



# SACHSEN-ANHALT

Kultusministerium

## SCHRIFTLICHE ABITURPRÜFUNG 2012

### PHYSIK (Leistungskursniveau)

Einlesezeit: 30 Minuten

Bearbeitungszeit: 300 Minuten

---

Aus jedem Themenblock ist ein Thema auszuwählen und anzukreuzen.

Gewählte Themen:

#### Themenblock Grundlagen

---

Thema G1	Kräfte und Bewegungen	<input type="checkbox"/>
Thema G2	Ionisierte Gase, elektrische und magnetische Felder	<input type="checkbox"/>

#### Themenblock Vertiefungen

---

Thema V1	Thermisches Verhalten realer Gase	<input type="checkbox"/>
Thema V2	Vorhersagbarkeit und deren Grenzen (Themaufgabe)	<input type="checkbox"/>
Thema V3	Untersuchungen zum Luftwiderstand	<input type="checkbox"/>

Unterschrift des Prüflings:

**Thema G1: Kräfte und Bewegungen**

**1 Analyse einer Bewegung**

Für einen Körper der Masse  $m = 100 \text{ g}$  wurde das nebenstehende  $a(t)$  - Diagramm (Bild 1) aufgenommen.

Die Anfangsgeschwindigkeit beträgt  $v_0 = 2,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

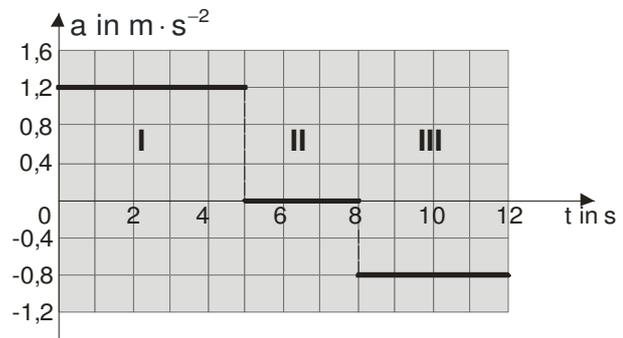


Bild 1

1.1 Ordnen Sie den Abschnitten I bis III die zugehörigen Bewegungsarten zu und begründen Sie die Zuordnung.

Berechnen Sie die jeweils beschleunigende Kraft.

1.2 Zeichnen Sie das zugehörige  $v(t)$  - Diagramm für  $0 \leq t \leq 12 \text{ s}$ . Berechnen Sie die dafür notwendigen Werte.

Beschreiben Sie, wie mithilfe des  $v(t)$  - Diagramms der zurückgelegte Weg bestimmt werden kann.

**2 Zusammenhang zwischen Kraft und Bewegung**

Der Körper aus Aufgabe 1 soll nun aus der Ruhe heraus reibungsfrei das nebenstehende Profil heruntergleiten. Dabei wurde die beschleunigende Kraft in Abhängigkeit von der Zeit gemessen (Bild 2).

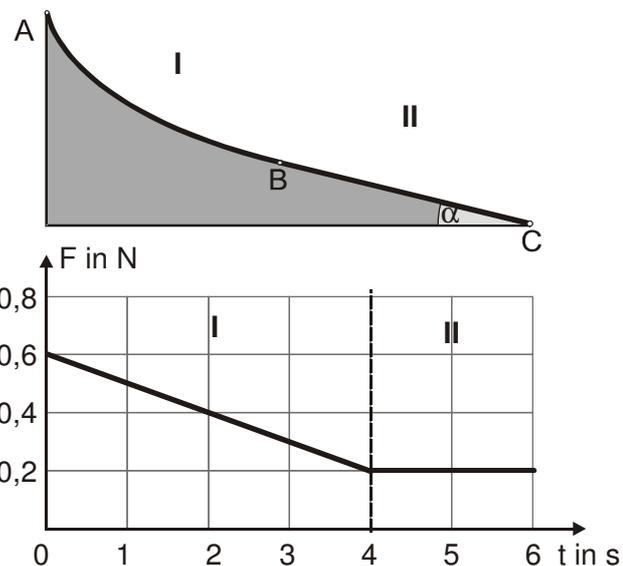


Bild 2

2.2 Zeigen Sie, dass für den Abschnitt I das Weg - Zeit - Gesetz mit

$$s(t) = -\frac{1}{6} \frac{\text{m}}{\text{s}^3} \cdot t^3 + 3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot t^2$$

angegeben werden kann.

