

KULTUSMINISTERIUM DES LANDES SACHSEN-ANHALT



Abitur 2004
April/Mai 2004

Physik
(Grundkurs)

Einlesezeit: 30 Minuten
Arbeitszeit: 210 Minuten

Thema 1

Praktische Anwendungen physikalischer
Gesetze

Thema 2

Physik des Autos

Thema 3

Atommodelle und radioaktiver Zerfall

Thema 1: Praktische Anwendungen physikalischer Gesetze

1 Newton'sche Axiome

- 1.1 Nennen Sie die Newton'schen Axiome und erläutern Sie diese an je einem selbstgewählten, nicht in 1.2 aufgeführten Beispiel.
- 1.2 Erklären Sie die folgenden Beobachtungen bzw. Bestimmungen mithilfe physikalischer Gesetzmäßigkeiten.
- An einem Federkraftmesser hängt ein Körper mit der Masse von $m = 200 \text{ g}$. Der Federkraftmesser wird los- und fallengelassen. Er zeigt während des Fallens keine Kraft an.
 - Tankfahrzeuge ohne Kammern dürfen entweder nur vollständig leer oder nur vollständig gefüllt am Straßenverkehr teilnehmen.
 - Wird ein mit Wasser gefüllter Eimer, der an einem Seil befestigt ist, mit ausreichend großer Geschwindigkeit vertikal auf einer Kreisbahn geschleudert, fließt kein Wasser aus dem Eimer.

2 Dynamik der Translation und Rotation

Auf einem Förderband liegen zylindrische, massive Werkstücke aus Stahl, die zu einer Verloaderampe, die ebenfalls aus Stahl besteht, transportiert werden. Die Werkstücke rollen die Rampe hinab und fallen in eine bereitgestellte Kiste (Bild 1).

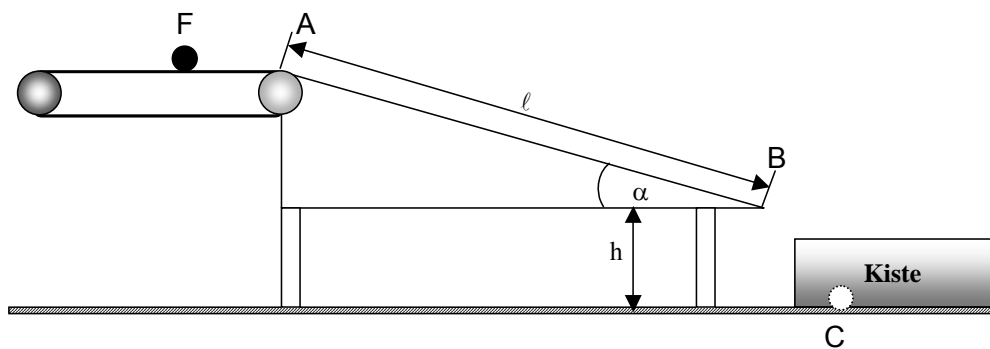


Bild 1

Daten:

Reibungskoeffizient auf geneigter Ebene:	$\mu = 0,15$
Geschwindigkeit des Förderbandes:	$v_F = 2,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
Masse des Werkstückes:	$m = 12,3 \text{ kg}$
Radius des Werkstückes:	$r = 5,0 \text{ cm}$
Neigungswinkel der Rampe:	$\alpha = 21,0^\circ$
Länge der Rampe:	$l = 2,0 \text{ m}$
Tiefe zwischen Kistenboden und Rampenende:	$h = 1,0 \text{ m}$

- 2.1 Analysieren Sie mithilfe des Energieerhaltungssatzes den gesamten Bewegungsablauf bis zum Auftreffen des Werkstückes.

- 2.2 Berechnen Sie die Geschwindigkeit, mit der das Werkstück die Rampe verlässt und die Energie, mit der das erste Werkstück auf den leeren Kistenboden aufschlägt. (Ergebnis zur Kontrolle: $v_B = 2,9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$)

3 Zusammensetzen und Zerlegen von Kräften bei Kurvenfahrten

Eine kreisförmige Straßenkurve weist einen Krümmungsradius von $r = 240 \text{ m}$ auf.

- 3.1 Berechnen Sie, wie groß die Haftreibungszahl mindestens sein muss, damit diese nicht überhöhte Kurve mit einer Geschwindigkeit von $v = 80 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ gefahrlos durchfahren werden kann.

