

## Klausuraufgaben Version 1

### 1. Kernzerfall als Uhr

(6 Punkte)

Beim Kernzerfall ist die Aktivität  $A = \frac{dN}{dt}$  proportional zur Zahl der vorhandenen zerfallsaktiven Kerne  $N(t)$ .

- a) Bestimmen Sie den zeitlichen Verlauf von  $N(t)$ .
- b) Nach welcher Zeit liegt nur noch die Hälfte der ursprünglich vorhandenen aktiven Kerne vor ?
- c) Das Verhältnis des radioaktiven Kohlenstoffisotops  $C^{14}$  zu dem nicht aktiven Isotop  $C^{12}$  ist in der Atmosphäre konstant. Daher findet man in lebenden Organismen das gleiche Verhältnis. Nach dem Tod des Organismus wird kein Kohlenstoff mehr aus der Atmosphäre aufgenommen; der Anteil des radioaktiven Kohlenstoffisotops sinkt also zeitabhängig.

Aus den Überresten eines alten Baumes wurde der Kohlenstoff extrahiert und dessen Aktivität gemessen. Sie betrug ein Fünftel der Aktivität derselben Menge Kohlenstoffs eines heute lebenden Baumes. Wann starb der Baum, wenn die Halbwertszeit von  $C^{14}$  5730 Jahre beträgt ?

### 2. Drehmoment und Drehimpuls

(6 Punkte)

Ein Kugel der Masse  $m=0.5\text{kg}$  wird durch eine senkrecht zu ihrer Bewegungsrichtung wirkenden Kraft  $|\vec{F}|=20\text{N}$  auf einer Kreisbahn mit dem Radius  $r$  gehalten. Die Bahngeschwindigkeit der Kugel beträgt  $v=2\text{m/s}$ .

- a) Wie groß ist der Radius  $r$  ?
- b) Wie groß ist das Drehmoment  $|\vec{M}|$  ?
- c) Wie groß ist der Drehimpuls  $|\vec{L}|$  ?

### 3. Arbeit

(8 Punkte)

- a) Beschleunigungsarbeit

Wie groß ist die Arbeit, um ein Auto mit der Masse  $m=1000\text{kg}$  von der Geschwindigkeit  $v_1=50\text{km/h}$  auf die Geschwindigkeit  $v_2=100\text{km/h}$  zu beschleunigen ?

- b) Dehnen einer Feder

Eine als masselos zu betrachtende Feder mit der Federkonstanten  $D=30\text{N/m}$  ist an der Decke aufgehängt. Wie groß ist die Auslenkung  $x$  der Feder aus der Ruhelage, wenn die verrichtete Arbeit  $0.6\text{J}$  beträgt ?

c) Wanderer im Harz

Ein Wanderer (Masse  $70\text{kg}$ ) geht von Clausthal ( $600\text{m}$  Höhe) auf den Brocken ( $1140\text{m}$  Höhe). Reichen 2 Dosen Cola aus, um den Energieverbrauch zu kompensieren, wenn eine Dose Cola  $150\text{kJ}$  Energiegehalt hat ?

d) Masse im Gravitationsfeld

Ein Meteorit der Masse  $m$  befindet sich im Gravitationsfeld des Planeten mit der Masse  $M$ . Der Abstand des Meteoriten vom Planeten beträgt  $r$ . Welche Arbeit muß verrichtet werden, um den Meteoriten unendlich weit vom Planeten zu entfernen ?

**4. Coulomb-Kraft**

**(4 Punkte)**

Zwei Protonen befinden sich im Abstand  $a_u$  zueinander.

- Berechnen Sie die Gravitationskraft zwischen den zwei Protonen.
- Berechnen Sie zum Vergleich die Coulomb-Kraft zwischen den zwei Protonen.

Bohrscher Radius  $a_u = 0.53\text{\AA} = 0.053\text{nm}$

Masse des Protons  $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27}\text{kg}$

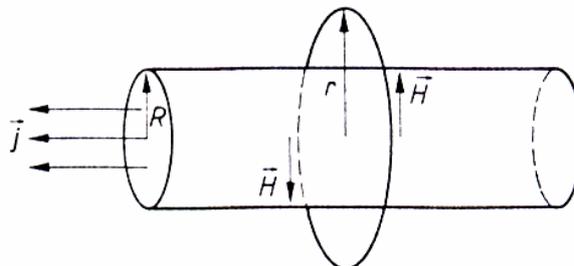
Elementarladung  $e = 1.6 \cdot 10^{-19}\text{C}$

$\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}\text{As} \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$

**5. Magnetfeld eines stromdurchflossenen Stabes**

**(3 Punkte)**

- Wie lautet das Durchflutungsgesetz?
- Berechnen Sie das Magnetfeld innerhalb eines massiven Stabes.
- Berechnen Sie das Magnetfeld außerhalb eines massiven Stabes.



