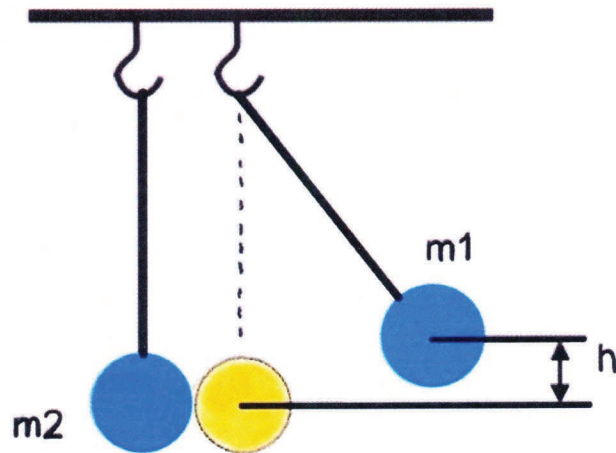


Mechanik, Impuls



Von zwei in gleiche Höhe pendelnde aufgehängten elastische Kugeln ist die eine (m_1) doppelt so schwer wie die andere (m_2).

Die schwerere Kugel wird um die Höhe h angehoben und losgelassen.

Welche Höhe h_1 und h_2 erreichen die Kugeln nach dem Zusammenprall?

ges.: $h'1, h'2$

geg.: $m1=2 \cdot m2, h, g$

1. Die Kugel besitzt vor dem Loslassen potenzielle Energie, die vollständig in kinetische Energie umgewandelt wird.

$$E_{\text{pot}} = E_{\text{kin}}$$
$$m \cdot g \cdot h = \frac{m}{2} \cdot v^2$$
$$v_1 = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

2. Zwischen den Kugeln findet ein elastischer Stoß statt. Geschwindigkeit nach dem Stoß

$$v_1^r = \frac{(m_1 - m_2) \cdot v_1 + 2 \cdot m_2 \cdot v_2}{m_1 + m_2}$$

$$v_1^r = \frac{(m_1 - m_2) \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}}{3 \cdot m_2}$$

$$v_1^r = \frac{m_2 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}}{3 \cdot m_2}$$

$$v_1^r = \frac{\sqrt{2 \cdot g \cdot h}}{3}$$

$$v_2^r = \frac{(m_1 - m_2) \cdot v_2 + 2 \cdot m_1 \cdot v_1}{m_1 + m_2}$$

$$v_2^r = \frac{2 \cdot m_1 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}}{3 \cdot m_2}$$

$$v_2^r = \frac{4 \cdot m_2 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}}{3 \cdot m_2}$$

$$v_2^r = \frac{4}{3} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

3. Beide Kugeln haben nach dem Stoß kinetische Energie, die wieder in potentielle Energie umgewandelt wird. Mit diesem Ansatz kann man die gesuchte Höhe berechnen.

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

Das ist die allgemeine Gleichung für die gesuchte Höhe. Jetzt werden die bei 2. berechneten Geschwindigkeiten eingegeben.

$$h_1 = \frac{2 \cdot g \cdot h}{9 \cdot 2 \cdot g}$$
$$h_1 = \frac{1}{9} \cdot h$$
$$h_2 = \frac{16}{9} \cdot \frac{2 \cdot g \cdot h}{2 \cdot g}$$
$$h_2 = \frac{16}{9} \cdot h$$

Antwort:

Kugel 1 erreicht eine Höhe von 1/9 und Kugel 2 von 16/9 der Höhe um die die schwere Kugel angehoben wurde.

Aufgabe 1:

Berechne die Höhenenergie eines Tennisballs der 3m vom Boden entfernt ist und 30g wiegt.

Lösung 1:

$$E_H = m \cdot g \cdot h \quad \text{wobei} \quad g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\text{Geg: } g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad m = 0,03 \text{ kg} \quad h = 3,0 \text{ m}$$

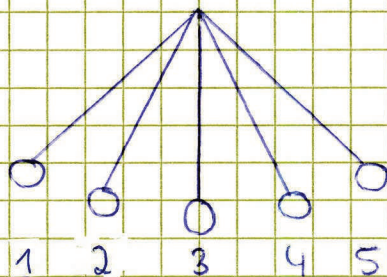
$$\text{Ges: } E_H$$

$$\text{Lsg: } E_H = 0,03 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 3 \text{ m} = 0,88 \text{ J}$$

Aufgabe 2:

Trage in die Tabelle die unterschiedlichen Energiestufen des Fadenpendels, welches von links nach rechts schwingt, ein

	1	2	3	4	5
Höhenenergie					
kinetische Energie					



Lösung 2:

	1	2	3	4	5
Höhenenergie	max	↘	0	↗	max
kinetische Energie	0	↗	max	↘	0

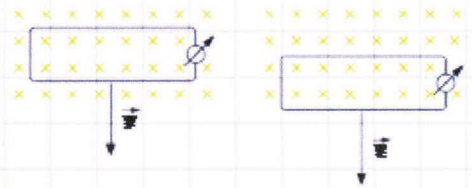
Physik Aufgaben 10. Klasse

Elektrizitätslehre

Aufgabe 1

Elektromagnetische Induktion

Eine Drahtschleife mit eingebautem Messgerät wird durch ein homogenes Magnetfeld bewegt. Gib an, welche Reaktion des Stromanzeigegerätes in den beiden unten dargestellten Situationen zu beobachten ist.