- 3.2 Im Zuge der Sanierung der Straße soll die Kurve so überhöht werden, dass die resultierende Kraft bei einer erlaubten Geschwindigkeit von $v = 100 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ senkrecht auf die Fahrbahn wirkt. Die Reibungskräfte sollen dabei vernachlässigt werden.

Fertigen Sie eine geeignete Skizze der Kraftzerlegung für diesen Fall der Kurvenüberhöhung an.

Berechnen Sie den für diese Kurve notwendigen Winkel der Kurvenüberhöhung. Berücksichtigen Sie dabei, dass aus Sicherheitsgründen eine 20 % größere Geschwindigkeit angenommen wird.

4 Zusammensetzen und Zerlegen von Kräften bei elektrisch geladenen Körpern

Zwei kleine, gleich aufgeladene Kugeln von gleicher Größe mit je einer Gewichtskraft von $F = 0,10 \text{ N}$ hängen an jeweils $\ell = 1,0 \text{ m}$ langen Fäden am selben Haken. Die beiden Fäden schließen einen Winkel von $\alpha = 10^\circ$ ein.

Stellen Sie den Sachverhalt unter Berücksichtigung der wirkenden Kräfte in einer Skizze dar.

Berechnen Sie den Abstand der Kugelmittelpunkte sowie die Ladung jeder Kugel.

Thema 2: Physik des Autos

1 Verbrennungsmotoren

- 1.1 Beschreiben Sie den prinzipiellen Aufbau und erläutern Sie die prinzipielle Wirkungsweise des Viertakt-Ottomotors oder des Viertakt-Dieselmotors.
- 1.2 Vereinfacht können die realen Prozesse von Verbrennungsmotoren durch ideale Kreisprozesse ersetzt werden (Bild 1 bzw. 2).

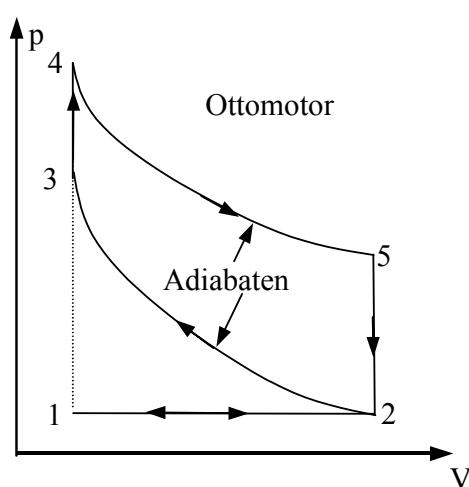


Bild 1

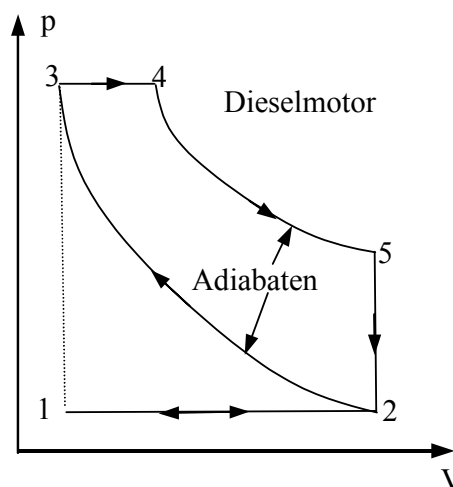


Bild 2

Nennen Sie die im $p(V)$ -Diagramm im Bild 1 oder im Bild 2 dargestellten Zustandsänderungen und wenden Sie jeweils den 1. Hauptsatz der Thermodynamik darauf an.

Erläutern Sie, wie man aus einem solchen $p(V)$ -Diagramm die Nutzarbeit pro Umlauf näherungsweise ermitteln kann.

2 Bewegungsvorgänge

- 2.1 Auf einer vierspurigen Schnellstraße fährt ein LKW mit konstanter Geschwindigkeit von $v_L = 80 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ an einer Kreuzung vorbei. In diesem Moment startet in gleicher Richtung von dort aus ein PKW mit einer konstanten Beschleunigung von $a_P = 1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

Berechnen Sie, nach welcher Zeit und innerhalb welcher Fahrstrecke der PKW seine Endgeschwindigkeit von $v_P = 100 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ erreicht, die er anschließend beibehält.

Ermitteln Sie grafisch, nach welcher Zeit der LKW vom PKW eingeholt wird.

- 2.2 Einige Zeit nach dem Überholvorgang fährt der PKW in einen Kreisverkehr. Der Massenmittelpunkt der Vorderachse des PKW hat eine Geschwindigkeit von $v_K = 18 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ und beschreibt eine Kreisbahn mit dem Radius $r = 16,75 \text{ m}$.