**6. Heiztransformator**

**(2 Punkte)**

In der Sekundärwicklung eines Heiztrafos beträgt die Spannung  $U_2 = 6.3\text{V}$  und es fließt ein Strom von  $I_2 = 2.4\text{A}$ .

- a) Wie groß ist der Strom primärseitig, wenn der Trafo mit  $U_1 = 230\text{V}$  betrieben wird (verlustfreie Rechnung)?
- b) Wie viele Windungen  $N_1$  hat die Primärwicklung, wenn man auf der Sekundärseite  $N_2 = 20$  Windungen zählt?

**7. Eigenfrequenz diverser harmonischer Oszillatoren (4 Punkte)**

Berechnen Sie die Eigenfrequenz  $\omega$  und die Schwingungsdauer  $T$  folgender Oszillatoren:

- a) Fadenpendel ( $l = 1\text{m}$ )
- b) Federpendel ( $m = 1\text{kg}$ ,  $D = 10\text{Nm}^{-1}$ )
- c) Drehpendel ( $J = 1\text{kgm}^2$ ,  $D_\phi = 10\text{Nm}$ )
- d) LC-Kreis ( $L = 1\text{mH}$ ,  $C = 1\mu\text{F}$ )

**8. Laufende Wellen (5 Punkte)**

Auf einem Seil werden Wellen erzeugt, in dem dieses an der Stelle  $x = 0$  mit der Frequenz  $\nu = 4\text{Hz}$  und der Amplitude  $\Psi_0 = 6\text{cm}$  erregt wird. Die Wellenlänge beträgt  $\lambda = 32\text{cm}$ . Zur Zeit  $t = 0$  befinde sich bei  $x = 0$  gerade ein Wellental.

- a) Wie lautet die Zeitabhängigkeit  $\Psi(t)$  für ein Seilteilchen bei  $x = 0$ ?
- b) Welche Maximalgeschwindigkeit  $v_0$  erreicht dieses Teilchen?
- c) Wie lautet  $\Psi(x,t)$  für die gesamte Seilwelle?
- d) Welche Phasengeschwindigkeit  $c$  hat die Welle?

**9. Stehende Welle (4 Punkte)**

Wie lautet die Funktion  $\Psi_2(x,t)$  einer Welle, die zusammen mit der Welle  $\Psi_1(x,t) = \Psi_0 \cdot \cos(\omega t + kx)$  bewirkt, daß das Wellenmedium am Ort  $x_1$  dauernd in Ruhe bleibt (mit folgenden Zahlenwerten:  $\omega = 10\pi\text{s}^{-1}$ ;  $k = \pi\text{m}^{-1}$ ;  $x_1 = 0.8\text{m}$ )?

(Additionstheorem:  $\cos x + \cos y = 2 \cos\left(\frac{x+y}{2}\right) \cdot \cos\left(\frac{x-y}{2}\right)$ )

**10. Rotierende Flüssigkeit (3 Punkte)**

Ein mit Flüssigkeit gefüllter Behälter wird in Rotation versetzt. Zeigen Sie, daß die Oberfläche der Flüssigkeit die Form eines Rotationsparaboloids annimmt.

**11. Das ideale Gas (3 Punkte)**

Eine Gasflasche mit 10 Litern Inhalt und 150 bar Druck bei 20 °C wird in die pralle Sonne gelegt, so daß sich das Gas in der Flasche auf 60°C erhitzt. Um welchen Betrag steigt der Druck  $p$  in der Flasche während der Aufheizphase?

## 12. Entropieänderung

(5 Punkte)

Berechnen Sie die Entropieänderung bei der Expansion eines idealen Gases.

- a) Wie lautet die Definition der Entropie?
- b) Berechnen Sie die Entropieänderung eines idealen Gases bei der Expansion.  
(Beachten Sie, daß sich  $T$  und  $V$  ändern!)
- c) Wie groß ist die Entropieänderung bei der isothermen Expansion und Kompression eines idealen Gases?

IPPT