Gib für deine Antwort eine Begründung

Aufgabe 2

An einem Leiter ist ein Amperemeter angeschlossen. Gib begründet an, ob ein Strom fließt, wenn der Leiter

- a) von oben nach unten,
- b) von links nach rechts,
- c) von vorn nach hinten bewegt wird.

Gib gegebenenfalls begründet die Stromrichtung an.

Aufgabe 3

Zwei Drehspulmessgeräte sind durch Kabel miteinander verbunden. Kippt man eines dass sich ein Zeiger bewegt, so schlägt der Zeiger des anderen Instrumentes aus

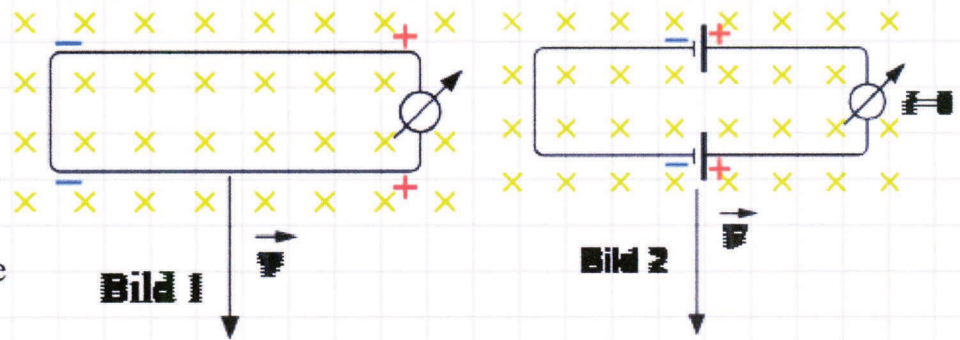
Gib dafür eine Erklärung an.

Lösungen

Aufgabe 1:

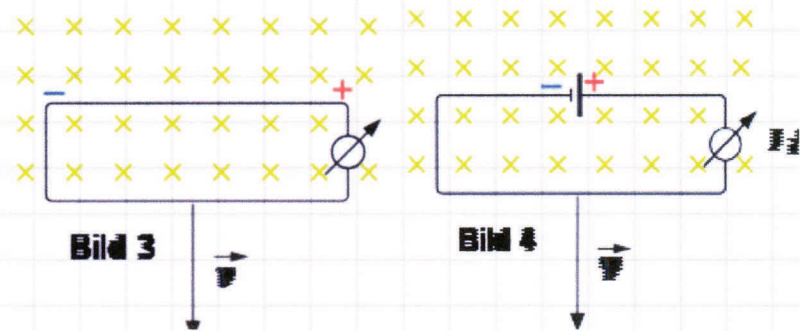
1. Fall: Die Leiterschleife befindet sich vollständig im homogenen Magnetfeld und wird mit der konstanten Geschwindigkeit - wie skizziert - bewegt:

Es kommt in den langen Stücken der rechteckigen Schleife zu der skizzierten Ladungstrennung, die z.B. mit der Drei-Finger-Regel der linken Hand (für negative Teilchen) ermittelt werden kann (Bild 1). Diese Ladungstrennungen haben die gleiche Wirkung wie zwei gleichartige Spannungsquellen, die in Bild 2 gezeichnet sind (Ersatzschaltbild). Bei Bild 2 erkennt man, dass die beiden



2. Fall: Die Leiterschleife befindet sich nur noch teilweise im homogenen Magnetfeld und wird mit der konstanten Geschwindigkeit - wie skizziert - bewegt:

Es kommt in dem langen, oberen Stück der rechteckigen Schleife zu der unten skizzierten Ladungstrennung, die z.B. mit der Drei-Finger-Regel der linken Hand (für negative Teilchen) ermittelt werden kann (Bild 3). Diese Ladungstrennung hat die gleiche Wirkung wie eine Spannungsquelle, die in Bild 4 gezeichnet ist (Ersatzschaltbild). Aufgrund dieser im oberen langen Leiterstück bestehenden Spannung fließt ein Strom durch den



Aufgabe 2:

Wenn der Leiter von oben nach unten bewegt wird, fließt kein Strom, denn die Feldlinien des Magneten werden vom Leiter nicht geschnitten.

