

KULTUSMINISTERIUM DES LANDES SACHSEN-ANHALT



Abitur
April/Mai 2002

Physik
(Grundkurs)

Einlesezeit: 30 Minuten
Bearbeitungszeit: 210 Minuten

Thema 1

Bewegungen

Thema 2

Kräfte und Felder

Thema 3

Atomkerne

Thema 1: Bewegungen

1 Geradlinige Bewegungen

- 1.1 Bei der Bewegung eines Fahrstuhles in einem Hochhaus kann der in Bild 1 grafisch dargestellte Geschwindigkeitsverlauf angenommen werden.

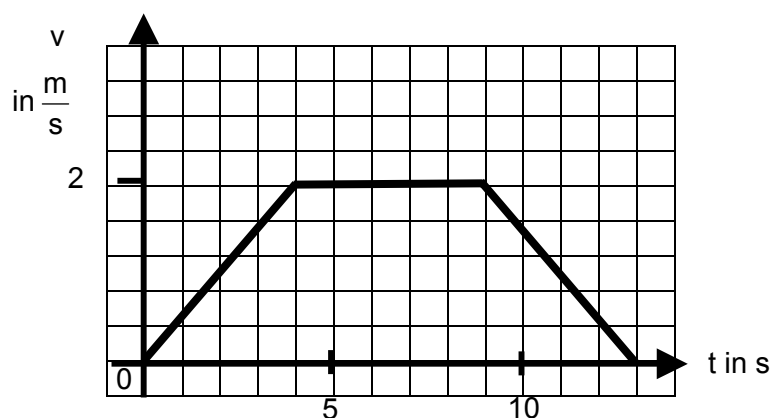


Bild 1

Nennen Sie die Bewegungsarten in den einzelnen Fahretappen, und begründen Sie Ihre Entscheidung.

Zeichnen Sie das zugehörige a-t-Diagramm und das s-t-Diagramm.

- 1.2 Ein Auto fährt mit einer Geschwindigkeit von $108 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ auf der Autobahn. Plötzlich nimmt der Fahrer einen Stau wahr und leitet den Bremsvorgang ein. Die Reaktionszeit beträgt 1 s, die als konstant zu betrachtende Bremsverzögerung $4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

Berechnen Sie den Weg, den das Auto vom Moment der Wahrnehmung bis zum Stillstand zurücklegen würde.

Mit welcher Geschwindigkeit fährt das Auto auf ein Stauende auf, das sich im Moment der Wahrnehmung durch den Fahrer in 100 m Entfernung befindet?

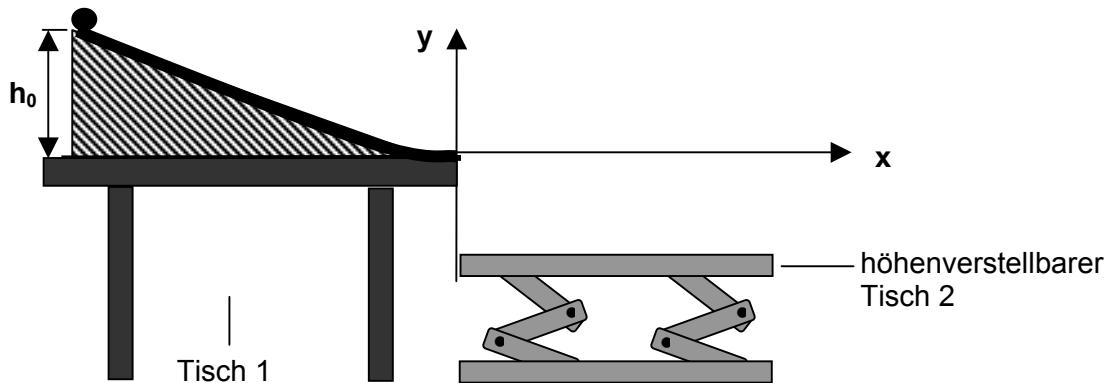
In der Fahrschule werden folgende „Faustregeln“ gelehrt:

- Den Reaktionsweg in Meter erhält man, wenn man die Maßzahl der Geschwindigkeit in $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ mit „0,3“ multipliziert.
- Den Bremsweg in Meter erhält man, wenn man die Maßzahl der Geschwindigkeit in $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ quadriert und durch „100“ dividiert.