Berechnen Sie den Weg, den der Gleitkörper in den dargestellten sechs Sekunden zurückgelegt hat.

2.3 Begründen Sie mithilfe des  $F(t)$  - Diagramms, dass für die ersten vier Sekunden die Kraft in Abhängigkeit von der Zeit mit der Gleichung  $F(t) = -0,1 \frac{\text{N}}{\text{s}} \cdot t + 0,6 \text{ N}$  beschrieben werden kann. Berechnen Sie die fehlenden Werte in folgender Tabelle.

t in s	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
s in m	0	0,73		6,19	10,67	16,15	22,50	29,60	37,33
F in N	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35		0,25	0,20

Zeichnen Sie mithilfe dieser Werte das zugehörige  $F(s)$  - Diagramm für die ersten vier Sekunden und ermitteln Sie daraus die verrichtete Beschleunigungsarbeit für den Abschnitt I.

**3  $\alpha$  - Teilchen im Plattenkondensator**

In einem Plattenkondensator mit regelbarer Gleichspannungsquelle sollen  $\alpha$  - Teilchen beschleunigt werden (Bild 3).

Diese Heliumkerne setzen sich aus zwei Protonen und zwei Neutronen zusammen. Die Anfangsgeschwindigkeit wird vernachlässigt.

Während des Beschleunigungsprozesses wurde das nachfolgende  $U(t)$  - Diagramm aufgezeichnet (Bild 4).

Daten:  $m_\alpha = 4 \text{ u}$   
 $d = 0,10 \text{ m}$

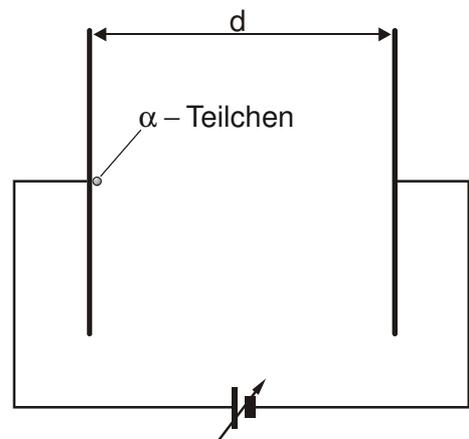


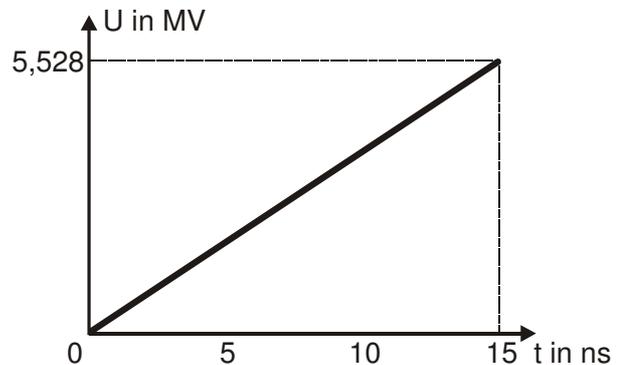
Bild 3

3.1 Zeigen Sie, dass das folgende  $v(t)$  - Gesetz für die Beschleunigung des  $\alpha$  - Teilchens gilt:

$$v(t) = \frac{e \cdot k}{d \cdot m_\alpha} \cdot t^2$$

mit  $k = \frac{\Delta U}{\Delta t} = 3,6853 \cdot 10^{14} \frac{\text{V}}{\text{s}}$  und

$e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ A} \cdot \text{s}$ .