Wenn der Leiter von links nach rechts bewegt wird, fließt ebenfalls kein Strom, denn die Feldlinien werden immer noch nicht geschnitten und so kann keine Spannung induziert werden

Wenn der Leiter von vorne nach hinten bewegt wird, so werden die Feldlinien des Magneten vom Leiter geschnitten und so kann eine Spannung induziert werden und ein Strom kann fließen.

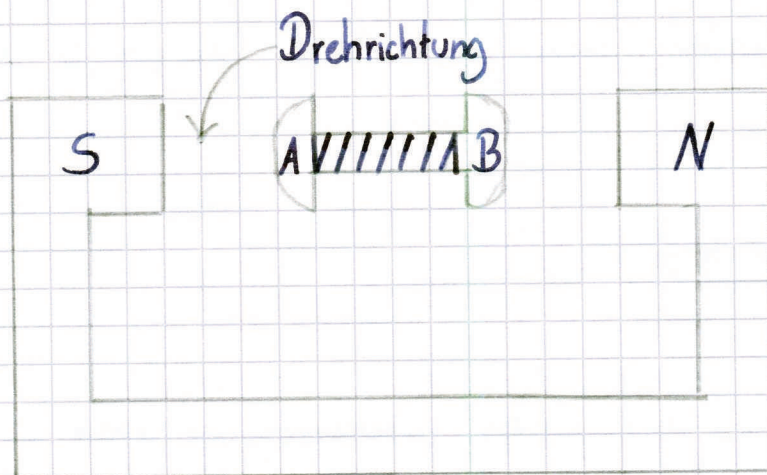
Die Stromrichtung lässt sich leicht durch die 2. UVW-Regel herausfinden, denn der Daumen zeigt nach rechts, der Stromrichtung, der Zeigefinger zeigt nach unten, also die Richtung der Feldlinien und der Mittelfinger zeigt nach vorn und gibt die Bewegung von vorn nach hinten an.

Aufgabe 3:

Die Lorentzkraft kann man wie folge demonstrieren:

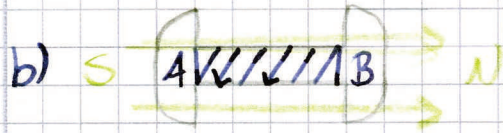
Wir haben eine Glaskugel, in der sich ein Glühdraht befindet. Dieser Glühdraht wird unter Strom gesetzt. Um dies Glaskugel nun befindet sich ein Magnetfeld. Durch die Erhitzung dieses Drahtes oder Leiters werden Elektronen abgegeben. Diese Elektronen gelangen dann in das Innere der Glaskugel, wo ein Vakuum und ebenfalls ein Magnetfeld herrschen. Durch die in der Glaskugel wirkende Lorentzkraft gehen die Elektronen nicht gerade durch das Glas, sondern werden von ihrer üblichen Bahn abgedrängt.

Elektromotor



- a) Der Anker dreht sich um 30° . ~~in die gleiche~~
 Gib an, Welcher Pol an B entstanden sein muss.
- b) Die Spule wickelt sich von A nach B von in der Skizze Unten nach in der Skizze oben.
 Zeichne die Stromrichtung ein.
- c) Gesetzt das Falles der Anker würde nur an einer Stelle umgepolt werden, gib an an welcher diese am Sinnvollsten wäre.

a) Da sich der Anker 30° in der Drehrichtung gedreht hat, und sich unterschiedliche Pole anziehen, während gleiche sich abstoßen muss bei B ein Nordpol entstanden sein.



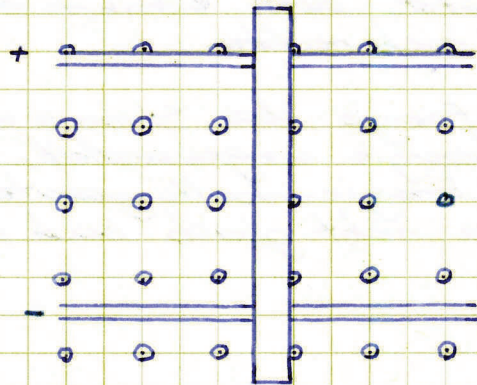
Da bei B ein Nordpol entstanden ist, lässt sich mit der Rechten-Hand-Regel die Stromrichtung in der Spule angeben.

c) Die sinnvollste Stelle der Umpolung wäre, an der Stelle, an welcher der Anker (wie in der Skizze) parallel zu dem äußeren Magneten steht, da dort keine Lorenzkraft entsteht (vgl. Drei-Finger-Regel) der Anker also auf Trägheit angewiesen ist, gleichzeitig entsteht durch die Anziehung der Pole eine Kraft die gegen eben jene wirkt.

Aufgaben zu Physik 10. Klasse (Lorentzkraft)

Auf einem Tisch liegen zwei parallel angeordnete Messingschienen. Darauf liegt ein Aluminiumstab, der auf den Schienen praktisch reibungsfrei rollen kann.

Der gesamte Versuch wird von einem vertikal gerichteten, homogenen Magnetfeld durchsetzt. Das Magnetfeld verläuft auf den Beobachter zu, Norden ist also hinten und Süden in Richtung des Beobachters.



