

1. Physikschulaufgabe

Klasse 8 / G8

- Lösungen -

1. a) Potenzielle Energie = Lageenergie bzw. Höhenenergie
Wasser in einem Staubecken eines Pumpspeicherkraftwerks
- Kinetische Energie = Bewegungsenergie
bewegte Luft, ein fahrendes Auto, ein fallender Stein, fließendes Wasser
Rotationsenergie
- Spannenergie
gespannte Feder in einer Uhr, Trampolin
- Innere Energien:
chemische Energie
thermische Energie
- Strahlungsenergie
Licht, Röntgenstrahlung, Radiowellen
- Kernenergie
- Elektrische Energie
- Magnetische Energie
- b) Bei dieser Frage können die blitzgescheiten Physiker wieder einmal durch ihr Wissen glänzen, denn physikalisch kann Energie in einem abgeschlossenen System nicht „verbraucht“, sondern nur von einer Energieform in eine andere Form umgewandelt werden. Was dann im jeweiligen Fall als abgeschlossenes System betrachtet wird, kann hier nicht ausreichend besprochen werden. Energie kann also weder vernichtet noch erzeugt, sondern nur in andere Energieformen übergeführt werden. Der Begriff „Energieverbrauch“ hat außerhalb des physikalischen Verständnisses dennoch seine Berechtigung im Sinne von Verbrauch eines Wirtschaftsgutes, das zunächst hergestellt bzw. bereitgestellt wird und dann von einem Menschen, einer Maschine usw. verbraucht wird im Sinne von „die zur Verfügung stehende Menge wird weniger“.

2. a) Die in der Feder gespeicherte Energie beträgt:

$$E_{\text{Spann}} = \frac{1}{2} \cdot F \cdot \Delta s \quad \text{mit } F = D \cdot \Delta s$$

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

$$E_{\text{Spann}} = \frac{1}{2} \cdot 300 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot (0,1 \text{ m})^2$$

$$E_{\text{Spann}} = 1,5 \text{ J}$$

Felix macht bei seiner Aussage den Fehler, dass er behauptet, die Energie von 1,5 J sei in der Holzkugel gespeichert. Diese Energie ist **in der Feder** als Spannenergie gespeichert.

- Lösungen -

- b) Nach dem Öffnen der Kiste schleudert die Feder die Kugel nach oben. Dabei wird die Spannenergie der Feder an die Kugel in Form von kinetischer Energie abgegeben, und diese dann in potenzielle Energie umgewandelt. Beschleunigungsstrecke ist Δs . Danach verlässt die Holzkugel die Feder, fliegt frei nach oben und verringert dabei - bis zur maximalen Höhe - ständig ihre Geschwindigkeit.

$$E_{\text{Spann}} = E_{\text{pot}}$$

$$E_{\text{Spann}} = m \cdot g \cdot h \quad | : (m \cdot g)$$

$$h = \frac{E_{\text{Spann}}}{m \cdot g} = \frac{1,5 \text{ J}}{0,11 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 1,39 \text{ m}$$

$$\underline{h \approx 1,4 \text{ m}}$$

- c) Beim Herabfallen der Kugel wird ihre potenzielle Energie in kinetische umgewandelt.

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

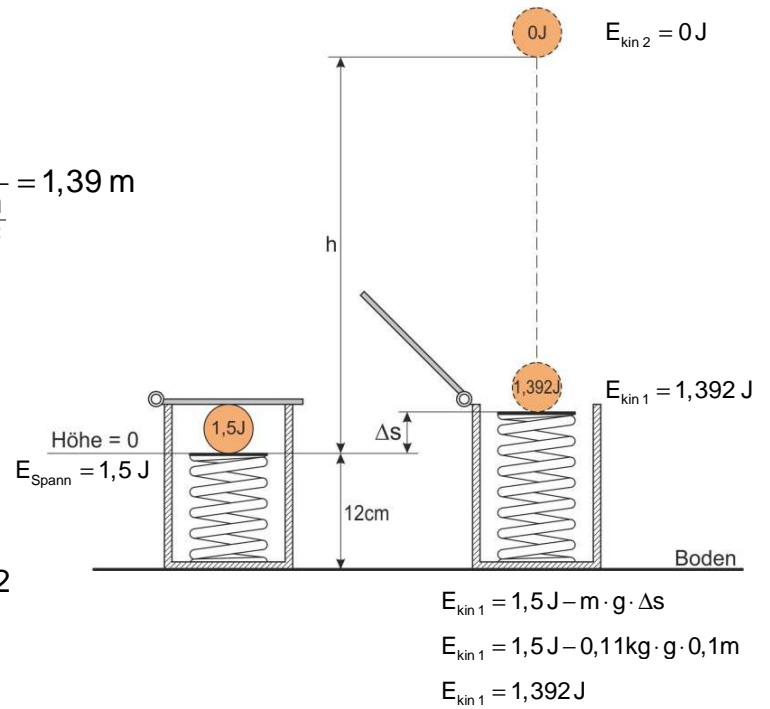
$$m \cdot g \cdot h_{\text{ges}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad | : m \cdot 2$$

$$v^2 = 2 \cdot g \cdot h_{\text{ges}}$$

$$v^2 = 2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (1,39 \text{ m} + 0,12 \text{ m})$$

$$v = \sqrt{2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1,51 \text{ m}}$$

$$\underline{v \approx 5,4 \text{ m/s}}$$



3. geg.: Masse $m = 2,00 \text{ t}$; Zeit $t = 30,0 \text{ s}$; Höhe $h = 28,0 \text{ m}$
 tatsächlich benötigte Energie für den Motor $E_{\text{Mot}} = 750 \text{ kJ}$
 Wirkungsgrad der Achterbahn $\eta_2 = 85,0\%$