Das  $\alpha$  - Teilchen trifft nach 15 ns auf die negative Platte.

Bild 4

Berechnen Sie die Auftreffgeschwindigkeit.

3.2 Nun wird unter den gleichen Versuchsbedingungen die  $\alpha$  - Quelle durch eine Protonenquelle ersetzt.

Diskutieren Sie die Veränderung des Bewegungsablaufes rein qualitativ. Verwenden Sie dabei  $m_p = u$ .

**Thema G2: Ionisierte Gase, elektrische und magnetische Felder**

**1 Die Ionisationskammer**

Ionisationskammern können zum Nachweis von Kernstrahlung genutzt werden.

Im Bild 1 ist eine Ionisationskammer vereinfacht dargestellt. Die Elektroden sind an eine Gleichspannungsquelle angeschlossen. Das elektrische Feld zwischen den Elektroden ist homogen.

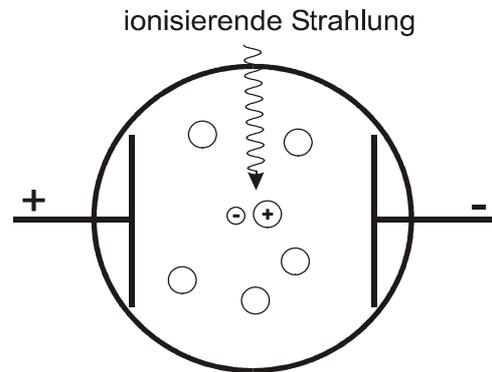


Bild 1

Eintretende Strahlung kann die Gasatome ionisieren. Die entstehenden Ionen und die frei werdenden Elektronen werden zu den Elektroden hin beschleunigt und erzeugen beim Auftreffen einen Spannungsimpuls, der elektronisch ausgewertet wird.

- 1.1 In der Kammer mit dem Volumen  $V = 0,5 \text{ dm}^3$  befindet sich als Füllgas Argon unter dem Druck  $p = 1,4 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  bei Normtemperatur  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Berechnen Sie die Stoffmenge und die Anzahl der Atome des eingeschlossenen Argons.

Berechnen Sie die mittlere Geschwindigkeit der Argon-Atome.

(Ergebnis zur Kontrolle:  $\bar{v} = 413 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ )

- 1.2 Begründen Sie, warum die ungehinderte gerichtete Bewegung der Ionen und der Elektronen im elektrischen Feld als gleichmäßig beschleunigt angesehen werden kann.

In einem speziellen Fall wird der Ionisationsprozess durch ein  $\gamma$ -Quant hervorgerufen. Die Gleichspannung an den Platten mit einem Abstand von  $d = 1,00 \text{ cm}$  beträgt  $U = 500 \text{ V}$ .

Berechnen Sie die Änderung der kinetischen Energie einfach geladener Argon-Ionen  $\text{Ar}^+$  beim Durchlaufen einer Strecke von  $s = 50 \text{ nm}$  in Feldrichtung.

(Ergebnis zur Kontrolle:  $\Delta E_{\text{kin}} = 4,0 \cdot 10^{-22} \text{ J}$ )

Geben Sie für diese Ionen ein Intervall ihrer mittleren kinetischen Energie nach dem Durchlaufen der Strecke  $s$  an.

**2 Ionenstrahlen**

Um einen Strahl aus  $\text{Ar}^+$ -Ionen und  $\text{Ar}^{2+}$ -Ionen zu steuern, wird ein Experiment durchgeführt.

Der Ionenstrahl tritt in ein Magnetfeld der Flussdichte  $B_1 = 2,0 \text{ T}$  ein. Um nur Ionen mit der gleichen Geschwindigkeit herauszufiltern und geradlinig passieren zu lassen, sind zwei Kondensatorplatten im Abstand  $d = 5,0 \text{ cm}$  so vor einer Blende angeordnet, dass die Feldlinien des elektrischen Feldes senkrecht zu den Feldlinien des Magnetfeldes stehen (Bild 2).