- Begründe, dass nach Schließen des Stromkreises auf den Alustab eine beschleunigende Kraft wirkt.
- Gib die Richtung dieser Kraft an.
- Misst man den Strom, der durch die Versuchsanordnung fließt, stellt man fest, dass er mit der Zeit kleiner wird. Erkläre dieses Verhalten.

Lösungen:

- a) Elektrischer Strom fließt vom Plus- zum Minuspol. Fließt er in einem Magnetfeld, so wirkt auf die Elektronen (= der Strom) die Lorentzkraft.
- b) Rechte-Hand-Regel: der Strom fließt vom unteren Ende des Aluminiumstabs zum oberen Ende, das Magnetfeld ist zum Betrachter hin gerichtet, also erfährt der Stab eine Kraft nach rechts.
- c) Die elektrische Energie des Stroms wird in kinetische Energie umgewandelt, somit kann nach dem Energieerhaltungssatz der elektrische Strom nicht gleich hoch bleiben.

Impulserhaltung

Lucia Tischler

Aufgabe:

Ein Torwart springt senkrecht empor und fängt einen waagrecht mit 80 km/h heran fliegenden Ball der Masse 400g. Mit welcher Geschwindigkeit bewegt sich nach dem unelastischen Stoß der Torwart rückwärts, wenn er selbst die Masse 80 kg hat?

Zeigen Sie, dass mehr als 99% der kinetischen Energie „verloren“ gehen!

Lösung:

$u_1 = u_2 = u$, weil der Torwart den Ball fängt.

$$\rightarrow m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u + m_2 u = (m_1 + m_2) u$$

$$\rightarrow u = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{(m_1 + m_2)} = \frac{0,4 \text{ kg} \cdot 80 \frac{\text{km}}{\text{h}} + 0}{80,4 \text{ kg}} = 0,40 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 0,11 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$E_{\text{kin,vorher}} = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} 0,4 \text{ kg} \cdot \left[(80 : 3,6) \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]^2 + 0 = 98,8 \text{ J}$$

$$E_{\text{kin,nachher}} = \frac{1}{2} m_1 u^2 + \frac{1}{2} m_2 u^2 = (m_1 + m_2) u^2 = \frac{1}{2} 80,4 \text{ kg} \cdot \left[0,11 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]^2 = 0,49 \text{ J}$$

$$\rightarrow \frac{\Delta E}{E_{\text{ges}}} = \frac{E_{\text{kin,vorher}} - E_{\text{kin,nachher}}}{E_{\text{kin,vorher}}} = \frac{98,8 \text{ J} - 0,49 \text{ J}}{98,8 \text{ J}} = 99,5\%$$

Induktionsspannung

Aufgabenstellung:

Ein metallischer Leiter wird wie in Abb.1 senkrecht zu den Feldlinien (grün) eines in die Zeichenebene hinein gerichteten Magnetfeldes bewegt.

- Trage die Kraftrichtung auf die negativen und auf die positiven Ladungsträger im Leiter ein.
- Gib an, welches Leiterende positiv und welches negativ geladen wird.
- Erläutere, welche Ladungsträger sich in dem Leiter verschieben.