Diskutieren Sie, unter welchen Bedingungen diese Regeln sinnvoll sind.

2 Parabelförmige Bewegungen

Die Wurfbahn eines Körpers wird mit der in Bild 2 dargestellten Experimentieranordnung ermittelt. Um eine konstante Anfangsgeschwindigkeit v_0 zu realisieren, rollt die Kugel immer aus der Höhe $h_0 = 15,0$ cm die geneigte Ebene hinab und verlässt den Tisch 1 waagrecht. Durch Ändern der Tischhöhe (Tisch 2) ergeben sich die unterschiedlichen Wurfweiten auf dem Tisch 2.



B

Bild 2

Messwerte:

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| - y in cm | 0,0 | 10,0 | 15,0 | 20,0 | 25,0 | 30,0 | 35,0 | 40,0 | 45,0 | 50,0 | 55,0 | 60,0 | 65,0 | 70,0 | 75,0 |
| x in cm | 0,0 | 17,8 | 22,3 | 25,6 | 29,9 | 32,5 | 35,6 | 39,2 | 41,5 | 43,6 | 46,7 | 50,1 | 52,7 | 53,9 | 56,3 |

- 2.1 Stellen Sie die Messwerte der Tabelle grafisch dar!
- 2.2 Leiten Sie die Bahngleichung $y = -\frac{g}{2v_0^2} x^2$ für den reibungsfreien waagerechten Wurf her.

Berechnen Sie die Anfangsgeschwindigkeit v_0 unter Berücksichtigung der Rotation der Kugel.

(Ergebnis zur Kontrolle: $v_0 = 1,45 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$)

Berechnen Sie mehrere Punkte der Bahnkurve mit Hilfe dieser Gleichung und zeichnen Sie diese in das Diagramm von 2.1.

Begründen Sie die Abweichungen der gemessenen und berechneten Werte.

- 2.3 In der Elektronenstrahlröhre eines Oszilloskopes tritt der Elektronenstrahl an der Stelle O senkrecht in das homogene elektrische Feld des Plattenkondensators ein (Bild 3).

Daten:

Plattenabstand: $d = 4 \text{ cm}$

Plattenlänge : $\ell = 8 \text{ cm}$

Geschwindigkeit
der Elektronen: $v_0 = 5 \cdot 10^6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

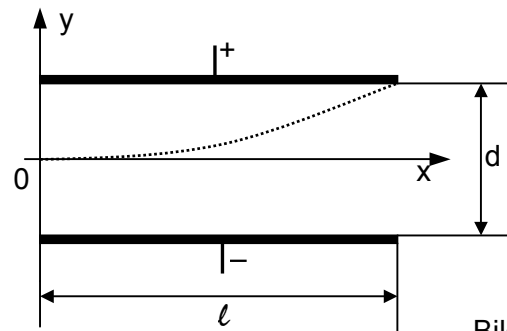


Bild 3

Es soll vermieden werden, dass der Elektronenstrahl auf die Kondensatorplatten trifft.

Berechnen Sie die größtmögliche Spannung, die an die Kondensatorplatten angelegt werden darf, damit der Elektronenstrahl nicht auf die Kondensatorplatten trifft.

Thema 2: Kräfte und Felder

1 Bewegungsänderungen durch Felder

Im Vakuum freigesetzte Elektronen können in elektrischen Feldern beschleunigt werden. Durch elektrische oder magnetische Felder kann auch ihre Bewegungsrichtung geändert werden.

- 1.1 Beschreiben Sie den Aufbau einer Katodenstrahlröhre, die z. B. in Oszilloskopen zur Anzeige genutzt wird, und erläutern Sie deren Wirkungsweise.
- 1.2 Ein durch ein elektrisches Feld mit einer Spannung U beschleunigter Elektronenstrahl tritt senkrecht in ein homogenes Magnetfeld mit der magnetischen Flussdichte B ein und durchläuft dieses auf einer Kreisbahn.

Leiten Sie eine Gleichung her, die die Abhängigkeit des Bahnradius von der Beschleunigungsspannung zeigt.

Bestimmen Sie den Radius für $U = 10,0$ kV und $B = 2,0$ mT.