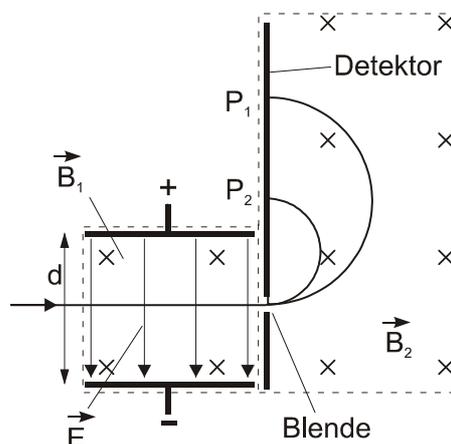


Bild 2

2.1 Erklären Sie die Funktionsweise des Geschwindigkeitsfilters.

Weisen Sie nach, dass die Ladung und die Masse der Ionen keinen Einfluss auf die Geschwindigkeit der gefilterten Ionen des Strahls haben.

2.2 Nach Verlassen des Filters bewegt sich der Strahl aus  $\text{Ar}^+$ -Ionen und  $\text{Ar}^{2+}$ -Ionen durch eine Blende in einem Magnetfeld  $\vec{B}_2$  mit der gleichen Flussdichte  $B_2 = B_1$  weiter und wird auf einen Detektor abgelenkt, der die Strahlen an zwei Stellen  $P_1$  und  $P_2$  registriert.

Geben Sie an, welche der Argon-Ionen im Punkt  $P_1$  bzw. im Punkt  $P_2$  auftreffen. Begründen Sie Ihre Antwort.

Berechnen Sie die erforderliche Spannung am Kondensator des Geschwindigkeitsfilters, wenn der Auftreffort der  $\text{Ar}^+$ -Ionen von der Blende den Abstand  $a = 20 \text{ mm}$  haben soll.

Beschreiben Sie das Bild auf dem Detektor, wenn der Ionenstrahl aus  $\text{Ar}^+$ -Ionen bei abgeschalteten Feldern  $\vec{E}$  und  $\vec{B}_1$  senkrecht zur Blende in das Magnetfeld  $\vec{B}_2$  eintritt. Begründen Sie Ihre Aussagen.

### 3 Bestimmung der magnetischen Flussdichte (Schülerexperiment)

In dieser Aufgabe ist ein Experiment durchzuführen. Bearbeiten Sie dazu die Aufträge der Vorbetrachtungen und führen Sie das Experiment durch. Fertigen Sie ein vollständiges Protokoll an.

#### Auftrag

Bestimmen Sie die magnetische Flussdichte des homogenen Magnetfeldes eines Hufeisenmagneten.

#### Vorbetrachtungen

1 Ein gerader Leiter, der vom Strom  $I$  durchflossen wird, hat die Länge  $s$  und befindet sich in einem homogenen Magnetfeld mit der Flussdichte  $B$ .

Formulieren Sie Aussagen über die auftretenden Kraftvektoren für die folgenden Fälle unter sonst gleichen Bedingungen:

- Der Strom fließt in Richtung des Magnetfeldes.
- Der Strom fließt senkrecht zur Richtung des Magnetfeldes.
- Die Stromrichtung und die Feldrichtung schließen einen Winkel von  $45^\circ$  ein.

- 2 Ein gerader Leiter der Länge  $s$  ist an zwei dünnen Drähten der Länge  $\ell$  mit vernachlässigbarer Masse befestigt. Durch den Leiter fließt der Strom  $I$  so, dass dadurch das Pendel um den Abstand  $d$ , wie im Bild 3 dargestellt, ausgelenkt wird. Die Pendellänge  $\ell$  und die Masse  $m$  sind bekannt.