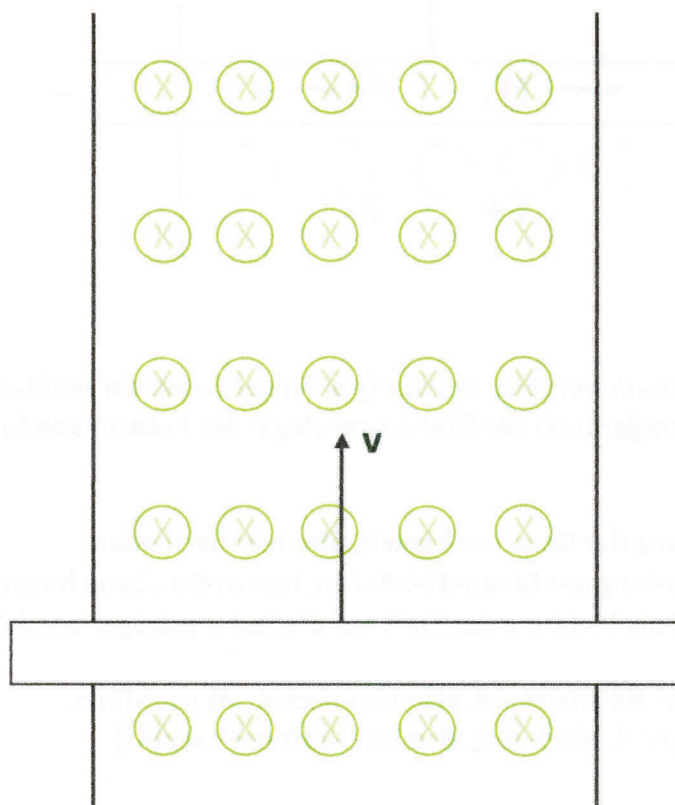
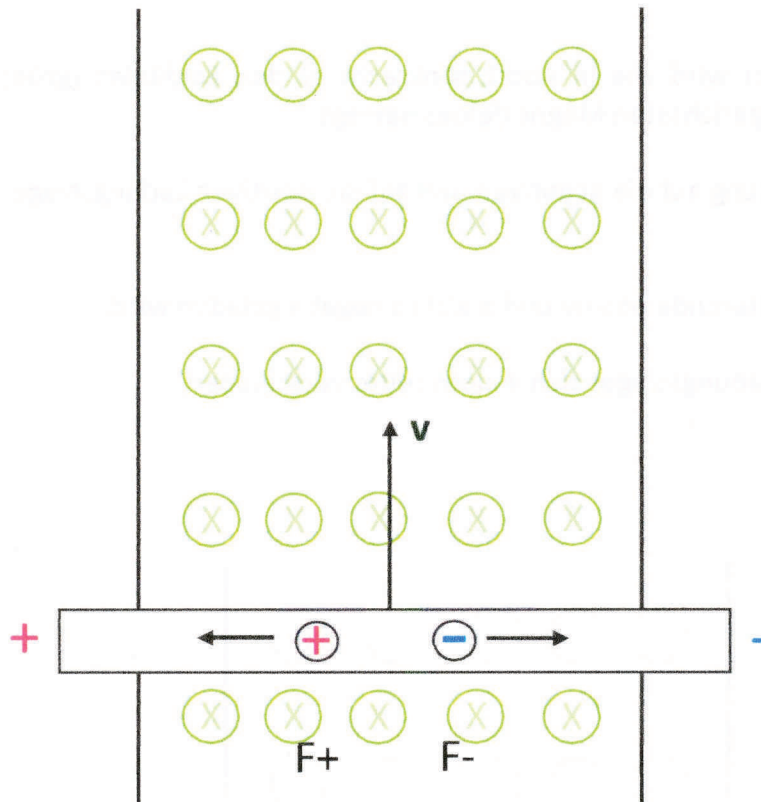


Abb. 1

Lösung:



a) Die Kraftrichtung bestimmst du mit der Drei-Finger-Regel der rechten Hand für positive Ladungsträger (und der Drei-Finger-Regel der linken Hand für negative Ladungsträger)

- Daumen in Richtung der Geschwindigkeit, also hier nach oben
- Zeigefinger in Richtung der Magnetfeldlinien, hier in die Ebene hinein
- Mittelfinger zeigt die Richtung der Kraft auf die Ladungsträger an, dabei gilt:
 - positive-Ladungen: Rechte Hand, also hier nach Kraft nach links
 - (negative-Ladungen: Linke Hand, also hier Kraft nach rechts)

b) Das linke Leiterende wird positiv, das rechte negativ.

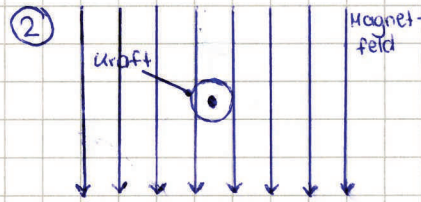
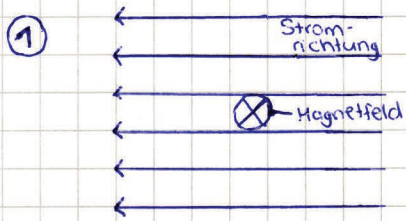
c) Im Leiter verschieben sich lediglich die negativen Ladungsträger, die Elektronen. Nur diese sind im Leiter relativ frei beweglich.

1.3. ELEKTROMAGNETISCHE INDUKTION

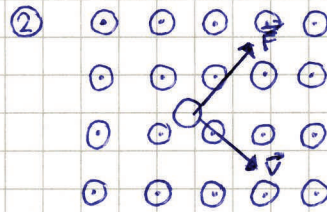
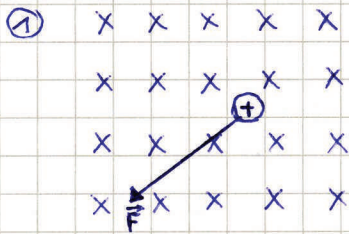
Aufgabe 1:

Theresa
Glaab
Catherina
Huber

a) Gib mithilfe der Drei-Finger-Regel jeweils die Richtung der dritten, fehlenden Größe an (Kraft, Magnetfeld oder Strom)



