Klausur zur Vorlesung

Experimentalphysik für Ingenieure

WS 2001/02

Hinweis:

Programmierbare Taschenrechner sind nicht zugelassen!

Viel Spaß und Erfolg!

1. Kinematik

VERSION 2

(1) Ein Fallschirmspringer fällt senkrecht mit einer Anfangsgeschwindigkeit von $v_0 = 2$ m/s.

a) Berechnen Sie die nach 15 s zurückgelegte Strecke. (1 Punkt)

b) Berechnen Sie die nach 15 s erreichte Geschwindigkeit. (1 Punkt)

c) Berechnen Sie seine Beschleunigung a nach 15 s. (1 Punkt)

(2) Die Bahn eines Körpers sei gegeben durch: $s(t)=s_0 \cos(\omega t+\phi)$.

a) Berechnen Sie die Geschwindigkeit v(t). (1 Punkt)

b) Berechnen Sie die Beschleunigung a(t). (1 Punkt)

(3) Wie groß ist die Zentripetalbeschleunigung, welche ein Elektron (Masse m_e) auf einer Kreisbahn vom Radius R hält? (1 Punkt)

(1) Nennen Sie das Grundgesetz der Dynamik (2. Newtonsches Axiom) für die Bewegung eines Massenpunktes (m=const.). (1 Punkt)

(2) Wie lautet das Grundgesetz der Dynamik, wenn sich während der Bewegung die Masse ändert (z.B. Rakete)? (1 Punkt)

(3) Wie groß ist nach Betrag und Richtung die Kraft zwischen zwei Massen M und m? (1 Punkt)

(4) Ein Körper mit der Masse $m_0 = 500\,\text{kg}$ soll kräftefrei in den Gravitationsfeldern zweier ortsfester Körper der Massen m_1 und m_2 (Abstand R) positioniert werden.

a) Berechnen Sie den Abstand R_1, den die Masse m_0 von der Masse m_1 einnehmen muss. (2 Punkte)

b) Bestimmen Sie den Abstand R_1 für folgende Werte:

$m_1 = 5,977 \cdot 10^{24}\,\text{kg}$ (Erdmasse),

$m_2 = 0,0123 \cdot\ m_1$ (Mondmasse),

$R = 384400\,\text{km}$ (mittlerer Abstand zwischen Mond und Erde),

$\Gamma = 6,673 \cdot 10^{-11} \frac{Nm^2}{\text{kg}^2}$(Gravitationskonstante). (1 Punkt)

(1) Nennen sie die SI-Einheiten für mechanische und elektrische Energie und ihren formalen Zusammenhang. (1 Punkt)

(2) Wie groß ist die Arbeit, um einen Fahrrad der Masse $m = 9,81\,\mathrm{kg}$ und seinen Fahrer (m=85 kg) von $v_1 = 15\,\mathrm{km/h}$ auf $v_2 = 25\,\mathrm{km/h}$ zu beschleunigen? (1 Punkt)

(3) An einem Faden der Länge $L = 2\,\mathrm{m}$ hängt ein Holzklotz mit der Masse $m_1 = 2\,\mathrm{kg}$. Eine Kugel ($m_2 = 40\,\mathrm{g}$) wird in den Klotz geschossen und bleibt dort stecken. Der maximale Auslenkwinkel des Klotzes beträgt $\phi = 46,5°$. Welche Geschwindigkeit hatte die Kugel? (3 Punkt)

(4) Eine Schraube wird mit einem Schraubenschlüssel um den Winkel ϕ gedreht. Dabei wirkt das Drehmoment M. Wie groß ist die verrichtete Dreharbeit? (1 Punkt)

(1) Im Schwerefeld der Erde befindet sich ein Körper der Masse $m = 10\,\mathrm{kg}$.