- ges.: a) Leistung P des Motors
 b) Wirkungsgrad η des Motors
 c) max. Geschwindigkeit v des Wagens

- Lös.: a) Leistung P des Motors:

$$P = \frac{W}{t} \quad \text{mit } W = m \cdot g \cdot h$$

$$P = \frac{m \cdot g \cdot h}{t}$$

$$P = \frac{2000 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 28,0 \text{ m}}{30,0 \text{ s}}$$

$$\underline{P = 18,3 \text{ kW}}$$

$$\frac{\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{m}}{\text{s}} = \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{s}} = \frac{\text{J}}{\text{s}} = \text{W}$$

- Lösungen -

- b) Die tatsächliche Energie, die der Motor benötigt ist $E_{\text{Mot}} = 750 \text{ kJ}$.
Sein Wirkungsgrad errechnet sich zu:

$$\eta_1 = \frac{W_{\text{ab}}}{W_{\text{zu}}} \quad \text{mit } W_{\text{ab}} = m \cdot g \cdot h \text{ und } W_{\text{zu}} = E_{\text{Mot}}$$

$$\eta_1 = \frac{m \cdot g \cdot h}{E_{\text{Mot}}}$$

$$\eta_1 = \frac{2000 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 28,0 \text{ m}}{750\,000 \text{ J}} = 0,7323\dots$$

$$\frac{\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{m}}{\text{J}} = \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{J}} = \frac{\text{J}}{\text{J}} = 1$$

$$\eta_1 \approx 0,73 \approx 73\%$$

- c) Beim Herabfahren des Wagens wird die potenzielle Energie in kinetische umgewandelt. Der Wirkungsgrad des Achterbahnsystems von 85% bedeutet für die Umwandlung der Energie, dass nur 85% der potenziellen Energie in Bewegungsenergie umgesetzt werden.

$$\eta_2 = \frac{E_{\text{kin}}}{E_{\text{pot}}} = \frac{\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2}{m \cdot g \cdot h}$$

$$\eta_2 = \frac{v^2}{2 \cdot g \cdot h}$$

$$v^2 = 2 \cdot g \cdot h \cdot \eta_2$$

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h \cdot \eta_2} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 28 \text{ m} \cdot 0,85}$$

$$v \approx 21,6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 77,8 \text{ km/h}$$

Umrechnung:

$$21,6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{3600 \text{ s km}}{1000 \text{ m h}} = 77,76 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Die restlichen 15% der Energie werden durch Reibung in Wärmeenergie umgewandelt. Diese Energieform kann nicht in eine mechanische Energieform zurückgeführt werden und ist somit für den Prozess „verloren“.

4. geg.: Masse $m = 65 \text{ kg}$; Geschwindigkeiten $v_1 = 36 \text{ km/h}$, $v_2 = 9 \text{ km/h}$

ges.: a) kinetische Energien E_1 und E_2

b) Bremsarbeit W_{Brems}

Lös.: a) kinetische Energie

vor der Bremsstrecke:

$$E_1 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_1^2$$

$$E_1 = \frac{1}{2} \cdot 65 \text{ kg} \cdot \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2$$

$$E_1 = 3250 \text{ J}$$

$$E_1 = 3,25 \text{ kJ}$$

nach der Bremsstrecke:

$$E_2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_2^2$$

$$E_2 = \frac{1}{2} \cdot 65 \text{ kg} \cdot \left(2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2$$

$$E_2 \approx 203 \text{ J}$$

$$E_2 \approx 0,20 \text{ kJ}$$

- Lösungen -

- b) Die verrichtete Bremsarbeit entspricht der Energiedifferenz zwischen den kinetischen Energien E_1 und E_2 .

$$\Delta E = E_2 - E_1$$

$$\Delta E = 0,20 \text{ kJ} - 3,25 \text{ kJ}$$

$$\Delta E = -3,05 \text{ kJ}$$

Damit die kinetische Energie von Luzia verringert wird, muss Arbeit verrichtet werden. Es gilt der Energieerhaltungssatz, dabei ist die Gesamtenergie von Luzia zu jedem Zeitpunkt konstant.

Aus dieser Betrachtung ergibt sich, dass bei der Geschwindigkeitsverringerung Bremsarbeit verrichtet werden muss.

5. Kreuze an, ob bei den Aussagen eine Beschleunigung des jeweiligen Gegenstands vorhanden ist. Beachte: Bei einer richtigen Antwort gibt es einen Punkt, bei einer falschen wird ein Punkt abgezogen. Insgesamt gibt es minimal 0 Punkte.

	Beschleunigung ist vorhanden	keine Beschleunigung	Bemerkungen
Ein Auto fährt mit konstanter Geschwindigkeit um eine Kurve.	x		Bewegungsrichtung wird verändert
Die Geschwindigkeit eines Autos wird um 10% gesteigert.	x		Geschwindigkeitsbetrag wird verändert
Ein Auto reduziert seine Geschwindigkeit, da es abgebremst wird.	x		Geschwindigkeitsbetrag wird verändert
Die Motorkraft treibt ein Auto so an, dass es konstant mit 100 km/h fährt.		x	Geschwindigkeit und Richtung werden beibehalten
Eine Kugel wird von 10 m Höhe fallen gelassen.	x		Geschwindigkeitsbetrag wird verändert
Eine Kugel wird 2 m in die Höhe geworfen.	x		Geschwindigkeitsbetrag wird verändert