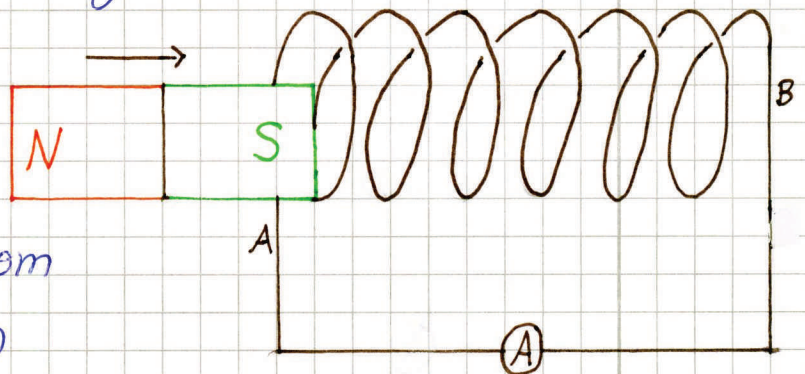
b) Ergänze die fehlenden Größen (Richtung des Magnetfeldes, der Kraft bzw. der Bewegung, Vorzeichen der Ladung)



Aufgabe 2:

Ein Stabmagnet wird mit konstanter Geschwindigkeit auf eine mit einem Strommessgerät kurzgeschlossene Spule zubewegt (\rightarrow Skizze).

a) Begründe, welcher Magnetpol an der Spule bei Punkt B beim Annähern des Magneten entsteht.



b) Erläutere, ob der Strom im oder gegen den Uhrzeigersinn fließt.

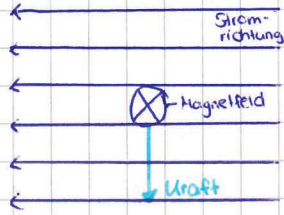
c) Welche Energieumwandlungen finden beim Annähern des Stabmagneten statt?

d) Begründe, ob der Stabmagnet bei diesem Vorgang abgebremst wird oder nicht.

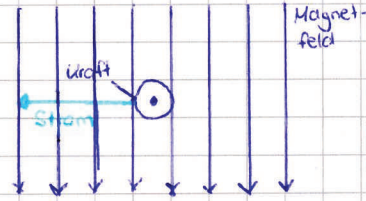
1.3. ELEKTROMAGNETISCHE INDUKTION - Lösungen

Aufgabe 1:

a) ①

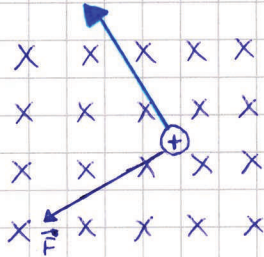


②

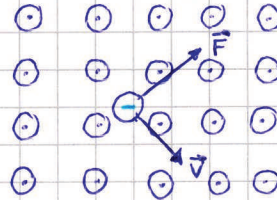


Theresa
Glaab &
Catharina
Huber

b) ①



②



Aufgabe 2:

a) Im Punkt B entsteht ein Nordpol, da durch die Annäherung des Südpols bei Punkt A ein Südpol entstehen muss, da sonst der Energieerhaltungssatz durch die Anziehungskräfte ungleichnamiger Pole verletzt wäre.

(Magnetfeld stärker \rightarrow Induktionsspannung \rightarrow Induktionsstrom
A: Süd \leftarrow B: Nord \leftarrow !EES \leftarrow Elektromagnet)

b) Der Strom fließt im Uhrzeigersinn durch das Strommessgerät, da die Feldlinien innerhalb der Spule von links nach rechts verlaufen und anschließend mithilfe der Rechten-Hand-Regel die Richtung ermittelt wird.

c) Kinetische Energie \rightarrow (teilweise) elektrische Energie
"Bewegungsenergie"

↓
innere (thermische) Energie
(aufgrund von Erwärmungen der Leitungen)

d) Ja, der Stabmagnet wird abgebremst, da dieser bei einem Nordpol in Punkt A beschleunigt werden würde, wodurch der Energieerhaltungssatz verletzt wäre, weswegen durch die Abstoßung gleichnamiger Pole die Geschwindigkeit des Stabmagneten verringert wird.

Physik 10.Klasse: Impulserhaltung

Aufgabe:

Bei einem Unfall fährt ein Auto mit 40 km/h auf ein anderes, das zu diesem Zeitpunkt sich mit 25 km/h fortbewegt. Das erste Auto hat ein Gewicht von 1,3 t während das zweite eines von 1,6 t hat.

- A) Berechne die Impulse der einzelnen Fahrzeuge, die beim Aufprall entstehen.
- B) Berechne nun den Gesamtimpuls, der durch den Unfall der Autos entstanden ist.

Aufgaben Lösungen:

$$\text{A) } P_1 = m_1 \times v_1 = 1,3 \text{ t} \times 25 \text{ km/h} = 1300 \text{ kg} \times 6,94 \text{ m/s} = 9022 \text{ kg m/s}$$

$$P_2 = m_2 \cdot v_2 = 1,6 \text{ t} \times 40 \text{ km/h} = 1600 \text{ kg} \times 11,11 \text{ m/s} = 17.776 \text{ kg m/s}$$

$$\text{B) } P_{\text{Ges}} = P_1 + P_2 = 9022 \text{ kg m/s} + 17.776 \text{ kg m/s} = 26798 \text{ kg m/s}$$

Rückstoß beim Gewehr (Impulserhaltungssatz)

Mirja Heidingsfelder

- a) Eine Kugel mit der Masse 10g verlässt das Gewehr mit der Masse 6,0kg mit der Geschwindigkeit $450 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Berechne den Betrag der Rückstoßgeschwindigkeit des Gewehrs.

