

# KULTUSMINISTERIUM DES LANDES SACHSEN-ANHALT



Abitur 2001

Physik  
(Grundkurs)

Arbeitszeit: 210 Minuten

---

Thema 1

Aufgaben aus der Thermodynamik  
und der Mechanik

Thema 2

Bewegungsänderungen

Thema 3

Quanten- und Kernphysik

**Thema 1: Aufgaben aus der Thermodynamik und der Mechanik****1 Kreisprozesse**

Bild 1 zeigt das p-V-Diagramm eines idealisierten Kreisprozesses einer Wärmekraftmaschine. Als Arbeitsmittel dienen 0,5 mol eines idealen Gases. Weiterhin sind bekannt:  $p_2 = 3p_1$ ,  $V_4 = 3V_1$ ,  $V_1 = V_2$ ,  $V_4 = V_3$  und  $T_2 = 1200 \text{ K}$ . Die Maschine läuft mit einer konstanten Drehzahl von  $3000 \text{ min}^{-1}$ .

- 1.1 Beschreiben Sie den Kreisprozess für die Wärmekraftmaschine und wenden Sie den 1. Hauptsatz der Thermodynamik auf diese Zustandsänderungen an. Ermitteln Sie die bei einer Umdrehung abgegebene Arbeit und die Leistung der Wärmekraftmaschine.
- 1.2 Begründen Sie, dass der Kreisprozess bei einer Wärmepumpe in umgekehrter Richtung durchlaufen werden muss.

**2 Kühlschranks und Wärmepumpe**

- 2.1 Erläutern Sie Unterschiede und Gemeinsamkeiten hinsichtlich der Anwendung und der Arbeitsweise eines Kühlschranks und einer Wärmepumpe.
- 2.2 Ein Kühlschrank wird längere Zeit mit geöffneter Tür in einem abgeschlossenen Raum betrieben.

Entscheiden Sie, ob die Raumtemperatur steigt, sinkt oder gleich bleibt. Begründen Sie Ihre Entscheidung.

**3 Taucherglocke**

Eine Taucherglocke besteht aus einem großen unten offenen hohlen Behälter, der entsprechend Bild 2 ins Wasser gesenkt wird. Sein großes Gewicht kompensiert den Auftrieb und sein Hohlraum bietet Tauchern genügend Luft zum Atmen. Im Folgenden sei von einer konstanten Wasserdichte  $\rho = 1 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$  auszugehen.

- 3.1 Zeigen Sie, dass das Wasser in Abhängigkeit von der Wassertiefe  $h_w$  einen Druck  $p_w = \rho \cdot g \cdot h_w$  hervorruft.

Begründen Sie das zunehmende Eindringen des Wassers, wenn die Glocke abgesenkt wird.

- 3.2 Bei einem praktischen Einsatz wird die Glocke mit einer Gesamthöhe von 2,0 m bei einem atmosphärischen Druck von 101,3 kPa und 27 °C Lufttemperatur ins Wasser gesenkt. Die Unterkante der Taucherglocke erreicht eine Tiefe von 4,5 m unter dem Wasserspiegel. Hat sich die Temperatur der Luft der Wassertemperatur angeglichen, stellt sich in der Glocke die Wasserhöhe von  $h = 0,65 \text{ m}$  ein.

Berechnen Sie unter den genannten Bedingungen die Temperatur der eingeschlossenen Luft.

#### 4 Energieumwandlungen

Auf einer Drehmaschine (Bild 3) wird ein Werkstück aus Stahl bearbeitet. Die Geschwindigkeit, mit der der Span abgehoben wird, beträgt  $42 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ . Tangential zur Oberfläche des Werkstücks wirkt auf den Drehmeißel eine Kraft von  $3,1 \text{ kN}$ . Der abgehobene Span hat eine konstante Querschnittsfläche von  $1,5 \text{ mm}^2$ . Die Anfangstemperatur des Werkstücks beträgt  $19 \text{ }^\circ\text{C}$ . Von der beim Zerspanen zugeführten Energie sollen sich  $45 \%$  als Erhöhung der inneren Energie des Drehspans auswirken.