Welche Kraft wirkt auf ihn? (1 Punkt)

(2) Ein Wolframdraht, der im unbelasteten Zustand die Länge l_0 und die Querschnittsfläche A_0 besitzt, wird durch die Kraft F gedehnt.

a) Um welche Strecke Δl verlängert sich der Draht? (2 Punkte)

b) Berechnen Sie Δl für folgende Werte:

Elastizitätsmodul $E = 390$ GPa, Länge $l_0 = 1$ m,

Querschnittsfläche $A_0 = 1\ \mathrm{mm}^2$, Kraft $F = 400\,\mathrm{N}$. (1 Punkt)

(3) Eine Masse m fällt im Schwerefeld und erfährt die zur Geschwindigkeit proportionale Reibungskraft $F_R = const \cdot v$.

a) Stellen Sie die Bewegungsgleichung für den freien Fall mit Reibung auf. (1 Punkt)

b) Berechnen Sie die Endgeschwindigkeit v_E, welche die Masse erreicht.

(Tip: Die Endgeschwindigkeit ist dann erreicht, wenn für die Beschleunigung a gilt: a=$\ddot{x}$=0.) (1 Punkt)

(1) Wie groß ist die Feldstärke in der Umgebung einer Punktladung Q,

die sich am Ort $\vec{r} = \vec{r_0}$ befindet (Formel)? (1 Punkt)

(2) Elektronen werden in einem Elektronenmikroskop durch eine

Spannungsdifferenz von $U = 50\,\mathrm{kV}$ beschleunigt.

a) Wie groß ist die kinetische Energie eines Elektrons in Joule und eV? (1 Punkt)

b) Wie groß ist die de Broglie-Wellenlänge dieses Elektrons? (1 Punkt)

c) Wie groß ist die Maximalfrequenz, die im Spektrum der

emittierten Röntgenstrahlung auftritt? (1 Punkt)

(3) In einem homogenen Magnetfeld B durchläuft eine Ladung q eine Kreisbahn

senkrecht zu B.

Wie groß ist der Kreisbahnradius, wenn die Ladung vorher durch

eine Spannungsdifferenz beschleunigt wurde? (1 Punkt)

(4) Ein Elektron bewegt sich unter dem gleichzeitigen Einfluß

eines elektrischen Feldes $\vec{E}$ und eines magnetischen Feldes $\vec{B}$.

Welche Beschleunigung $\vec{a}$ erfährt das Elektron (Formel)? (1 Punkt)

(1) Skizzieren Sie den Verlauf des Magnetfeldes (einschließlich Stromrichtung und Orientierung der Magnetfeldlinien)

a) um einen stromdurchflossenen Draht. (1 Punkt)

b) um eine stromdurchflossene Spule. (1 Punkt)

(2) Ein Leiter der Breite $b = 2$ cm wird in ein magnetisches Feld von 8000 G (1 G $= 10^{-4}$ T) eingebracht (Hallsonde). Wie groß ist die Hallspannung, wenn die Driftgeschwindigkeit der Ladungsträger $v_d = 4 \cdot 10^{-5}$ m/s beträgt? (1 Punkt)

(3) Ergänze die Maxwell-Gleichungen für zeitlich veränderliche Felder.

a)

$$
\begin{aligned}
rot\vec{E} &= \nabla \times \vec{E} = \\
rot\vec{B} &= \nabla \times \vec{B} = \\
div\vec{E} &= \nabla \cdot \vec{E} = \\
div\vec{B} &= \nabla \cdot \vec{B} =
\end{aligned}
$$

(1 Punkt)

b) Die 1. Gleichung in a) wird auch Faradaysches Induktionsgesetz bezeichnet. Beschreiben Sie mit eigenen Worten den physikalischen Inhalt dieser Gleichung. (1 Punkt)

(4) Beschreiben Sie ein Experiment mit dem die Wirkungsweise der Lenzschen Regel gezeigt werden kann? (1 Punkt)

(1) Geben Sie die Schwingungsdauer folgender

harmonischer Oszillatoren an:

a) Fadenpendel (Länge l=10 m) (1 Punkt)

b) Federpendel (Masse m=1 kg, Federkonstante D= 100 N/m) (1 Punkt)

c) LC-Schwingkreis (Kapazität C m=1 μF, Induktivität L= 1mH) (1 Punkt)

(2) Zeichnen Sie die Ortskurve x(t) eines Pendels im

a) Schwingfall (schwache Dämpfung) und

b) Kriechfall (starke Dämpfung). (1 Punkt)

(3) Ein Körper der Masse $m = 3\,\mathrm{kg}$ schwinge an einer Feder mit

einer Amplitude von $A = 0,04\,\mathrm{m}$ und einer Schwingungsdauer

von $T = 2\,\mathrm{s}$.