- 1.3 Die Bahn der Elektronen im Magnetfeld kann durch die Veränderung der Beschleunigungsspannung oder durch Veränderung der magnetischen Flussdichte beeinflusst werden.

Bei welchem Wert der magnetischen Flussdichte B treffen Elektronen, die mit einer Spannung $U = 15,0$ kV beschleunigt werden, die Mitte der Öffnung der Lochblende (Bild 1)?

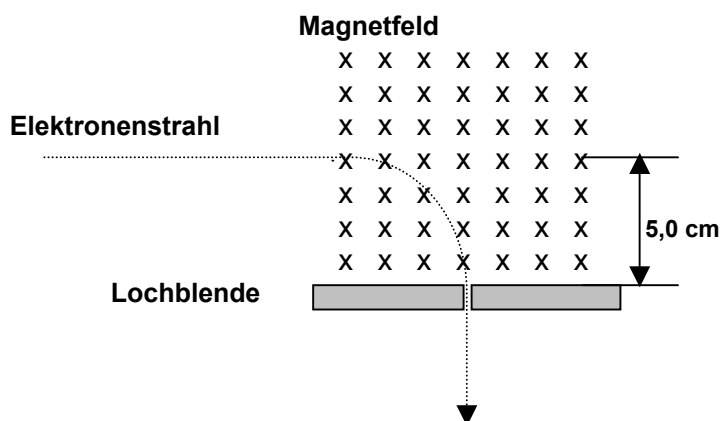


Bild 1

2 Kräfte zwischen geladenen Körpern

2.1 In einem Experiment werden zwei Kondensatorplatten bzw. zwei sich gegenüberstehende Kugeln gleichstark, aber entgegengesetzt aufgeladen.

Skizzieren Sie das jeweilige Feldlinienbild.

In einem zweiten Experiment befindet sich in den Punkten A bzw. B jeweils eine positive Probeladung Q_p (Bild 2).



Bild 2

Beschreiben Sie, wie diese Ladungen sich jeweils bewegen würden. Begründen Sie Ihre Aussagen.

2.2 In Experimenten zu Kräften, die in elektrischen und magnetischen Feldern auf geladene Körper wirken, benutzt man Metallkugeln mit der Masse $m = 2,5 \text{ g}$ mit einem Durchmesser von $1,0 \text{ cm}$, die anfangs an $2,0 \text{ m}$ langen, elektrisch nicht leitenden Fäden mit vernachlässigbarer Masse hängen.

In einem ersten Experiment (Bild 3) wird eine Kugel in die Mitte zwischen Platten eines Plattenkondensators gebracht, die einen Abstand von $8,5 \text{ cm}$ zueinander haben. Auf die Kugel wird eine Ladung von $5,2 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ aufgebracht. Wird der Kondensator aufgeladen, bewegt sich die Kugel $2,5 \text{ cm}$ auf eine Platte zu.

Berechnen Sie die dazu notwendige Spannung an den Kondensatorplatten.

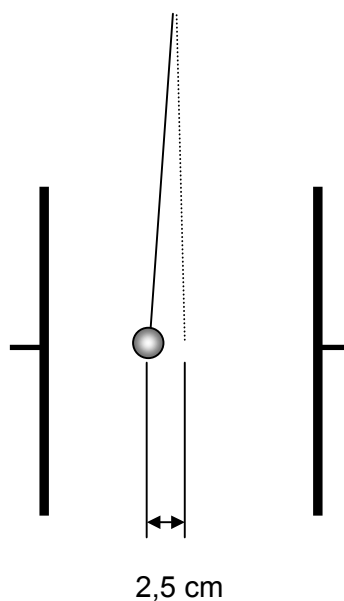


Bild 3

- 2.3 Eine negativ geladene Kugel bewegt sich reibungsfrei auf einer waagerechten isolierenden Platte mit einer Anfangsgeschwindigkeit v_0 in ein homogenes elektrisches Feld, dessen Feldlinien parallel zur Platte verlaufen.

Geben Sie jeweils die Bahnform und die Bewegungsart an, die sich ergibt, wenn sich die Kugel mit der Anfangsgeschwindigkeit v_0

- a) in Feldrichtung,
- b) entgegengesetzt zur Feldrichtung und
- c) senkrecht zur Feldrichtung

in das Feld hinein bewegt. Begründen Sie Ihre jeweilige Zuordnung.

