Bedingungen schräg nach oben geschossen.

e) Wie ändern sich die Ergebnisse bei den Aufgaben b), c), d)?
Beantworte qualitativ, d.h. ohne Rechnung!

7. Ein Kind wirft einen Ball senkrecht nach oben.
- Beschreibe die Energieumwandlungen des Balls mit Hilfe einer Tabelle, nachdem er die Hand des Kindes verlassen hat.
 - Welche Höhe erreicht der Ball, wenn das Kind den Ball mit 12,0 m/s hoch wirft?
8. Ein Lachs der Masse 24kg springt eine 2,3m hohe Stromschnelle hinauf.
- Beschreibe die Energieumwandlungen in Form einer Tabelle!
 - Welche Geschwindigkeit hatte der Lachs mindestens, wenn er gerade das Wasser verlässt?
 - Welche Anfangsgeschwindigkeit hat ein 12kg schwerer Lachs, der die gleiche Stromschnelle überwinden muss?
9. Ein Kind schießt mit einer Federpistole der Federhärte $D = 5,0 \frac{N}{cm}$ eine 4g schwere Erbse senkrecht nach oben.
- Beschreibe die Energieumwandlungen in Form einer Tabelle!
 - Wie weit wird die Feder zusammengedrückt, wenn die Erbse 2,4m hochfliegt?
 - Welche Geschwindigkeit hat die Erbse beim Verlassen des Pistolenlaufs?
 - Welche Geschwindigkeit hat die Erbse, wenn sie bereits 1,0m weit nach oben geflogen war?
10. Ein Tennisball (40g) trifft mit einer Geschwindigkeit von 110km/h senkrecht auf die Bespannung eines Tennisschlägers. In grober Näherung verhält sich die Bespannung wie eine Feder der Federhärte 770N/kg.
- Was bedeutet die Einschränkung „ In grober Näherung verhält sich die Bespannung wie eine Feder(...)“?
 - Beschreibe die Energieumwandlungen in Form einer Tabelle!
 - Wie weit wird die Bespannung eingedrückt?
 - Wie hoch würde der Tennisball fliegen, wenn er mit der angegebenen Geschwindigkeit senkrecht nach oben geschossen wird?
11. Ein Kunstspringer (70kg) springt vom 5m-Brett.
- Welche Geschwindigkeit hat er nach 2m Flugstrecke?
 - Aus welcher Höhe müsste er abspringen, um die Geschwindigkeit 20m/s beim Auftreffen zu haben?
 - Auf das wie vielfache müsste er seine Absprunghöhe steigern, um die vierfache Endgeschwindigkeit zu erreichen?

Ergebnisse:

1.) $6,48 \frac{km}{h}, 17,5 \frac{m}{s}, 9 \frac{m}{h}, 1700 \frac{kg}{m^3}, 4,6 \frac{ct}{g}, 700 \frac{N}{m^2}$

2.) $7,0 \cdot 10^{-8} J, 235 J$

3.) $74cm, 236 \frac{N}{m}$ 4) $60.000 \frac{N}{m}$ 4) $330 \frac{N}{m}$

6) b) 2m c) 6,2m d) $0,25 \frac{m}{s}$ 7) 7,3m

8.) b) $6,7 \frac{m}{s}$, c) Unabhängig von der Masse, daher identisch

9.) b) 2cm c) $6,8 \frac{m}{s}$ d) $5,5 \frac{m}{s}$

12 Ein Auto habe die Masse $m = 1,20t$. Es wird über $s_1=100m$ der maximal möglichen Kraft konstanten Kraft F_a (das ist die Kraft, die maximal auf die Straße übertragen werden kann) beschleunigt. Beachte, dass die Gewichtskraft auf alle 4 Räder gleichmäßig verteilt wird und das Auto von nur 2 Rädern angetrieben wird. ($f_h=0,80$; $\mu=0,6$ $g=9,81\frac{N}{kg}$).

- (Im Unterricht)
Was bedeutet „ der maximal möglichen Kraft konstanten Kraft F_a “
- Wie groß ist F_a ?
- Welche Beschleunigungsarbeit W_a wird verrichtet?
- Welche Geschwindigkeit v_1 hat das Auto, wenn man von Reibungsverlusten absieht und das Auto aus dem Stand beschleunigt hat?
- Das Auto beschleunigt um noch einmal über eine Strecke $s_2=100m$ der maximal möglichen Kraft. Welche Endgeschwindigkeit v_2 hat das Auto?
- Der Fahrer tritt maximal auf das Bremspedal, d.h. die Räder blockieren. Mit welcher Bremskraft F_B wird das Auto abgebremst?
- Wie lang ist der Bremsweg? In welche Energieform wird die kinetische Energie umgewandelt?
- Von welcher Höhe müsste man das Auto fallen lassen, damit es die Geschwindigkeit v_2 erreicht, wenn man die Luftreibung vernachlässigt?

Lösung

- Die Reifen dürfen nicht durchdrehen (rutschen), d.h. die Haftreibung $F_H = f_h \cdot F_N = f_h \cdot G = f_h \cdot m \cdot g$ ist entscheidend. Da nur zwei Räder, auf denen jeweils nur $\frac{1}{4}G$ liegt, angetrieben werden, ist $F_H = f_h \cdot F_N = f_h \cdot 2 \cdot \frac{1}{4}G$
- $F_a = F_H = f_h \cdot \frac{1}{2}m \cdot g = 0,80 \cdot 600kg \cdot 9,81\frac{N}{kg} = 4,7kN$
- $W_a = F_a \cdot s = 4700N \cdot 100m = 470kJ$

d) Die Arbeit ist nun als kinetische Energie „gespeichert“.

$$W_a = E_{kin}$$

$$W_a = \frac{1}{2}mv^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2W_a}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 470000J}{1200kg}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 470000kg \frac{m^2}{s^2}}{1200kg}} = 28 \frac{m}{s} = 100 \frac{km}{h}$$

e) Die neue kinetische Energie ist die bereits vorhandene kinetische Energie zuzüglich der neuen kinetischen Energie, die durch die Beschleunigungsarbeit entstand.

$$E_{kin,1} + W_a = \frac{1}{2}mv_2^2$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2(E_{kin,1} + W_a)}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot (2 \cdot 470000J)}{1200kg}} = \sqrt{\frac{1880000kg \frac{m^2}{s^2}}{1200kg}} = 40 \frac{m}{s} = 144 \frac{km}{h}$$

f) Es greift nun die Gleitreibung, da nun alle vier Reifen über den Asphalt rutschen.

$$F_B = F_R = \mu \cdot m \cdot g = 0,6 \cdot 1200kg \cdot 9,81 \frac{N}{kg} = 7,1kN$$

(Beachte das Runden auf geltende Ziffern)

g) Die gesamte kinetische Energie des Autos wird durch Reibarbeit in Wärme umgewandelt.

$$E_{kin} = W_B$$

$$E_{kin} = F_B \cdot s$$

$$s = \frac{E_{kin}}{F_B} = \frac{\frac{1}{2} \cdot 1200kg \cdot \left(40 \frac{m}{s}\right)^2}{7100N} = 135m$$

h) Aus dem Energieerhaltungssatz folgt:

$$E_{pot} = E_{kin}$$

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

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

$$h = \frac{v^2}{2 \cdot g} = \frac{\left(40 \frac{m}{s}\right)^2}{2 \cdot 9,81 \frac{N}{kg}} = 80m$$