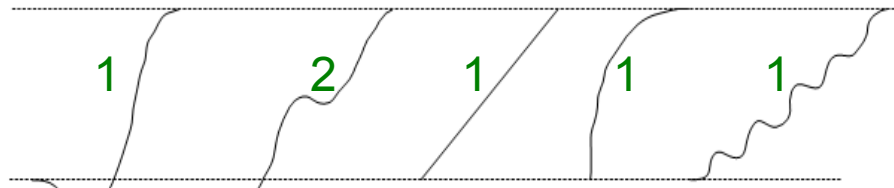


Lösung

- 1 Die einzelnen Kurven zeigen die Wege bei Hebevorgängen an. Gefragt ist nach der Energie für jede dieser Bewegungen.



Nummeriere die Graphen durch:

eine kleine Zahl bedeutet niedrige Energie, eine große Zahl bedeutet große Energie, gleiche Zahlen bedeuten die gleiche Energie.

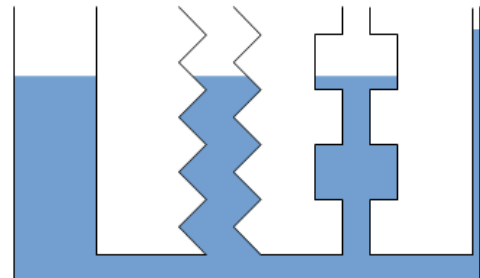
Starthöhe und Zielhöhe sind bei (fast) allen Hebevorgängen gleich. Deshalb wird dieselbe Energie zum Heben benötigt. Nur bei dem 2. Graphen von links beginnt der Hebevorgang tiefer. Dort wird also eine größere Energie benötigt.

- 2 Warum wurden in früherer Zeit die Wasservorräte für Städte auf benachbarten Bergen oder in hohen Türmen gespeichert, obwohl es viel Energie kostet, die Wassermassen in diese Höhen zu bringen?

Durch die hohe Wassersäule vom Berg bis ins Tal bzw. vom Turm bis zum Erdboden ist der Wasserdruck so hoch, dass in den Häusern das Wasser bis zu oberen Stockwerken hochsteigen kann (Prinzip der kommunizierenden Röhren, siehe Aufgabe 3).

- 3 a) Warum steht das Wasser in den 3 linken Röhren des Gefäßes gleich hoch?

In allen 3 Röhren steht eine gleich hohe Wassersäule und der Luftdruck auf der Wasseroberfläche ist gleich. Wären Druckunterschiede vorhanden, würden sie durch Wasserzu- oder -abflüsse über die untere waagrecht liegende Verbindung ausgeglichen.



- b) Warum steht das Wasser in der rechten Röhre etwas höher als in den anderen Röhren?

Wasser ist eine benetzende Flüssigkeit: Glas zieht Wasser mehr an (Adhäsion) als das Wasser sich selbst (Kohäsion). Man sieht das daran, dass am Glas das Wasser etwas höher steht als in der Mitte der Wasserfläche. Ist die Röhre sehr eng (Kapillare), überlappen sich die seitlichen Wasseranhebungen so, dass der Wasserspiegel insgesamt angehoben wird.

- 4 Ein Gasvolumen wird auf 1/4 seines Volumens verringert.
Berechne, um wieviel Kelvin man die Temperatur verändern muss, damit der Druck doppelt so groß wird wie vorher.

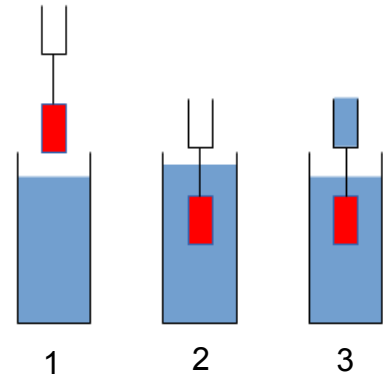
Aus der allgemeinen Gasgleichung folgt: $\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{2 \cdot p_1 \cdot \frac{1}{4} \cdot V_1}{T_2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{p_1 \cdot V_1}{T_2} \rightarrow T_2 = \frac{1}{2} \cdot T_1$

Die Temperatur (in Kelvin) muss also halbiert werden.

- 5 An einem Kraftmesser (hier nicht eingezeichnet) hängt ein leeres Gefäß und ein schwerer Körper, der das gleiche Volumen wie das Gefäß hat (1).

Taucht man den schweren Körper in ein Gefäß mit Wasser ein, so zeigt der Kraftmesser eine geringere Gewichtskraft (2).

Füllt man das Wasser, das der Körper verdrängt hat, in das leere Gefäß, so zeigt der Kraftmesser dieselbe Gewichtskraft an wie zu Beginn (3).



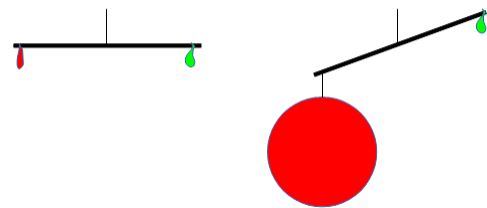
- a) Erkläre, warum bei 2 die Gewichtskraft geringer ist als bei 1.

Der Körper taucht ganz ins Wasser ein und erfährt oben einen geringeren Wasserdruck als unten. Daraus ergibt sich ein Auftrieb, der gegen die Gewichtskraft gerichtet ist und damit den Körper leichter macht.

- b) Erkläre, warum bei 3 die Gewichtskraft genau so groß ist wie bei 1.