- b) Die Kugel trifft auf einen Gegenstand der Masse 390g und bleibt darin stecken.

Berechne den Betrag der Geschwindigkeit, mit dem sich der Gegenstand samt Kugel nach der Wechselwirkung bewegt.

Lösung:

a) $m_1 = 10\text{g}$ $m_2 = 6,0\text{kg}$ $v_1 = 450 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $v_2 = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$$p_{\text{ges}} = p_{\text{ges}}'$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) u \quad | : (m_1 + m_2)$$

$$u = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} = \frac{0,010\text{kg} \cdot 450 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 6,0\text{kg} \cdot 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0,010\text{kg} + 6,0\text{kg}} = 0,75 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

b) $m_1 = 10\text{g}$ $v_1 = 450 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $m_2 = 390\text{g}$ $v_2 = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$$p_{\text{ges}} = p_{\text{ges}}'$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) u \quad | : (m_1 + m_2)$$

$$u = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} = \frac{0,010\text{kg} \cdot 450 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 0,390\text{kg} \cdot 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0,010\text{kg} + 0,390\text{kg}} = 11,25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

10a

Emily Kötka
Chloe Clawson

Aufgabe

Ein Körper der Masse $m_1 = 2 \text{ kg}$ und der Geschwindigkeit $v_1 = 24 \text{ km/h}$ trifft elastisch auf einen zweiten, ruhenden Körper der Masse m_2 . Nach dem Stoß bewegen sich beide Körper mit gleich großer, aber entgegengesetzt gerichteter Geschwindigkeit voneinander weg. Wie groß ist die Masse m_2 des zweiten Körpers und wie groß der Geschwindigkeitsbetrag nach dem Stoß?

Lösung

geg.:

$$m_1 = 2 \text{ kg}$$
$$v_1 = 24 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 6,7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$
$$v_2 = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

ges.:

$$m_2$$

a) Es gelten die Gesetze des elastischen Stoßes, da sich die beiden Körper nach dem Stoß getrennt voneinander weiterbewegen. Über die Geschwindigkeiten nach dem Stoß weiß man:

$$v_1' = -v_2'$$



geg.:

$$m_1 = 2 \text{ kg}$$

$$v_1 = 24 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 6,7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_2 = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

ges.:

$$m_2$$

a) Es gelten die Gesetze des elastischen Stoßes, da sich die beiden Körper nach dem Stoß getrennt voneinander weiterbewegen. Über die Geschwindigkeiten nach dem Stoß weiß man:

$$v_1' = -v_2'$$

Das negative Vorzeichen zeigt an, dass sich die beiden Körper in unterschiedliche Richtung wegbewegen.

Aus dem Impulserhaltungssatz erhält man für die Geschwindigkeit eines der beiden Körper nach dem Stoß die Gleichung:

$$v_1' = \frac{(m_1 - m_2) \cdot v_1 + 2m_2 \cdot v_2}{m_1 + m_2}$$

Das kann man in die erste Gleichung einsetzen und die gesuchte Masse bestimmen.

$$\begin{array}{l} v_1' = -v_2' \\ \frac{(m_1 - m_2) \cdot v_1 + 2m_2 \cdot v_2}{m_1 + m_2} = - \frac{(m_1 - m_2) \cdot v_1 + 2m_2 \cdot v_2}{m_1 + m_2} \\ \frac{(m_1 - m_2) \cdot v_1 + 0}{m_1 + m_2} = 0 - \frac{0 + 2m_2 \cdot v_1}{m_1 + m_2} \\ \frac{(m_1 - m_2) \cdot v_1}{m_1 + m_2} = \frac{2m_2 \cdot v_1}{m_1 + m_2} \end{array}$$

$$(m_1 - m_2) \cdot v_1 = -2m_2 \cdot v_2$$

$$m_1 \cdot v_1 - m_2 \cdot v_1 = -2m_2 \cdot v_2$$

$$-m_2 \cdot v_1 = -3m_2 \cdot v_2$$

$$m_1 = 3m_2$$

$$m_1 = 6 \text{ kg}$$

b) Man nimmt die bekannten Gleichungen für die Geschwindigkeiten nach dem elastischen Stoß.