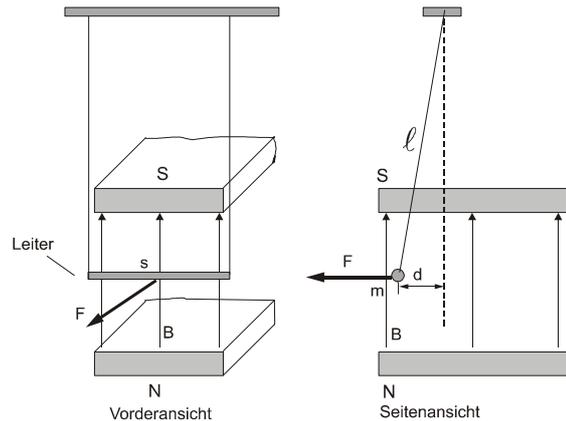


Bild 3

Zeigen Sie, dass die auslenkende Kraft  $F$  für kleine Auslenkwinkel  $\alpha$  mit folgender Gleichung berechnet werden kann:

$$F = \frac{m \cdot g \cdot d}{\ell}$$

Beachten Sie, dass für kleine Winkel die Näherung gilt:  $\sin \alpha = \tan \alpha$ .

- 3 Bei der genutzten Experimentieranordnung kann die Masse der Zuleitungen nicht vernachlässigt werden. Deshalb gilt für die Kraft die Gleichung:

$$F = \frac{m \cdot g \cdot d}{2\ell} \quad (1).$$

### Ablauf des Experimentes

Die Anordnung wird Ihnen entsprechend der Versuchsskizze aufgebaut zur Verfügung gestellt. Die Masse  $m$  des Pendels, seine Länge  $\ell$ , die wirksame Leiterlänge  $s$  und die maximale Stromstärke werden Ihnen von der Lehrkraft mitgeteilt.

Messen Sie die Auslenkung  $d$  für fünf verschiedene Stromstärken.

### Auswertung

Berechnen Sie für die verschiedenen Auslenkungen  $d$  die wirkenden Kräfte mithilfe der Gleichung (1).

Stellen Sie die Messwerte in einem  $F(I)$ -Diagramm dar. Zeichnen Sie eine Ausgleichsgerade durch den Ursprung.

Ermitteln Sie mithilfe des Diagramms die magnetische Flussdichte des homogenen Magnetfeldes des Hufeisenmagneten.

Führen Sie eine Fehlerbetrachtung durch. Gehen Sie insbesondere auf die wirksame Leiterlänge  $s$  im Zusammenhang mit dem realen Magnetfeld ein.

**Thema V1: Thermisches Verhalten realer Gase**

- 1 Die Anwendung der Zustandsgleichung des idealen Gases auf reale Gase ist nur unter bestimmten Bedingungen möglich.

Nennen Sie zwei dieser Bedingungen und begründen Sie Ihre Angaben.

- 2 Van der Waals fand heraus, dass die Gleichung  $\left(p + \frac{n^2 \cdot a}{V^2}\right) \cdot (V - n \cdot b) = n \cdot R \cdot T$  das thermische Verhalten eines realen Gases besser beschreibt, wobei  $a$  und  $b$  gasspezifische Konstanten sind. Dabei berücksichtigt  $a$  die Wechselwirkungskräfte zwischen den Molekülen und  $b$  deren Eigenvolumen.

In Bild 1 sind die Isothermen von einem Mol Kohlenstoffdioxid ( $\text{CO}_2$ ) in einem  $p(V)$ -Diagramm dargestellt.

Dabei gilt für Kohlenstoffdioxid:  $a = 0,364 \text{ N} \cdot \text{m}^4 \cdot \text{mol}^{-2}$  und  $b = 4,27 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ .

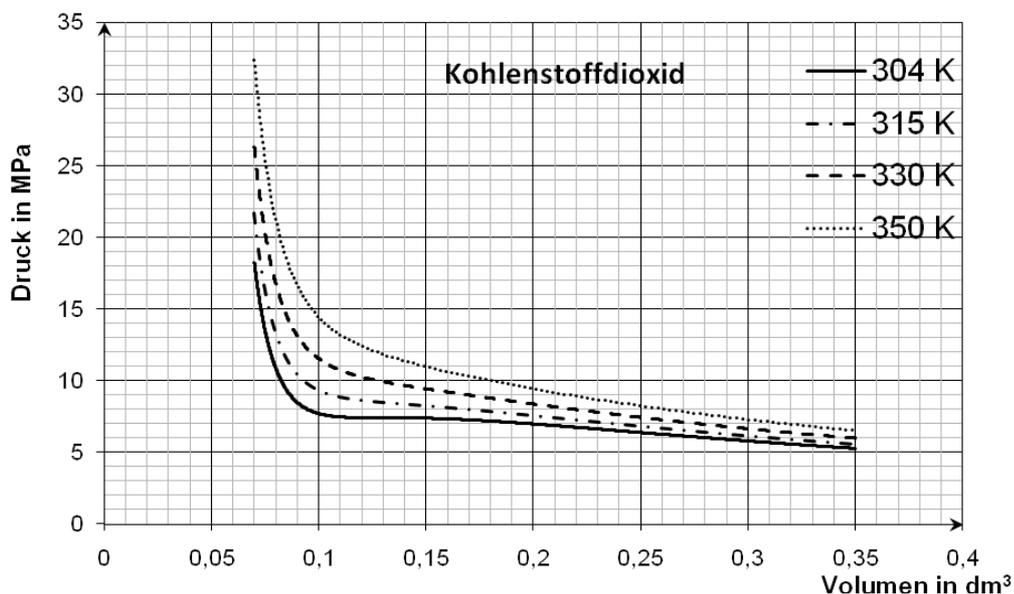


Bild 1

- 2.1 Zeichnen Sie eine Isotherme für ein Mol eines idealen Gases bei 304 K in das vorgegebene Diagramm auf Seite 11 ein. Berechnen Sie die dafür notwendigen Werte.

**Hinweis:** Geben Sie die Seite 11 mit Ihrer Reinschrift ab.

Vergleichen Sie die erhaltene Isotherme des idealen Gases mit den Isothermen des realen Gases  $\text{CO}_2$  und werten Sie das Ergebnis.

- 2.2 Die Temperatur, bei der die Isotherme eines realen Gases einen Wendepunkt  $W(V_{\text{krit}} / p_{\text{krit}})$  mit horizontaler Tangente besitzt, heißt kritische Temperatur  $T_{\text{krit}}$ . Oberhalb dieser Temperatur ist das reale Gas immer gasförmig. Die kritische Temperatur von  $\text{CO}_2$  beträgt 304 K.

Zeigen Sie durch Rechnung, dass für ein Mol  $\text{CO}_2$  das kritische Volumen

$V_{\text{krit}} = 1,28 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$  beträgt. Dabei gilt die Bedingung für diesen Wendepunkt als erfüllt, wenn der Betrag der ersten Ableitung  $\left| \frac{dp}{dV} \right|$  kleiner als  $5 \cdot 10^8 \frac{\text{N}}{\text{m}^5}$  ist.

- 2.3 Berechnen Sie für die Bedingungen von 2.2 den kritischen Druck  $p_{\text{krit}}$  und die Dichte von  $\text{CO}_2$  unter diesen Bedingungen.

## Thema V2: Vorhersagbarkeit und deren Grenzen (Themaufgabe)

Dank der Newton'schen Mechanik konnte die Bewegung von Körpern sowohl auf der Erde als auch im Kosmos berechnet werden.

Nach den großartigen naturwissenschaftlichen Entdeckungen im 18. und 19. Jahrhundert schien es, als könnte man alle Erscheinungen auf der Erde vorhersagen. Der französische Mathematiker Laplace ersann ein Phantasiewesen (einen Dämon), das dazu in der Lage sein sollte, alle künftigen Erscheinungen der Natur zu berechnen. Man bezeichnet diesen Standpunkt als deterministische Weltsicht, die sich auf die Analyse kausaler Zusammenhänge stützt.