Berechnen Sie die Bahngeschwindigkeiten der Mittelpunkte des linken und rechten Vorderrades, wenn diese einen Abstand voneinander von $d = 1,5 \text{ m}$ haben.

3 Auffahrunfall

- 3.1 Ein Kleinwagen fährt auf trockener Straße mit konstanter Geschwindigkeit von $v = 50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ auf eine Ampelkreuzung zu. In einer Entfernung von $s = 40 \text{ m}$ vor der Ampel wechselt die Grünphase in die Gelbphase. Nach einer Reaktionszeit von $t_R = 1 \text{ s}$ bremst der Autofahrer des Kleinwagens mit einer Bremsbeschleunigung von $a = -4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

Entscheiden Sie durch Rechnung, ob der Autofahrer vor der Ampel zum Stehen kommt.

- 3.2 In der Spur des auf die Kreuzung zufahrenden Kleinwagens ($m_1 = 1,0 \text{ t}$) steht bereits vor der Ampel ein Mittelklassewagen ($m_2 = 1,5 \text{ t}$) mit einer Länge von $\ell = 4,5 \text{ m}$. Der Kleinwagen fährt mit einer Geschwindigkeit von $v_K = 4,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ auf den Mittelklassewagen auf. Die Fahrzeuge verkeilen sich und rutschen auf die Kreuzung.

Beschreiben Sie die Auswirkungen des Zusammenstoßes auf die Insassen der beiden Fahrzeuge aus physikalischer Sicht.

Erläutern Sie drei Sicherheitsmaßnahmen, die die Wirkungen des Zusammenstoßes verringern.

Berechnen Sie die Geschwindigkeit der beiden Fahrzeuge nach dem Stoß.

4 Beschleunigungsmesser

In einem mit konstanter Beschleunigung a auf einer waagerechten Straße fahrenden Auto will ein Schüler mit einem selbstgebauten Gerät die Beschleunigung messen. Das Gerät besteht aus einer Kugel der Masse m , die an einem dünnen Faden im Nullpunkt eines Winkelmessers aufgehängt ist. Dieser wird parallel zur Fahrtrichtung angebracht. Der Auslenkwinkel α wird gegen die Vertikale gemessen (Bild 3).

Leiten Sie anhand einer Skizze eine Beziehung zwischen der Beschleunigung a und dem Auslenkwinkel α her.

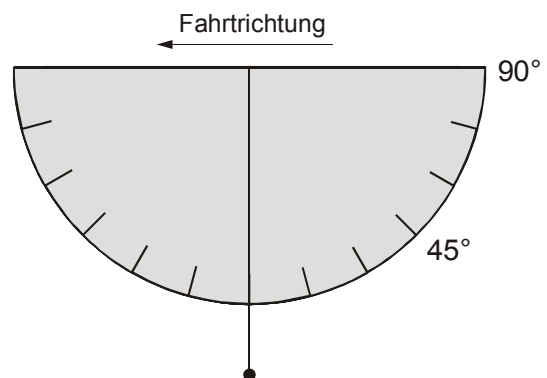


Bild 3

Thema 3: Atommodelle und radioaktiver Zerfall

1 Atommodell von Rutherford

- 1.1 Beschreiben Sie das Prinzip und die wesentlichen experimentellen Ergebnisse des Streuversuchs von Rutherford. Stellen Sie den Zusammenhang zu den Aussagen des Atommodells von Rutherford her. Nennen Sie die Grenzen dieses Atommodells.
- 1.2 Bei einem Experiment wird die Streuung von zweifach positiv geladenen α -Teilchen an Kernen von Aluminiumatomen um 180° aufgrund der Wirkung des elektrischen Feldes beobachtet. Die α -Teilchen haben einen Radius von $r_\alpha = 2,0 \cdot 10^{-15}$ m und eine kinetische Energie von $E_{\text{kin}} = 6,0$ MeV.

Berechnen Sie daraus einen Näherungswert für den Kernradius des Aluminiumatoms.

Hinweise:

Berücksichtigen Sie dabei, dass der kleinste Abstand zwischen den Teilchen als Summe ihrer Kernradien erreicht ist, wenn die kinetische Energie vollständig in potentielle Energie umgewandelt ist. Für die potentielle Energie gilt: $E_{\text{pot}} = \frac{Q_1 \cdot Q_2}{4\pi \cdot \epsilon_0 \cdot r}$.

