

Physikarbeit Klasse 8

Gesamt: 38 Punkte

Thema: Arbeit, Energie, Leistung und Wirkungsgrad

Name: _____ Datum: _____

Punkte: _____ / 38 Note: _____

Unterschrift: _____

Hinweise: Rechne mit $g = 10 \text{ N/kg}$. Schreibe alle Rechenwege mit Einheiten auf. Reibung und Luftwiderstand bleiben unberücksichtigt, wenn nichts anderes angegeben ist.

Viel Erfolg!

1 Ein Stein fällt von der Brücke

Bei einem Physik-Projekttag lässt Mira einen Stein mit der Masse $0,4\text{ kg}$ von einer 45 m hohen Brücke senkrecht in einen Fluss fallen.

- a) Berechne die Lageenergie des Steins gegenüber der Wasseroberfläche.

- b) Berechne, mit welcher Geschwindigkeit der Stein auf das Wasser trifft. Gib das Ergebnis in m/s und in km/h an.

- c) Begründe mit deiner Rechnung, dass ein doppelt so schwerer Stein mit derselben Geschwindigkeit auf das Wasser treffen würde.

/ 5

2 Arbeit auf der Baustelle

Ein Bauaufzug hebt einen Stapel Dachziegel mit der Masse 60 kg auf ein 15 m hohes Dach.

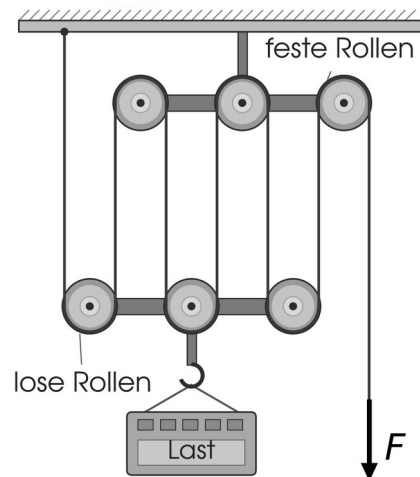
- a) Berechne die Hubarbeit, die dabei verrichtet wird.

- b) Berechne, wie hoch man mit derselben Arbeit eine Tafel Schokolade (100 g) heben könnte.

4 / 4

3) Der Flaschenzug in der Werkstatt

In einer Autowerkstatt wird ein Motorblock mit der Masse 108 kg mit dem abgebildeten Flaschenzug um $1,2\text{ m}$ angehoben. Die Gewichtskraft der losen Rollen und des Seils wird vernachlässigt.



- a) Gib die Anzahl der tragenden Seilstücke an. Berechne die Kraft F , mit der der Mechaniker am Seil ziehen muss, wenn keine Reibung auftritt.

[illegible]

- b) Berechne, wie viel Seil der Mechaniker dabei durch die Hände ziehen muss. Zeige mit einer Rechnung, dass die Goldene Regel der Mechanik erfüllt ist.

- c) In Wirklichkeit treten Reibung und das Gewicht der losen Rollen auf; der Flaschenzug hat einen Wirkungsgrad von $\eta = 75\%$. Berechne die tatsächlich nötige Zugkraft.

____/8

4 Die Kutsche am Berg

Zwei Haflinger-Pferde ziehen eine Kutsche mit Fahrgästen (Gesamtmasse 1 500 kg) eine gleichmäßig ansteigende Bergstraße hinauf. Die Straße ist 800 m lang und überwindet einen Höhenunterschied von 52 m. Jedes Pferd kann auf Dauer eine Zugkraft von höchstens 500 N aufbringen.