Die Auftriebskraft ist so groß wie die Gewichtskraft der verdrängten Flüssigkeit. Mit dem Hinzufügen dieser verdrängten Flüssigkeit wird durch die zusätzliche Gewichtskraft gerade die Auftriebskraft aufgehoben.

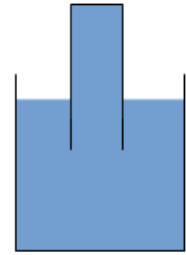
- 6 Zwei Luftballons werden in nicht aufgeblasenem Zustand an eine Waage gehängt und so austariert, dass der Waagebalken waagrecht steht. Nun wird der linke Ballon aufgeblasen. Danach senkt sich dieser Ballon ab.



Erkläre, warum das so ist.

Die Luft im Luftballon ist dichter als die Umgebungsluft, weil die Gummihaut des Luftballons die Luft zusammendrückt. Darum wird die linke Seite schwerer und sinkt nach unten. Der Auftrieb spielt keine Rolle, denn wenn man das Volumen des Luftballons ließe und Luft unter normalem Luftdruck im Innern hätte, würde wieder Gleichgewicht herrschen.

- 7 Wird ein Glas unter Wasser gefüllt und dann mit der Öffnung nach unten etwas aus dem Wasser gezogen, so bleibt das Wasser in dem Glas (siehe Skizze).



Dieses Prinzip will man benutzen, um einen 80 m hohen Wolkenkratzer mit Wasser zu versorgen. Dazu wird ein genügend großes Gefäß mit Wasser gefüllt und dann mit der Öffnung nach unten von einem Kran hochgezogen. An dem Gefäß sind Wasserhähne angebracht, die man dann in den oberen Stockwerken öffnen kann, um sich mit dem heraus fließenden Wasser zu versorgen.

- a) Aus 2 verschiedenen Gründen ist das nicht möglich. Erläutere, warum das so ist.

Das Wasser hält sich nur im Gefäß, weil ein Absinken des Wassers oben im Gefäß ein Vakuum erzeugen würde. Der äußere Luftdruck würde dann das Wasser wieder in das Gefäß drücken.

1.: Würde man den Wasserhahn öffnen, so könnte Luft in das Gefäß strömen und dadurch dem Wasser ermöglichen, nach unten auszufließen, weil der Luftdruck oben im Innern des Gefäßes (fast) so groß wie der äußere Luftdruck wäre.

2.: Der äußere Luftdruck kann die Wassersäule höchstens 10 m hoch drücken. Würde das Gefäß weiter nach oben gezogen, so würde oberhalb von 10 m ein Vakuum vorhanden sein.

- b) Die beschriebene Methode ist eigentlich nicht schlecht. Wie müsste man den Wassertransport abwandeln, damit man das Wasser bis in die oberen Stockwerke bekommt?

In Höhen im Abstand von jeweils 5 m könnte man Wasserbecken einrichten. Zieht man dann ein Gefäß um 10 m nach oben und verschließt es unten, können 5 m Wassersäule in das Vorratsgefäß fließen. Für den weiteren Transport nach oben geht man vom Zwischenspeicher aus entsprechend vor.

- 8 Ein Profi-Radrennfahrer fährt einen 1,2 km hohen Berg in 40 Minuten hoch. Ein Freizeitradfahrer benötigt dazu 2 Stunden und 40 Minuten. Beide Radfahrer haben zusammen mit ihren Fahrrädern jeweils die Masse 80 kg und fahren mit konstanter Geschwindigkeit.

- a) Berechne, um das Wievielfache die Leistung des Profis größer ist als die des normalen Radfahrers?

Die Leistung P berechnet sich aus Energie E dividiert durch Zeit t : $P = \frac{E}{t}$.

Die Energie für die Bergfahrt berechnet sich mit der potentiellen Energie zu

$$E = m \cdot g \cdot h = 80 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 1200 \text{ m} = 960000 \text{ Nm} = 960000 \text{ J} .$$

$$\text{Für die Leistung des Rennfahrers gilt: } P = \frac{E}{t} = \frac{960000 \text{ J}}{40 \cdot 60 \text{ s}} = 400 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 400 \text{ W} .$$

$$\text{Für die Leistung des Freizeitfahrers gilt } P = \frac{E}{t} = \frac{960000 \text{ J}}{2 \cdot 3600 \text{ s} + 40 \cdot 60 \text{ s}} = 100 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 100 \text{ W} .$$

Da der Profifahrer nur ein Viertel der Zeit des Freizeitfahrers benötigt, ist seine Leistung 4-mal so groß.

- b) Beide Radfahrer fahren gleichzeitig los.
Berechne, welche Höhe der Freizeitradfahrer erreicht hat, wenn der Profi am Gipfel angekommen ist.

Der Freizeitradfahrer ist 4-mal so lange unterwegs wie der Profifahrer. Deshalb hat er, wenn der Profi den Gipfel erreicht hat, auch nur ein Viertel der Höher erreicht, also $1200\text{ m} : 4 = 300\text{ m}$.

- 9 a) Kreuze die richtige Antwort an:
Der Druck in einem Gasvolumen wird erniedrigt, indem man
das Volumen vergrößert, verkleinert
oder
die Temperatur erhöht, erniedrigt.
- b) Was passiert mit einem Gasvolumen, wenn der Druck gleich bleibt und die Temperatur erhöht wird?

Das Volumen vergrößert sich.

Viel Erfolg bei der Bearbeitung der Aufgaben!