Berechnen Sie die Leistung, die der Motor der Drehmaschine für das Zerspanen aufbringen muss, die dabei in einer Minute verrichtete mechanische Arbeit in kWh und die Temperatur, auf die sich der Span erhitzt.

## Thema 2: Bewegungsänderungen

### 1 Reibung

Ein Eisenbahnwaggon mit einer Leermasse von 10 t und einer Anfangsgeschwindigkeit  $v_1 = 0,4 \text{ ms}^{-1}$  bewegt sich den im Bild 1 dargestellten Ablaufberg herunter. Am Ende des geneigten Teils der Bahn hat er die Geschwindigkeit  $v_2 = 4,9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Am Übergang vom geneigten zum waagerechten Teil der Bahn bewegt sich der bis dahin leere Waggon durch eine Füllrichtung und wird dort mit 18 t Schüttgut beladen. Er rollt weiter und bleibt schließlich aufgrund der auftretenden Reibungskräfte im Punkt  $P_3$  des waagerechten Bahnabschnittes stehen.

- 1.1 Bestimmen Sie die Reibungsarbeit für den ersten Teil der Bahn ( $P_1 \rightarrow P_2$ ). Zeigen Sie, dass der Reibungskoeffizient 0,005 beträgt und berechnen Sie die Strecke, die der Waggon nach dem Beladen bei gleich bleibender Reibung bis zum Stillstand noch weiter rollt.
- 1.2 Zeichnen Sie ein v-t-Diagramm für die Bewegung des Waggons von  $P_1$  bis  $P_3$ . Gehen Sie dabei davon aus, dass der Ladevorgang nur 1,7 s dauert. Betrachtet werden soll die Bewegung des Massenmittelpunktes. Alle Beschleunigungs- und Bremsvorgänge sollen gleichmäßig verlaufen.

### 2 Beschleunigungsvorgänge

Der ICE 3 der Deutschen Bahn mit einer Leermasse von 435 t benötigt 49 s für die Beschleunigung von 0 auf  $100 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ .

- 2.1 Ermitteln Sie anhand der vorgegebenen Daten die Beschleunigungsarbeit für den ICE 3.
- 2.2 Berechnen Sie die Beschleunigungszeit, wenn der ICE 3 auf einer Strecke mit 2% Steigung beschleunigt, dabei außerdem mit je 300 Personen besetzt ist und man eine Masse von 70 kg pro Fahrgast annimmt? Die als konstant angenommene Leistung beträgt 3,4 MW.

### 3 Kurvenfahrt

Aus Sicherheitsgründen werden bei Eisenbahnstrecken Kurven überhöht. Berechnen Sie den Winkel der Kurvenüberhöhung für einen Streckenabschnitt mit einem Kurvenradius von 1000 m und eine Geschwindigkeit von  $120 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ .

Begründen Sie Ihren Lösungsweg unter Nutzung eines geeigneten Kräfteparallelogramms.

#### 4 Bremsvorgang

Ein moderner Straßenbahnzug mit einer Gesamtmasse von 36,5 t soll 4 Antriebsachsen mit insgesamt 8 Antriebsrädern und 2 Achsen mit 4 Laufrädern haben.

Während die Antriebsräder einen Durchmesser von 900 mm haben, beträgt er bei den Laufrädern nur 700 mm.

Es soll angenommen werden, dass ein solcher Straßenbahnzug 50 m vor einer Kreuzung beginnt, gleichmäßig von  $60 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  auf  $20 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  abzubremsen.

- 4.1 Bestimmen Sie die Bremsdrehmomente der Antriebsräder und der Laufräder für den Fall, dass die Reibungskräfte beim Bremsen bei allen Rädern gleich sind.
- 4.2 Bei Verkehrsmitteln, die mit Elektromotoren angetrieben werden, spielen auch Überlegungen zur Energierückgewinnung bei Bremsvorgängen eine wesentliche Rolle. Unter günstigsten Bedingungen kann man bis zu 40 % der Energie wieder nutzbar machen.

Erläutern Sie, wie über die Antriebsräder Energie beim Bremsen zurückgewonnen werden kann. Begründen Sie dabei den Umstand, dass die Bremswirkung und die Energierückgewinnung bei höheren Geschwindigkeiten effektiver ist als bei niedrigen.