3 Bewegung im Gravitationsfeld

Die Bahn eines jeden die Erde antriebslos umlaufenden Körpers ergibt sich aus Richtung und Betrag seiner Anfangsgeschwindigkeit.

Leiten Sie auf der Grundlage des Gravitationsgesetzes eine Gleichung zur Berechnung der Geschwindigkeit eines die Erde im Abstand R ($R > r_E$ mit $r_E = 6371$ km) umkreisenden Satelliten her.

Berechnen Sie die notwendige Geschwindigkeit für eine Bewegung 400 km über der Erdoberfläche.

Geben Sie die Entfernung R_2 zum Erdmittelpunkt an, die ein geostationärer TV-Satellit (Umlaufzeit $T = 24$ h) einhalten müsste.

Thema 3: Atomkerne**1 Kernaufbau**

Atome sind Bausteine der stofflichen Materie. Die Atomkerne vereinen fast die gesamte Masse des Atoms in sich und sind im Gegensatz zur Atomhülle sehr kompakt und stabil.

Erläutern Sie den Aufbau des Atomkerns aus Nukleonen, und gehen Sie dabei auch auf die Kernbindungsenergie ein.

Beschreiben Sie die verschiedenen natürlichen Zerfallsmöglichkeiten eines Atomkerns unter Verwendung allgemeiner Zerfallsgleichungen.
Erläutern Sie die Begriffe „Aktivität“ und „Halbwertszeit“.

2 Radioaktiver Zerfall

In den oberen Schichten der Atmosphäre entsteht durch Neutroneneinfang aus dem Stickstoffisotop ^{14}N das Kohlenstoffisotop ^{14}C , welches ein instabiler β^- -Strahler ist.

2.1 Geben Sie die vollständigen Kernreaktionsgleichungen der Entstehung und des Zerfalls des C-14-Kerns an.

Berechnen Sie die frei werdende Energie des β^- -Zerfalls.

Nutzen Sie dabei die folgenden Nuklidmassen:

$$m_{\text{C}14} = 13,9999511 \text{ u} ; m_{\text{N}14} = 13,9992342 \text{ u}$$

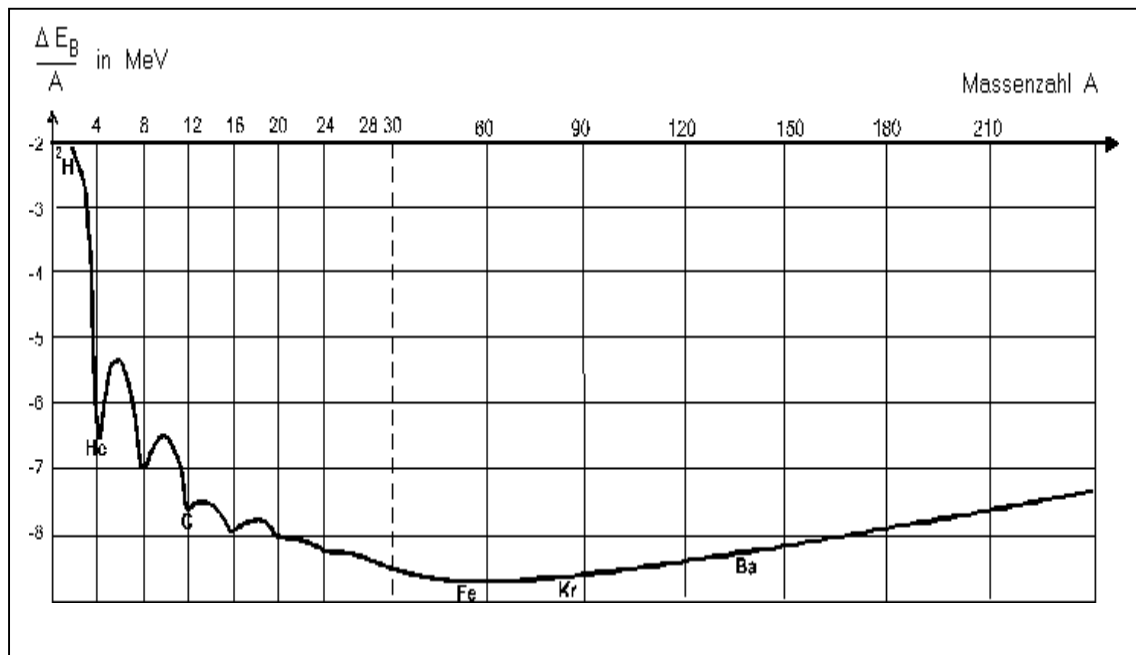
2.2 Die Halbwertszeit des β -strahlenden Isotops ^{14}C beträgt $T_H = 5700 \text{ a}$. Es wird auf der Erde von Pflanzen über das CO_2 in die Biomasse eingebaut. Beim Tod der Pflanze hört der Einbau auf. Bei Messungen an frisch geschlagenem Holz wurde bei 1 g Kohlenstoff eine Aktivität von 0,161 Bq gemessen.