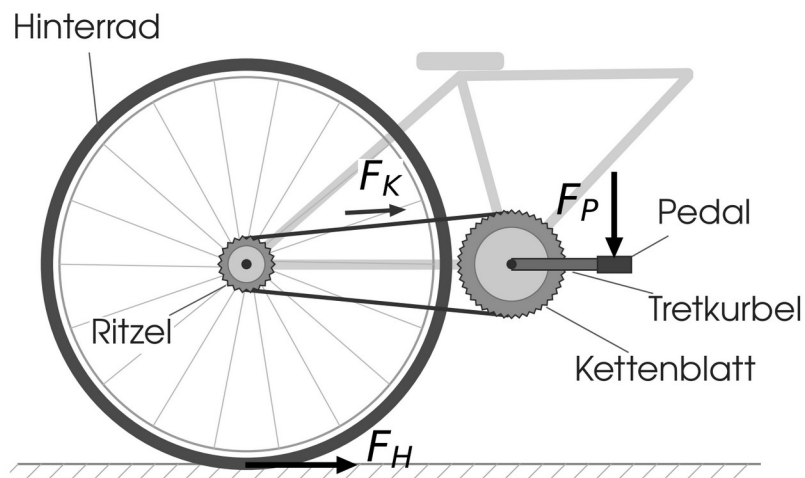
- a) Berechne mit der Goldenen Regel der Mechanik, welche Zugkraft längs der Straße insgesamt nötig ist.

- b) Entscheide mit einer Rechnung, ob die beiden Pferde die Kutsche den Berg hinaufziehen können.

/ 5

5

Die Skizze zeigt den Antrieb von Lenas Fahrrad (maßstäblich). Die Tretkurbel steht waagerecht, die Pedalkraft F_P wirkt senkrecht nach unten. Am Hinterrad wirkt die Antriebskraft $F_H = 54 \text{ N}$.



Länge der Tretkurbel: 18 cm Radius des Ritzels: 4,5 cm
Radius des Kettenblatts: 9 cm Durchmesser des Hinterrads: 70 cm

- a) Berechne die Kraft F_K , mit der die Kette am Ritzel zieht.

- b) Berechne die Pedalkraft F_p , die Lena dafür aufbringen muss.

- c) Lena lässt ein größeres Kettenblatt mit dem Radius 12 cm einbauen. Berechne die Pedalkraft, die sie jetzt für dieselbe Antriebskraft $F_H = 54 \text{ N}$ braucht. Beschreibe, wie sich das Fahren dadurch verändert.

6

Ein Kombi hat einschließlich der Insassen die Masse 1,5 t. Beim Überholen auf der Autobahn beschleunigt er von 90 km/h auf 126 km/h.

- a) Berechne, um wie viel die Bewegungsenergie des Autos dabei zunimmt.

- b) Der Motor stellt dabei eine Leistung von 60 kW zur Verfügung. Berechne, wie lange der Überholvorgang dauert, wenn die gesamte Leistung in Bewegungsenergie umgesetzt wird.

- c) Kurz danach muss der Fahrer aus 126 km/h eine Vollbremsung machen. Die Bremsen bringen eine konstante Bremskraft von 12 kN auf. Berechne den Bremsweg bis zum Stillstand und runde sinnvoll.

Geschafft!

Lösung: Physikarbeit Klasse 8

Insgesamt sind 38 Punkte erreichbar, halbe Punkte sind möglich.

Note 1	Note 2	Note 3	Note 4	Note 5	Note 6
38–34,5 P.	34–30,5 P.	30–25 P.	24,5–19 P.	18,5–11,5 P.	11–0 P.

1 Ein Stein fällt von der Brücke

Bei einem Physik-Projekttag lässt Mira einen Stein mit der Masse 0,4 kg von einer 45 m hohen Brücke senkrecht in einen Fluss fallen.

- a) Berechne die Lageenergie des Steins gegenüber der Wasseroberfläche.

$$E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h = 0,4 \text{ kg} \cdot 10 \text{ N/kg} \cdot 45 \text{ m}$$

$$E_{\text{pot}} = 180 \text{ J}$$

- b) Berechne, mit welcher Geschwindigkeit der Stein auf das Wasser trifft. Gib das Ergebnis in m/s und in km/h an.