## Thema 3: Quanten- und Kernphysik

### 1 Elementarladung und elektrische Feldkonstante

- 1.1 In der folgenden Tabelle sind Ergebnisse eines MILLIKAN-Experimentes nach der Schwebemethode dargestellt. Sie enthält Angaben über die eingestellten Spannungen, die Massen und die Ladungen der schwebenden Tröpfchen.

U in V	m in $10^{-15}$ kg	Q in $10^{-19}$ C
65	2,12	16,02
87	0,56	3,20
78	1,03	6,41
112	1,10	4,81
11	0,30	14,42
184	0,61	1,60
79	1,55	9,61
35	1,16	16,02
126	1,24	4,81
78	1,03	6,41
154	4,04	12,82

Beschreiben Sie eine mögliche Durchführung des Experimentes. Zeigen Sie, dass aus den vorliegenden Angaben auf die Elementarladung  $e$  geschlossen werden kann.

- 1.2 Stellen Sie das elektrische Feld eines luftgefüllten Plattenkondensators mithilfe von Feldlinien dar. Unterscheiden Sie homogene und inhomogene Feldanteile. In den Punkten A und B befinden sich jeweils gleich große positiv geladene Probekörper (Bild 1). Beschreiben und begründen Sie die Bahn und die Bewegungsart nach dem Loslassen der beiden Ladungen. Der Einfluss der Gravitation bleibt unberücksichtigt.

Nachfolgend soll ein Plattenkondensator mit ausschließlich homogenen Feldanteilen betrachtet werden.

Berechnen Sie aus den gegebenen Daten die elektrische Feldkonstante  $\epsilon_0$ .

Daten:  $U = 100$  V                       $A = 508$  cm<sup>2</sup>  
 $d = 15$  mm                               $Q = 3 \cdot 10^{-9}$  C

### 2 Spezifische Ladung

Beschreiben Sie Aufbau und Durchführung eines Experimentes zur Bestimmung der spezifischen Ladung  $\frac{e}{m}$  von Elektronen im homogenen Magnetfeld, und leiten Sie

eine Gleichung für die Bestimmung der spezifischen Ladung  $\frac{e}{m}$  her.

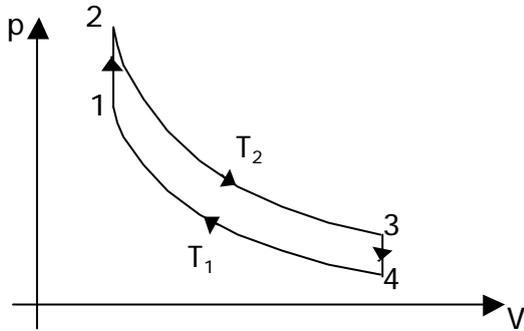
### 3 Kernreaktionen und Kernstrahlung

- 3.1 Der Kern  $^{232}\text{Th}$  zerfällt über die Zwischenkerne  $^{228}\text{Ra}$  und  $^{228}\text{Ac}$  in  $^{208}\text{Pb}$ .  
Erläutern Sie die jeweils ablaufenden Spontanzerfälle unter Verwendung der zugehörigen Zerfallsgleichung.
- 3.2 Gegeben ist ein Gemisch radioaktiver Isotope, welches  $\alpha$ -,  $\beta^-$ - und  $\gamma$ -Strahlung aussendet.  
Erläutern Sie, wie und warum man die Arten der ausgesandten Strahlung mithilfe eines konstanten, homogenen Magnetfeldes experimentell trennen kann.
- 3.3 Im Inneren der Sonne findet u. a. der Fusionsprozess von  $^{14}\text{N}$ -Kernen und Wasserstoffkernen statt.  
Berechnen Sie den Massendefekt für diese Reaktion und die dabei freigesetzte Energie in MeV.