$$v_1' = \frac{(m_1 - m_2) \cdot v_1 + 2m_2 \cdot v_2}{m_1 + m_2}$$

$$v_1' = \frac{-4 \text{ kg} \cdot 6,7 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{8 \text{ kg}}$$

$$v_1' = -3,35 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_2' = \frac{(m_2 - m_1) \cdot v_2 + 2m_1 \cdot v_1}{m_1 + m_2}$$

$$v_2' = \frac{2 \cdot 2 \text{ kg} \cdot 6,7 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{8 \text{ kg}}$$

$$v_2' = 3,35 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

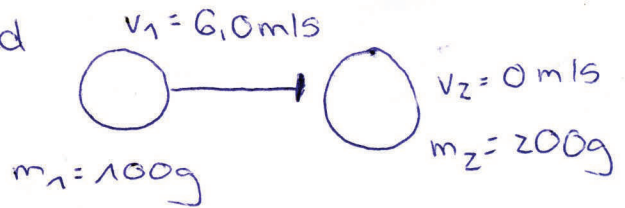
Antwort: Der zweite Körper ist 3 mal so schwer wie der erste, also 6 kg.

Beide Körper haben nach dem Stoß eine Geschwindigkeit von 3,35 m/s.

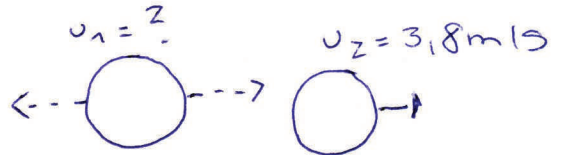
Impulserhaltung

Aufgabe: Zentraler Stoß zweier Kugeln

v_1 und v_2 geben die Geschwindigkeiten der beiden Kugeln vor dem Stoß, u_1 und u_2 die Geschwindigkeiten nach dem Stoß an.



a) Bestimmen sie die Geschwindigkeit u_1 der stoßenden Kugel nach dem Stoß. In welche Richtung bewegt sich diese Kugel?



b) Welcher Prozentsatz der ursprünglich vorhandenen mechanischen Energie geht bei diesem Stoß „verloren“? Was geschieht mit dieser Energie?

c) Für Experten: Können sie u_1 und u_2 so ermitteln, dass neben dem Impulserhaltungssatz auch noch der Energieerhaltungssatz gilt?

Lösung:

$$1. a) p_{\text{vorher}} = p_{\text{nachher}} \Leftrightarrow m_1 \cdot v_1 = m_1 \cdot u_1 + m_2 \cdot u_2 \Leftrightarrow u_1 = \frac{m_1 \cdot v_1 - m_2 \cdot u_2}{m_1} \Leftrightarrow$$

$$u_1 = \frac{100\text{g} \cdot 6,0 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 200\text{g} \cdot 3,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{100\text{g}} = 6,0 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 7,6 \frac{\text{m}}{\text{s}} = -1,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Die stoßende Kugel bewegt sich also zurück nach links.

$$b) E_{\text{vorher}} = \frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot v_1^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,10\text{kg} \cdot \left(6,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 1,8\text{J}$$

$$E_{\text{nachher}} = \frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot u_1^2 + \frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot u_2^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,10\text{kg} \cdot \left(1,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 + \frac{1}{2} \cdot 0,20\text{kg} \cdot \left(3,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 1,6\text{J}$$

$$\frac{\Delta E}{E_{\text{vorher}}} = \frac{E_{\text{nachher}} - E_{\text{vorher}}}{E_{\text{vorher}}} = \frac{1,6\text{J} - 1,8\text{J}}{1,8\text{J}} = \frac{-0,2}{1,8} = -0,11 = -11\%$$

11 % der mechanischen Energie gehen „verloren“. Diese Energie dient zum Verformen der Kugeln und zu deren Erwärmung.

$$c) (1) m_1 \cdot v_1 = m_1 \cdot u_1 + m_2 \cdot u_2 \Leftrightarrow v_1 = u_1 + 2 \cdot u_2 \quad (\text{wegen } m_2 = 2 \cdot m_1)$$

$$(2) \frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot v_1^2 = \frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot u_1^2 + \frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot u_2^2 \Leftrightarrow v_1^2 = u_1^2 + 2 \cdot u_2^2$$

Setze $u_1 = v_1 - 2 \cdot u_2$ aus (1) in (2) ein:

$$v_1^2 = (v_1 - 2u_2)^2 + 2u_2^2 \Leftrightarrow v_1^2 = v_1^2 - 4u_2v_1 + 4u_2^2 + 2u_2^2 \Leftrightarrow 0 = 6u_2^2 - 4u_2v_1 \Leftrightarrow$$

$$0 = 2u_2 \cdot (3u_2 - 2v_1) \Leftrightarrow u_2 = \frac{2}{3}v_1 = 4,0 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (\text{oder } u_2 = 0, \text{ d.h. Kugel trifft nicht!})$$

$$u_1 = v_1 - 2 \cdot u_2 = v_1 - 2 \cdot \frac{2}{3}v_1 = -\frac{1}{3}v_1 = -\frac{1}{2} \cdot u_2 = -2,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$