

Goldene Regel der Mechanik

Schiefe Ebene, Rollen, Flaschenzüge und hydraulische Pressen

Erwin Kunesch, Gmund

Illustrationen von Dr. Wolfgang Zettlmeier



© stock_colors / E4 / Getty Images

Die Schüler wenden die mathematischen Modelle und Methoden auf Vorgänge der klassischen Mechanik an, z. B. bei schiefen Ebenen, festen und losen Rollen, Flaschenzügen und hydraulischen Pressen. Dabei trainieren sie, ihre Ergebnisse zu reflektieren und sie in Sachzusammenhang richtig zu interpretieren. Die Schüler begreifen, wie sie Erfahrungen aus dem Alltag mithilfe von physikalischen Gesetzmäßigkeiten auf komplexere technische Anwendungen übertragen können.

Impressum

RAABE UNTERRICHTS-MATERIALIEN Physik

Das Werk, einschließlich seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Es ist gemäß § 60b UrhG hergestellt und ausschließlich zur Veranschaulichung des Unterrichts und der Lehre an Bildungseinrichtungen bestimmt. Die Dr. Josef Raabe Verlags-GmbH erteilt Ihnen für das Werk das einfache, nicht übertragbare Recht zur Nutzung für den persönlichen Gebrauch gemäß vorgenannter Zweckbestimmung. Die Einhaltung der Nutzungsbedingungen sind Sie berechtigt, das Werk zum persönlichen Gebrauch als vorgenannter Zweckbestimmung in Klassensatzstärke zu vervielfältigen. Jede darüber hinausgehende Verwertung ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Hinweis zu §§ 60a, 60b UrhG: Das Werk oder Teile hiervon dürfen nicht ohne eine solche Einwilligung an Schulen oder in Unterrichts- und Lehrmedien (§ 60b Abs. 3 UrhG) vervielfältigt, insbesondere kopiert oder eingescannt, verbreitet oder in sonstiger Weise öffentlich zugänglich gemacht oder wiedergegeben werden. Dies gilt auch für Straßenschilder und sonstigen Bildungseinrichtungen. Die Aufführung abgedruckter musikalischer Werke ist ggf. GEMA-meldepflichtig.

Für jedes Material wurden Fremdrechte recherchiert und ggf. angefragt.

In unseren Beiträgen sind wir bemüht, die für die Experimente nötigen Substanzen mit den entsprechenden Gefahrenhinweisen zu kennzeichnen. Dies ist ein zusätzlicher Service. Dennoch ist jeder Experimentator selbst angehalten, sich vor der Durchführung der Experimente genauestens über das Gefährdungspotenzial der verwendeten Stoffe zu informieren, die nötigen Vorsichtsmaßnahmen zu ergreifen sowie alles ordnungsgemäß zu entsorgen. Es gelten die Vorschriften der Gefahrstoffverordnung sowie die Dienstvorschriften der Schulbehörde.

Dr. Josef Raabe Verlag GmbH
Ein Unternehmen der Kleinfachgruppe
Rotebühlstraße 77
70178 Stuttgart
Telefon +49 711 62900-0
Fax +49 711 62900-60
meinRAABE@raabe.de
www.raabe.de

Redaktion: Anna-Greta Wittnebel
Satz: RÖMER MEDIA GmbH & Co. KG, Karlsruhe
Illustrationen: Dr. Wolfgang Zettlmeier, Barbing
Bildrechte: Titel: stock_colors / E+ / Getty Images Plus
Korrektur: Mona Hitznauer, Regensburg; Johanna Stotz, Wyhl a. K.

Goldene Regel der Mechanik

Oberstufe (Niveau)

Erwin Kunesch, Gmund

Illustrationen von Dr. Wolfgang Zettlmeier

Aufgabenteil	2
Lösungsteil	6

Die Schüler lernen:

Mathematische Modelle und Methoden werden auf Vorgänge der klassischen Mechanik angewendet z. B. bei schiefen Ebenen, Rasten und losen Rollen, Flaschenzügen und hydraulischen Pressen. Dabei trainieren sie, ihre Ergebnisse zu reflektieren und sie im Sachzusammenhang richtig zu interpretieren. Die Schüler begreifen, wie sie Erfahrungen aus dem Alltag mithilfe von physikalischen Gesetzmäßigkeiten auf komplexere technische Anwendungen übertragen können.