Isotop	Masse
$^{14}\text{N}$	14,0030744 u
$^1\text{H}$	1,0078252 u
$^{15}\text{O}$	15,0030703 u

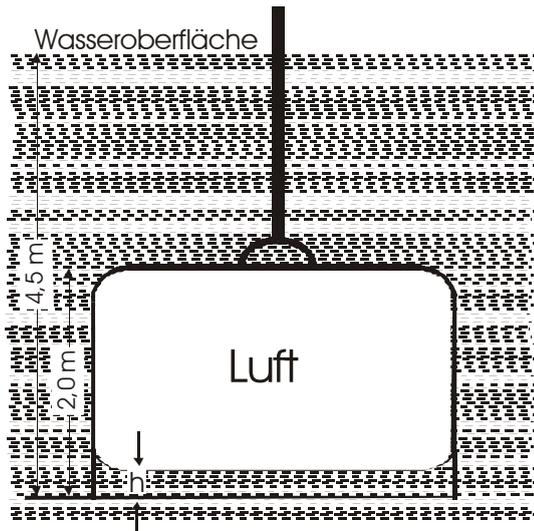
**Thema 1: Aufgaben aus der Thermodynamik und der Mechanik**

**Bild 1 zu Aufgabe 1: Kreisprozesse**

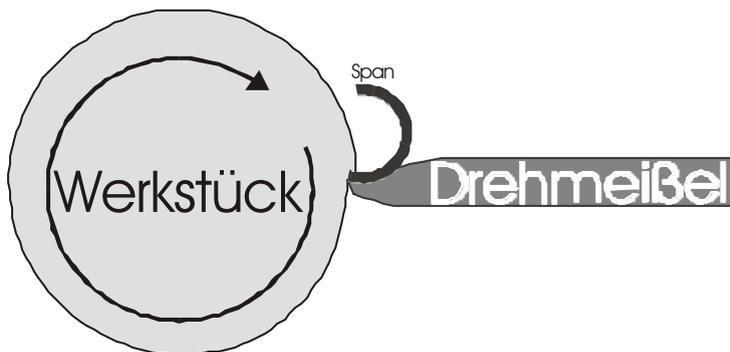


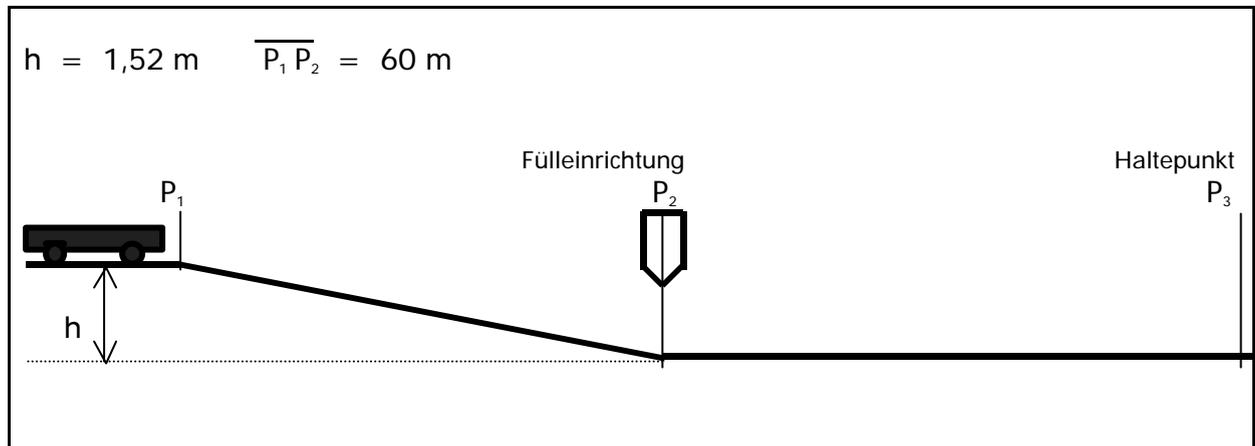
$T_1 = \text{konst.}$   
 $T_2 = \text{konst.}$

**Bild 2 zu Aufgabe 3: Taucherglocke**



**Bild 3 zu Aufgabe 4: Energieumwandlungen**



**Thema 2: Bewegungsänderungen****Bild 1 zu Aufgabe 1: Reibung**

**Thema 3: Quanten- und Kernphysik****Bild 1 zu Aufgabe 1.2**