Berechnen Sie die Geschwindigkeit und den Impuls, den der ruhende Aluminiumkern durch den voll elastischen Rückstoß bekommt.

Daten: $m_\alpha = 4,00261$ u; $m_{\text{Al}} = 26,98149$ u

2 Atommodell von Bohr

- 2.1 Erläutern Sie die Grundannahmen (Postulate) des Bohr'schen Atommodells. Gehen Sie auf Leistungen und Grenzen dieses Atommodells ein.
- 2.2 Für das Wasserstoffatom ergibt sich nach dem Bohr'schen Modell für die Geschwindigkeit v_n und den Bahnradius r_n des Elektrons mit der Masse m_e auf der n -ten Quantenbahn:

$$v_n = \frac{e^2}{2 \cdot h \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{1}{n} \quad (1)$$

$$r_n = \frac{h^2 \cdot \epsilon_0}{\pi \cdot m_e \cdot e^2} \cdot n^2 \quad (2)$$

Interpretieren Sie diese Gleichungen.

- 2.3 Mithilfe der Gleichungen (1) und (2) lässt sich folgender Ausdruck für die Gesamtenergie eines Elektrons auf der n -ten Bahn herleiten:

$$E_n = -\frac{1}{8} \cdot \frac{m_e \cdot e^4}{\epsilon_0^2 \cdot h^2} \cdot \frac{1}{n^2} \quad (3)$$

Berechnen Sie die ersten sechs Energiewerte für das Wasserstoffatom und zeichnen Sie das zugehörige Energieniveauschema (Maßstab: 1 eV \triangleq 1 cm).

Verwenden Sie das Energieniveauschema zur Deutung des Emissionsspektrums des Wasserstoffatoms.

Erläutern Sie das Wesen der Spektralanalyse.

3 Radioaktiver Zerfall

Das radioaktive Kohlenstoffisotop C-14 entsteht aus dem Stickstoff N-14 der Atmosphäre durch eine Kernreaktion mit Neutronen. Dieses Kohlenstoffisotop ist ein β^- -Strahler mit einer Halbwertszeit $t_H = 5,73 \cdot 10^3$ a .

- 3.1 Geben Sie die vollständigen Reaktionsgleichungen für die Entstehung von C-14 in der Atmosphäre und für den β^- -Zerfall an.
- 3.2 Das berühmte „Grabtuch Christi“ im Dom zu Turin besteht aus pflanzlichen Leinenfasern, deren Alter mithilfe des radioaktiven Zerfalls bestimmt werden kann. In einem Gramm Kohlenstoff dieser lebenden Pflanzenfasern finden pro Minute etwa 16 Zerfälle von C-14-Atomen statt.

Berechnen Sie, in welchem Jahr das Tuch etwa hergestellt sein könnte, wenn in einem Labor im Jahr 2004 an einer Gewebeprobe mit einem Kohlenstoffgehalt von 2,99 g eine Aktivität von $A = 0,727$ Bq gemessen wird.

Thema 1: Praktische Anwendungen physikalischer Gesetze

Aufgabe 1	BE 12
------------------	------------------------

1.1 Nennen und erläutern an je einem Beispiel von Wechselwirkungsgesetz, Trägheitsgesetz, Grundgesetz

1.2

Fall	Erklärung
a)	mit Wechselwirkungsgesetz
b)	mit Trägheitsgesetz z. B. Kurvenfahrt
c)	mit Wechselwirkungsgesetz

Aufgabe 2	18
------------------	-----------

2.1 von F nach A: $E_{\text{kin F}} = E_{\text{kin A}} ; E_{\text{pot F}} = E_{\text{pot A}}$
 von A nach B: $E_{\text{kin A}} + E_{\text{pot A}} = E_{\text{kin B}} + E_{\text{rot B}} + E_{\text{pot B}} + W_R$
 von B nach C: $E_{\text{kin B}} + E_{\text{rot B}} + E_{\text{pot B}} = E_{\text{ges}}$

2.2
$$v_B = \sqrt{\frac{4}{3} g \cdot \ell \cdot (\sin \alpha - \mu \cdot \cos \alpha) + \frac{2}{3} v_F^2} \quad v_B = 2,9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$E_{\text{gesC}} = \left(\frac{3}{4} v_B^2 + g \cdot h \right) \cdot m \quad E_{\text{gesC}} = 198 \text{ J}$$