Wie groß ist die Gesamtenenergie? (1 Punkt)

(4) Die Auslenkung x eines harmonischen Oszillators mit

Amplitude A und Kreisfrequenz ω sei gegeben durch:

x(t)= A cos (ωt + φ).

Berechnen Sie die Geschwindigkeit v(t) des Teilchens. (1 Punkt)

(1) Geben Sie für eine dünne Linse (Brennweite f) den Zusammenhang zwischen Gegenstands- und Bildweite an (Abbildungsgleichung). (1 Punkt)

(2) Ein angeregtes Atom geht aus dem Zustand W_1 in den Grundzustand W_0 über. Die freiwerdende Energie werde in Form eines Photons emittiert.

a) Wie groß ist die Energie und der Impuls des emittierten Photons? (1 Punkt)

b) Wie groß ist die Frequenz des emittierten Photons? (1 Punkt)

(3) Mit einer Lupe soll ein Gegenstand betrachtet werden.

Fertigen Sie eine Skizze an, welche die Sammellinse, den Gegenstand und das Auge sowie die Lage der Brennpunkte der Sammellinse und die Lage des virtuellen Bildes beinhaltet. Ergänzen Sie diese Skizze mit relevanten Strahlengängen. (1 Punkt)

Geben Sie eine Formel für die Vergrößerung an. (1 Punkt)

(4) Thermische Strahlung schwarzer Körper -

Wie lautet das Stefan-Boltzmann-Gesetz (Formel)? (1 Punkt)

(1) An einem Transformator liegt primärseitig (N_1 Windungen) die Spannung $U_1(t) = U_{1,0}\cos(\omega t)$. Wie groß ist die Spannung $U_2(t)$ an der Sekundärspule (N_2 Windungen)? (1 Punkt)

(2) Ein Stromkreis bestehe aus der Reihenschaltung eines Wechselspannungsgenerators, einer Diode und eines Lastwiderstandes. Skizzieren Sie den zeitlichen Verlauf der Spannung U(t). (1 Punkt)

(3) Ein Stromkreis bestehe aus einer Wechselstromquelle und einer Spule. Wie hängt der Wechselstrom mit der an der Spule anliegenden Spannung $U(t) = U_0\cos(\omega t)$ zusammen? (1 Punkt)

(4) Wie ist der induktive Widerstand (auch Blindwiderstand) einer Spule definiert (Formel)? (1 Punkt)

(5) Eine Hochspannungsleitung habe einen Widerstand von 0,002 Ω/km (Kapazitive und induktive Widerstände werden vernachlässigt.). Welcher Leistungsverlust entsteht, wenn 200 kW elektrischer Leistung in eine 10 km entfernte Stadt übertragen werden bei einer Spannung von

a) U_{eff}= 230 V (Effektivwert) und

b) U_{eff}= 4,4 kV (Effektivwert)?

(2 Punkte)

(1) Ein physikalisches Pendel ist ein starrer Körper, der an einem Punkt (der nicht sein Schwerpunkt ist) drehbar aufgehängt ist. Beim Drehpendel übt ein Spiralfeder ein Drehmoment $\vec{M}$ aus, das dem Auslenkwinkel aus der Ruhelage proportional und entgegengesetzt ist.

a) Wie lautet der Zusammenhang zwischen Drehimpuls und Drehmoment bei einer Drehschwingung? (1 Punkt)

b) Wie lautet der Zusammenhang zwischen Drehimpuls und Winkelgeschwindigkeit? (1 Punkt)

c) Mit welcher Frequenz schwingt das Pendel? (1 Punkt)

d) Wie groß ist die Rotationsenergie des Drehpendels? (1 Punkt)

(2) Berechnen Sie das Trägheitsmoment zweier gleicher Punktmassen im Abstand d bezüglich der Rotation um eine Achse, die senkrecht zur Verbindungslinie der beiden Massen steht, für die folgenden Fälle:

a) Die Rotationsachse verläuft durch den Schwerpunkt des Systems. (1 Punkt)

b) Die Rotationsachse verläuft durch einen Punkt, der im senkrechten Abstand r vom Schwerpunkt liegt. (1 Punkt)