Goldene Regel der Mechanik

Aufgabenteil

1. Schiefe Ebene:

Ein Bierfass wird auf einem $s = 5,0$ m langen Brett auf eine $h = 3,0$ m hohe Rampe gerollt. Dazu ist eine Kraft $F_z = 294$ N, in der auch eine Reibungskraft von $F_R = 75$ N enthalten ist, zu bewältigen.

- Welche Masse hat das Bierfass?
- Wie groß ist der Wirkungsgrad?

2. Feste Rolle(n)

Beschreibe, welche maximalen Kräfte die Person aufbringen kann.

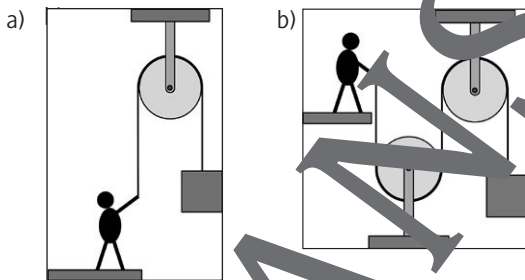


Abb. 1

Abb. 2

3. Mit einem Flaschenzug wird eine Last der Masse 114 kg um 12 m gehoben. Die Anzahl der festen und losen Rollen ist dabei gleich.

Zusätzlich besitzt jedes Rollenpaar eine Gewichtskraft von 20 N.

Dazu ist mindestens eine Kraft von 150 N nötig.

(Reibungsverluste sollen unberücksichtigt bleiben.)

- Wie viele Rollen besitzt der Flaschenzug?
- Wie viele m Seil müssen gezogen werden?
- Wie groß ist der Wirkungsgrad?

4. Eine Last der Masse $1,25\text{ t}$ soll mit der konstanten Geschwindigkeit von $2,5\text{ m/s}$ mit einem Kran nach oben gezogen werden. Die Rolle am Kran, die ebenfalls mit nach oben gezogen wird, weist eine Gewichtskraft von 30 N auf.
- Wie groß ist der Wirkungsgrad des Krans unter diesen Voraussetzungen?
 - Weshalb ist das Ergebnis unrealistisch?
5. Nachfolgend ist die Skizze einer hydraulischen Presse abgebildet. Dabei wird der Pumpenkolben mit einer Fläche von $6,0\text{ cm}^2$ mit einer Kraft von 13 N um 11 cm hineingedrückt. Der Presskolben hat eine Fläche von 24 cm^2 .

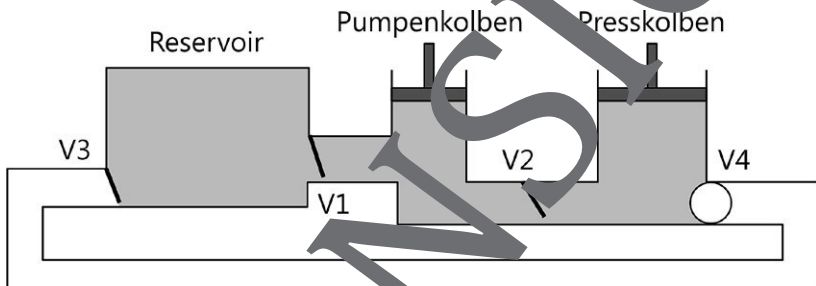


Abb. 3

- Beschreibe die Funktionsweg der hydraulischen Presse einschließlich der Ventile V1, V2, V3 und V4.
- Mit welcher Kraft wird der Presskolben nach oben gedrückt?
- Wie oft muss der Pumpenkolben gedrückt werden, um den Presskolben um 11 cm zu heben?

Was muss bei der nebenstehenden Konstruktion verändert werden, damit der Betrag der Zugkraft \vec{Z} nur den achten Teil des Betrages der Gewichtskraft \vec{G} aufweist?

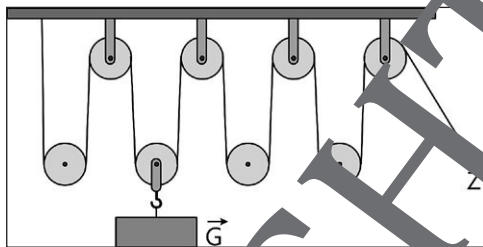


Abb. 6

8. In einer Windmühle wird ein Körper mithilfe eines Flaschenzuges um 3,0 m gehoben. Der Flaschenzug weist 3 feste und 3 lose Rollen auf.