Die Lageenergie wird vollständig in Bewegungsenergie umgewandelt: $\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = m \cdot g \cdot h$

$$v^2 = 2 \cdot g \cdot h = 2 \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 45 \text{ m} = 900 \text{ m}^2/\text{s}^2 \Rightarrow v = \sqrt{(900 \text{ m}^2/\text{s}^2)}$$

$$v = 30 \text{ m/s} = 30 \cdot 3,6 \text{ km/h} = 108 \text{ km/h}$$

- c) Begründe mit deiner Rechnung, dass ein doppelt so schwerer Stein mit derselben Geschwindigkeit auf das Wasser treffen würde.

Die Masse m steht auf beiden Seiten von $\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = m \cdot g \cdot h$ und kürzt sich heraus: $v = \sqrt{(2 \cdot g \cdot h)}$ hängt nur von der Fallhöhe ab, nicht von der Masse.

5 / 5

2 Arbeit auf der Baustelle

Ein Bauaufzug hebt einen Stapel Dachziegel mit der Masse 60 kg auf ein 15 m hohes Dach.

- a) Berechne die Hubarbeit, die dabei verrichtet wird.

$$W = F_G \cdot h = m \cdot g \cdot h = 60 \text{ kg} \cdot 10 \text{ N/kg} \cdot 15 \text{ m}$$

$$W = 9\,000 \text{ J} = 9 \text{ kJ}$$

- b) Berechne, wie hoch man mit derselben Arbeit eine Tafel Schokolade (100 g) heben könnte.

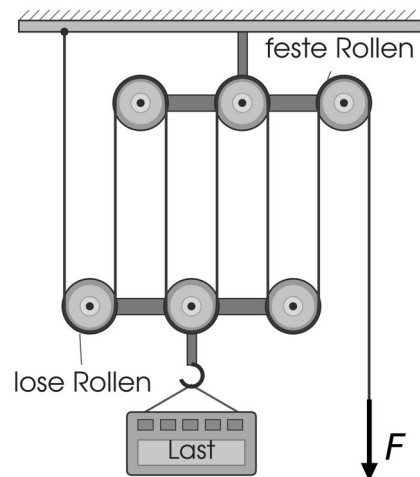
$$F_G = 0,1 \text{ kg} \cdot 10 \text{ N/kg} = 1 \text{ N}; \quad h = W : F_G = 9\,000 \text{ J} : 1 \text{ N}$$

$$h = 9\,000 \text{ m} \quad (\text{höher als der Mount Everest mit } 8\,849 \text{ m})$$

4 / 4

3 Der Flaschenzug in der Werkstatt

In einer Autowerkstatt wird ein Motorblock mit der Masse 108 kg mit dem abgebildeten Flaschenzug um 1,2 m angehoben. Die Gewichtskraft der losen Rollen und des Seils wird vernachlässigt.



- a) Gib die Anzahl der tragenden Seilstücke an. Berechne die Kraft F , mit der der Mechaniker am Seil ziehen muss, wenn keine Reibung auftritt.

6 tragende Seilstücke

$$F_G = m \cdot g = 108 \text{ kg} \cdot 10 \text{ N/kg} = 1\,080 \text{ N}$$

$$F = F_G : 6 = 1\,080 \text{ N} : 6$$

$$\mathbf{F = 180 \text{ N}}$$

- b) Berechne, wie viel Seil der Mechaniker dabei durch die Hände ziehen muss. Zeige mit einer Rechnung, dass die Goldene Regel der Mechanik erfüllt ist.

$$s = 6 \cdot h = 6 \cdot 1,2 \text{ m} = 7,2 \text{ m}$$

$$\text{Arbeit am Seil: } W = F \cdot s = 180 \text{ N} \cdot 7,2 \text{ m} = 1\,296 \text{ J}$$

$$\text{Hubarbeit: } W = F_G \cdot h = 1\,080 \text{ N} \cdot 1,2 \text{ m} = 1\,296 \text{ J} \quad (\text{gleich groß})$$