Aufgabe 3	10
------------------	-----------

3.1 $F_{\text{Rad}} = F_R \quad \mu = 0,21$

3.2 Skizze der Kraftzerlegung

$$\tan \alpha = \frac{F_{\text{Rad}}}{F_G} \quad \alpha = 25,3^\circ$$

Aufgabe 4	10
------------------	-----------

Skizze der Kraftzerlegung

Abstand $r = 2 \cdot \ell \cdot \sin 5^\circ \quad r = 0,17 \text{ m}$

Aus dem Coulomb'schen Gesetz folgt mit

$Q_1 = Q_2$ und $F_{\text{el}} = m \cdot g \cdot \tan 5^\circ \quad Q = 1,7 \cdot 10^{-7} \text{ C}$

Thema 2: Physik des Autos

Aufgabe 1	BE 13
------------------	------------------------

- 1.1 Beschreibung des Aufbaus und Erklärung der Wirkungsweise des Viertakt-Ottomotors oder des Viertakt-Dieselmotors
- 1.2 Nennen der Zustandsänderungen und Anwenden des 1. Hauptsatzes
Erläuterung der Ermittlung der Nutzarbeit

Aufgabe 2	12
------------------	-----------

2.1 $t_p = \frac{\Delta v}{a}$ $t_p = 27,8 \text{ s}$ $s_p = \frac{a}{2} \cdot t^2$ $s_p = 386 \text{ m}$

s(t)-Diagramm

$t_{\text{eingeholt}} \approx 70 \text{ s}$

2.2 $\omega = \frac{v_K}{r} = \frac{v_{Ri}}{r - \frac{d}{2}} = \frac{v_{Ra}}{r + \frac{d}{2}}$

$v_{Ri} = v_K \cdot \frac{r - \frac{d}{2}}{r} = 17,2 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$

$v_{Ra} = v_K \cdot \frac{r + \frac{d}{2}}{r} = 18,8 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$

Aufgabe 3	20
------------------	-----------

3.1 $s_{\text{Anhalteweg}} = s_R + s_B = v_0 \cdot t_R + \left(-\frac{v_0^2}{2 \cdot a_B} \right) = 38 \text{ m}$

Der PKW kommt noch vor der Ampel zum Stehen.

- 3.2 Beschreiben der Auswirkungen des Zusammenstoßes
Erläuterung der Wirkungen der Sicherheitsmaßnahmen

$u = \frac{m_1 \cdot v_K}{m_1 + m_2}$ $u = 1,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Aufgabe 4	5
------------------	----------

Skizze

$a = g \cdot \tan \alpha$

Thema 3: Atommodelle und radioaktiver Zerfall

Aufgabe 1	BE 18
------------------	------------------------

1.1 Prinzip und Ergebnisse des Streuversuchs beschreiben, Zusammenhang zu den Aussagen des Atommodell von Rutherford herstellen, Grenzen nennen

1.2 $E_{\text{kin}} = E_{\text{pot}} ; r = 6,2 \cdot 10^{-15} \text{ m}$

$$r_{\text{Al}} = r - r_{\alpha} = 4,2 \cdot 10^{-15} \text{ m}$$

z. B.: $u_{\text{Al}} = \frac{2 \cdot m_{\alpha} \cdot v_{\alpha}}{m_{\alpha} + m_{\text{Al}}} \quad u_{\text{Al}} = 4,4 \cdot 10^6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

$$p = m_{\text{Al}} \cdot u_{\text{Al}} \quad p = 1,97 \cdot 10^{-19} \text{ Ns}$$

Aufgabe 2	22
------------------	-----------

2.1 Bohr'sche Postulate erläutern
Leistungen und Grenzen des Bohr'schen Atommodells nennen

2.2 Interpretation der Gleichungen für v_n und r_n

2.3 Berechnung der ersten sechs Energiewerte des Energieniveauschemas des Wasserstoffatoms:

$$E_1 = - 13,6 \text{ eV}$$

$$E_2 = - 3,40 \text{ eV}$$

$$E_3 = - 1,51 \text{ eV}$$

$$E_4 = - 0,85 \text{ eV}$$

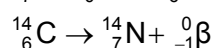
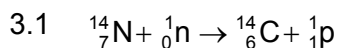
$$E_5 = - 0,54 \text{ eV}$$

$$E_6 = - 0,38 \text{ eV}$$

Energieniveauschema

Deutung des Spektrums des Wasserstoffatoms
Erläuterung des Wesens der Spektralanalyse

Aufgabe 3	10
------------------	-----------



3.2 z. B.: $A = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$ mit $\lambda = \frac{\ln 2}{t_H}$

Herstellung um 1240