Zur Altersbestimmung mittels der C-14-Methode wurde die Aktivität von 1 g Kohlenstoff aus dem Holz eines ägyptischen Sarkophags mit 0,113 Bq gemessen.

Berechnen Sie aus diesen Daten das Alter des Sarkophags.

3 Kernbindungsenergie

Kernbindungsenergie kann bei der Fusion oder der Spaltung von Atomkernen gewonnen werden.



Bild

1

Nutzen Sie für die Rechnungen folgende Massenangaben

$$m_{\text{H}^2} = 2,014102 \text{ u}$$

$$m_{\text{He}^3} = 3,016029 \text{ u}$$

$$m_{\text{C}^{12}} = 12,00000 \text{ u}$$

$$m_{\text{n}} = 1,00867 \text{ u}$$

$$u = 1,66054 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

- 3.1 In der Sonne wird durch Kernfusionsprozesse eine Leistung von etwa $3,7 \cdot 10^{26} \text{ W}$ frei. Es soll vereinfachend angenommen werden, dass diese Leistung aus der Fusion von Kernen des schweren Wasserstoffs (Deuterium ^2H) zu Heliumkernen (^3He) resultiert.

Stellen Sie die Kernreaktionsgleichung auf, und erläutern Sie die Energiefreisetzung bei diesem Vorgang anhand der Kernbindungsenergiekurve (Bild 1).

- 3.2 Berechnen Sie den freigesetzten Energiebeitrag, wenn die Fusion eines Heliumkerns (^3He) nach der im Punkt 3.1 beschriebenen Reaktion abläuft.

Schätzen Sie die Gesamtzahl der Fusionen ab, die in einer Sekunde in der Sonne ablaufen.

- 3.3 Zur Fusion zweier Deuteriumkerne ist mindestens eine Energie von $E = 3 \cdot 10^{-14} \text{ J}$ notwendig. Durch die Beschleunigung in einem elektrischen Feld sollen sie diese Energie erhalten.

Prüfen Sie durch Rechnung, ob eine Beschleunigungsspannung von $U = 80 \text{ kV}$ dazu ausreicht.

- 3.4 Eine Möglichkeit, Kernenergie durch Spaltung zu gewinnen, besteht im Beschuss von Urankernen mit langsamen Neutronen. Zur Aufrechterhaltung der Kettenreaktionen müssen die schnellen Neutronen, die bei der Spaltung frei werden, von der Geschwindigkeit $v_1 = 3 \cdot 10^7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ auf eine Geschwindigkeit $v_2 = 2 \cdot 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ abgebremst werden. Dieses kann zum Beispiel durch Zusammenstöße mit Kernen des Kohlenstoffs (^{12}C) oder des schweren Wasserstoffs (^2H) erfolgen.

Erläutern Sie Bedingungen für das Zustandekommen einer gesteuerten Kettenreaktion.

Durch den Zusammenstoß mit dem Kohlenstoffkern wird das Neutron auf eine Geschwindigkeit von $2,54 \cdot 10^7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ abgebremst.

Berechnen Sie, auf welche Geschwindigkeit ein Neutron beim einmaligen Zusammenstoß mit einem Wasserstoffkern abgebremst wird. Es wird dabei angenommen, dass es sich hierbei um einen geraden, zentralen, vollkommen elastischen Stoß handelt und der Wasserstoffkern vor dem Stoß in Ruhe war.

Begründen Sie, dass Kerne des schweren Wasserstoffs zur Abbremsung der Neutronen geeigneter sind als Kohlenstoffkerne.