- c) In Wirklichkeit treten Reibung und das Gewicht der losen Rollen auf; der Flaschenzug hat einen Wirkungsgrad von $\eta = 75\%$. Berechne die tatsächlich nötige Zugkraft.

$$W_{\text{nutz}} = 1\,296 \text{ J}; \quad W_{\text{auf}} = W_{\text{nutz}} : \eta = 1\,296 \text{ J} : 0,75 = 1\,728 \text{ J}$$

$$F = W_{\text{auf}} : s = 1\,728 \text{ J} : 7,2 \text{ m}$$

$$\mathbf{F = 240 \text{ N} \quad (\text{ebenso: } 180 \text{ N} : 0,75 = 240 \text{ N})}$$

8 / 8

4 Die Kutsche am Berg

Zwei Haflinger-Pferde ziehen eine Kutsche mit Fahrgästen (Gesamtmasse 1 500 kg) eine gleichmäßig ansteigende Bergstraße hinauf. Die Straße ist 800 m lang und überwindet einen Höhenunterschied von 52 m. Jedes Pferd kann auf Dauer eine Zugkraft von höchstens 500 N aufbringen.

- a) Berechne mit der Goldenen Regel der Mechanik, welche Zugkraft längs der Straße insgesamt nötig ist.

$$F_G = m \cdot g = 1\,500 \text{ kg} \cdot 10 \text{ N/kg} = 15\,000 \text{ N}$$

$$\text{Goldene Regel: } F \cdot s = F_G \cdot h \Rightarrow F = F_G \cdot h : s = 15\,000 \text{ N} \cdot 52 \text{ m} : 800 \text{ m}$$

$$\mathbf{F = 975 \text{ N}}$$

- b) Entscheide mit einer Rechnung, ob die beiden Pferde die Kutsche den Berg hinaufziehen können.

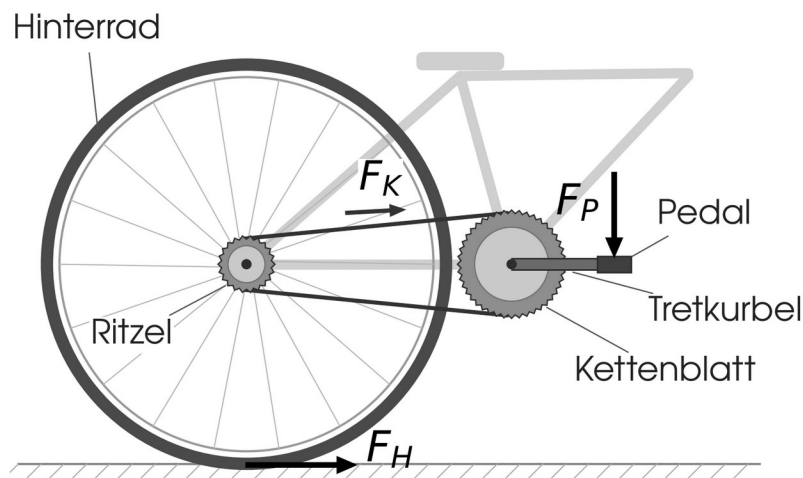
Jedes Pferd muss $975 \text{ N} : 2 = 487,5 \text{ N}$ aufbringen. Das ist weniger als 500 N.

Die beiden Pferde schaffen es, allerdings nur knapp.

5 / 5

5 Kräfte am Fahrrad Antrieb

Die Skizze zeigt den Antrieb von Lenas Fahrrad (maßstäblich). Die Tretkurbel steht waagrecht, die Pedalkraft F_P wirkt senkrecht nach unten. Am Hinterrad wirkt die Antriebskraft $F_H = 54 \text{ N}$.