Stellen Sie in einer sprachlich geschlossenen und zusammenhängenden Form die Bedeutung und die Grenzen des Determinismus innerhalb der Physik dar.

Gehen Sie dabei u. a. auf die folgenden Schwerpunkte ein:

- Begriff der Kausalität,
- Kausalität am Beispiel der Wurfbahn,
- Bahnbegriff beim Bohr'schen Atommodell und die Heisenberg'sche Unschärferelation,
- Grenzen des Determinismus im Makrokosmos durch chaotisches Verhalten von Körpern.

In Ihre Betrachtungen können Sie die vorgegebenen Materialien einbeziehen.

### Material 1: Laplace'scher Dämon

„Wir müssen also den gegenwärtigen Zustand des Universums als Folge eines früheren Zustandes ansehen und als Ursache des Zustandes, der danach kommt. Eine Intelligenz, die in einem gegebenen Augenblick alle Kräfte kennt, mit denen die Welt begabt ist, und die gegenwärtige Lage der Gebilde, die sie zusammensetzen, und die überdies umfassend genug wäre, diese Kenntnisse der Analyse zu unterwerfen, würde in der gleichen Formel die Bewegungen der größten Himmelskörper und die des leichtesten Atoms einbegreifen. Nichts wäre für sie ungewiss, Zukunft und Vergangenheit lägen klar vor ihren Augen.“

(Quelle: de Laplace, Pierre-Simon: Essai philosophique sur les probabilités. - Paris 1814)

### Material 2: Experimente zum chaotischen Verhalten von Körpern

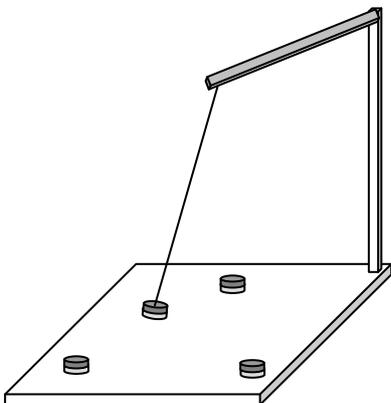


Bild 1



Bild 2

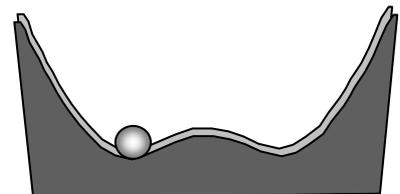


Bild 3

**Thema V3: Untersuchungen zum Luftwiderstand**

- 1 Für einen fallenden Körper in Luft ist die zeitliche Abhängigkeit der Geschwindigkeit im nebenstehenden Diagramm dargestellt (Bild 1).

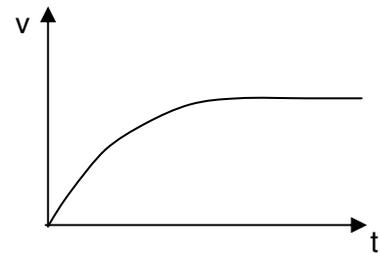


Bild 1

Interpretieren Sie diese Grafik mittels der Gleichung für die Luftwiderstandskraft

$$F_W = 0,5 c_w \cdot \rho_{Luft} \cdot A \cdot v^2 .$$

Hierbei ist  $c_w$  für einen Körper eine Konstante und  $A$  seine Querschnittsfläche.

- 2 Bei einer experimentellen Untersuchung zum Luftwiderstand wird die im Bild 2 dargestellte Versuchsanordnung verwendet. Der Wagen mit der Masse  $m_w$  erfährt durch die Masse  $m_B$  auf dem Wegstück  $\ell$  eine Beschleunigung. Dann setzt die Masse  $m_B$  auf dem Boden auf, der Wagen trifft dann auf den Stempel und wird durch die Feder des Federkraftmessers zur Ruhe gebremst. Dabei drückt er diese um die Strecke  $s$  zusammen. Die Feder hat die Federkonstante  $D$ .