Das obere Seilende wird um eine drehbare Achse von $r_1 = 5,0$ cm Radius gewickelt.

Auf dieser Achse ist auch ein Zahnrad von $r_2 = 15$ cm Radius festmontiert.

Die Zähne des Zahnrades greifen in die Zähne eines großen Zahnrades mit einem Radius von $r_3 = 35$ cm, das mit der Achse der Windmühlenflügel fest verbunden ist.

(Vgl. dazu die nebenstehende, nicht maßstabgetreue Skizze.)

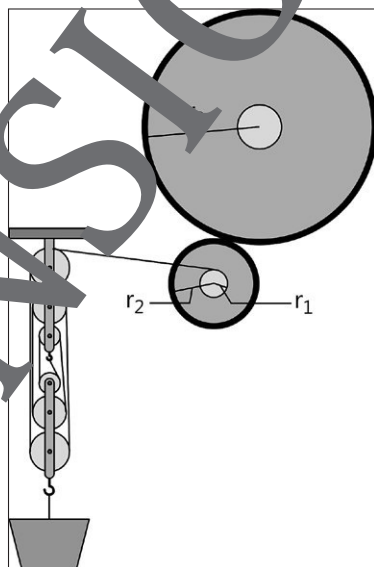


Abb. 7

Wie oft müssen sich die Flügel der Windmühle, bis der Körper um 3,0 m gehoben ist?

Lösungsteil

1. a) Subtrahiert man von der Zugkraft die zu überwindende Reibungskraft, so erhält man die parallel zum Hang wirkende Kraft, die für die Bewegung des Wagens nach oben ohne Reibung erforderlich ist:

$$F_{\text{Hang}} = F_Z - F_R = 294 \text{ N} - 35 \text{ N} = 259 \text{ N.}$$

Nun gilt nach der goldenen Regel der Mechanik:

$$\frac{F_{\text{Gewicht}}}{F_{\text{Hang}}} = \frac{s}{h} \Leftrightarrow F_{\text{Gewicht}} = \frac{s}{h} \cdot F_{\text{Hang}} = \frac{5,0 \text{ m}}{3,0 \text{ m}} \cdot 259 \text{ N} = 431,6 \text{ N.}$$

Durch die Erdbeschleunigung g dividiert, ergibt sich eine Masse von

$$m = \frac{431,6 \text{ N}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 44,00 \text{ kg} \approx 44 \text{ kg.}$$

- b) Die Nutzarbeit besteht im Hochheben des Wagens:

$$W_{\text{nutz}} = F_{\text{Gewicht}} \cdot h = 431,6 \text{ N} \cdot 3,0 \text{ m} = 1295 \text{ J.}$$

Bei der aufgewandten Arbeit fällt noch die Reibung ins Gewicht:

$$W_{\text{auf}} = F_Z \cdot s = 294 \text{ N} \cdot 5,0 \text{ m} = 1470 \text{ J.}$$

Das führt auf einen Wirkungsgrad von

$$\eta = \frac{W_{\text{nutz}}}{W_{\text{auf}}} = \frac{1295 \text{ J}}{1470 \text{ J}} = 0,8809 \dots \approx 88 \%$$

2. Im Fall a) kann der Ziehende maximal mit seiner eigenen Gewichtskraft entgegenhalten, im Fall b) kann er das Maximum seiner Muskelkraft in die Waagschale werfen.
3. a) Zunächst muss die Gewichtskraft der Masse von 114 kg berechnet werden:

$$F_G = 114 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1118,34 \text{ N.}$$

Bezeichnet man die Anzahl aller Rollen mit n , so kommt zu dieser Gewichtskraft pro zusätzlicher losen Rollen hinzu, also

$$F_{\text{Rollen}} = \frac{n}{2} \cdot 200 \text{ N}$$

mit gilt:

$$(F_G + F_{\text{Rollen}}) \cdot 2 = 150 \text{ N}$$

Der RAABE Webshop: Schnell, übersichtlich, sicher!



Wir bieten Ihnen:



Schnelle und intuitive Produktsuche



Übersichtliches Kundenkonto



Komfortable Nutzung über
Computer, Tablet und Smartphone



Höhere Sicherheit durch
SSL-Verschlüsselung

Mehr unter: www.raabe.de