Länge der Tretkurbel: 18 cm Radius des Ritzels: 4,5 cm
 Radius des Kettenblatts: 9 cm Durchmesser des Hinterrads: 70 cm

- a) Berechne die Kraft F_K , mit der die Kette am Ritzel zieht.

Hebelgesetz (Ritzel und Hinterrad): $F_K \cdot r_{\text{Ritzel}} = F_H \cdot r_{\text{Rad}}$

$r_{\text{Rad}} = 70 \text{ cm} : 2 = 35 \text{ cm}$; $F_K = 54 \text{ N} \cdot 35 \text{ cm} : 4,5 \text{ cm}$

$F_K = 420 \text{ N}$

- b) Berechne die Pedalkraft F_P , die Lena dafür aufbringen muss.

Hebelgesetz (Tretkurbel und Kettenblatt): $F_P \cdot 18 \text{ cm} = F_K \cdot 9 \text{ cm}$

$F_P = 420 \text{ N} \cdot 9 \text{ cm} : 18 \text{ cm}$

$F_P = 210 \text{ N}$

- c) Lena lässt ein größeres Kettenblatt mit dem Radius 12 cm einbauen. Berechne die Pedalkraft, die sie jetzt für dieselbe Antriebskraft $F_H = 54 \text{ N}$ braucht. Beschreibe, wie sich das Fahren dadurch verändert.

$F_K = 420 \text{ N}$ bleibt gleich; $F_P = 420 \text{ N} \cdot 12 \text{ cm} : 18 \text{ cm} = 280 \text{ N}$

Das Treten wird schwerer: Für dieselbe Antriebskraft braucht Lena eine größere Pedalkraft (280 N statt 210 N).

Dafür dreht sich das Hinterrad bei einer Kurbelumdrehung öfter ($12 : 4,5 \approx 2,7$ -mal statt 2-mal); Lena kommt mit jeder Umdrehung weiter und kann schneller fahren („schwerer Gang“).

6 Überholen und Bremsen

Ein Kombi hat einschließlich der Insassen die Masse 1,5 t. Beim Überholen auf der Autobahn beschleunigt er von 90 km/h auf 126 km/h.

- a) Berechne, um wie viel die Bewegungsenergie des Autos dabei zunimmt.

$$v_1 = 90 \text{ km/h} = 25 \text{ m/s}; \quad v_2 = 126 \text{ km/h} = 35 \text{ m/s}; \quad m = 1\,500 \text{ kg}$$

$$E_1 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_1^2 = \frac{1}{2} \cdot 1\,500 \text{ kg} \cdot (25 \text{ m/s})^2 = 468\,750 \text{ J}$$

$$E_2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_2^2 = \frac{1}{2} \cdot 1\,500 \text{ kg} \cdot (35 \text{ m/s})^2 = 918\,750 \text{ J}$$

$$\Delta E = E_2 - E_1 = 450\,000 \text{ J} = 450 \text{ kJ}$$

- b) Der Motor stellt dabei eine Leistung von 60 kW zur Verfügung. Berechne, wie lange der Überholvorgang dauert, wenn die gesamte Leistung in Bewegungsenergie umgesetzt wird.

$$P = \Delta E : t \Rightarrow t = \Delta E : P = 450\,000 \text{ J} : 60\,000 \text{ W}$$

$$t = 7,5 \text{ s}$$

- c) Kurz danach muss der Fahrer aus 126 km/h eine Vollbremsung machen. Die Bremsen bringen eine konstante Bremskraft von 12 kN auf. Berechne den Bremsweg bis zum Stillstand und runde sinnvoll.

Die gesamte Bewegungsenergie wird durch die Bremsarbeit in innere Energie umgewandelt: $F \cdot s = E_2$

$$s = E_2 : F = 918\,750 \text{ J} : 12\,000 \text{ N} = 76,5625 \text{ m}$$

$$s \approx 77 \text{ m}$$