Zur Untersuchung des Luftwiderstandes können Platten verschiedener Fläche  $A_p$  aufgesetzt werden. Während der Messungen wird durch Auflegen von Ausgleichsmassen die Gesamtmasse des Wagens konstant gehalten.

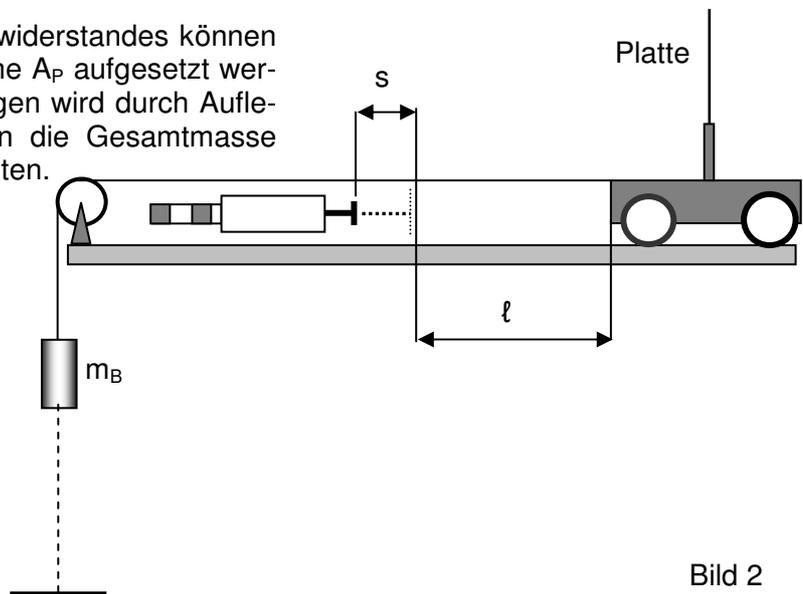


Bild 2

Daten der Messung:

- $m_w = 1,185 \text{ kg}$
- $m_B = 100 \text{ g}$
- $\ell = 70 \text{ cm}$
- $D = 83,3 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$

Platte Nr.	-	1	2	3	4
$A_p$ in $\text{cm}^2$	0	403	697	1470	2034
$s$ in cm	9,0	8,8	8,5	8,0	7,5

- 2.1 Zunächst wird die Reibungsarbeit  $W_R$  des rollenden Wagens ohne Luftwiderstandsplatte bestimmt.

Zeigen Sie mithilfe einer Energiebilanz, dass sich für diesen Vorgang ohne Luftwiderstandsplatte folgende Gleichung zur Berechnung der Reibungsarbeit ergibt:

$$W_R = m_B \cdot g \cdot \ell - 0,5 D \cdot s^2$$

Beachten Sie, dass die kinetische Energie der Masse  $m_B$  und die Rotationsenergie der Umlenkrolle vernachlässigt werden. Berechnen Sie die Reibungsarbeit.

Ermitteln Sie daraus den Reibungskoeffizienten  $\mu$  für die benutzte Anordnung, wobei die Reibungsarbeiten an der Rolle und am Federkraftmesser vernachlässigt werden können.

(Ergebnis zur Kontrolle:  $\mu = 0,038$ )

- 2.2 Anschließend wird eine Untersuchung der Abhängigkeit der Luftwiderstandskraft von der Plattenfläche  $A_P$  vorgenommen.

Leiten Sie folgende Gleichung zur Berechnung der mittleren Luftwiderstandskraft her:

$$\overline{F}_W = \frac{m_B \cdot g \cdot \ell - 0,5 D \cdot s^2}{\ell + s} - \mu \cdot m_W \cdot g.$$

Zeichnen Sie ein  $\overline{F}_W (A_P)$  - Diagramm. Berechnen Sie die dafür erforderlichen Werte.

Vergleichen Sie die gefundene Abhängigkeit  $\overline{F}_W (A_P)$  mit der theoretisch zu erwartenden.

**Arbeitsblatt zu Aufgabe V1**

Name:

