Klausur zur Vorlesung

Experimentalphysik für Ingenieure

WS 2001/02

Hinweis:

Programmierbare Taschenrechner sind nicht zugelassen!

Viel Spaß und Erfolg!

1. Kinematik

VERSION 1

(1) Ein Fallschirmspringer fällt senkrecht mit einer Anfangsgeschwindigkeit von $v_0 = 2\,\mathrm{m/s}$.

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 $m = 9,81\,\text{kg}$ und seinen Fahrer (m=85 kg) von $v_1 = 15\,\text{km/h}$ auf $v_2 = 25\,\text{km/h}$ zu beschleunigen? (1 Punkt)

(3) An einem Faden der Länge $L = 2\,\text{m}$ hängt ein Holzklotz mit der Masse $m_1 = 2\,\text{kg}$. Eine Kugel ($m_2 = 40\,\text{g}$) 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 $E = 390\,\mathrm{GPa}$, Länge $l_0 = 1\,\mathrm{m}$,

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

$x(t) = A \cos(\omega t + \varphi)$.

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) Durch einen Gartenschlauch von $A_1 = 10\text{cm}^2$ Innenquerschnitt fließt Wasser mit einer konstanten Durchflußrate $Q = 10\frac{\text{l}}{\text{min}}$. Über der Düse ergibt sich ein Druckabfall von $\Delta p = 2$ bar. Es soll eine reibungsfreie laminare Strömung angenommen werden.

a) Da die Durchflußrate konstant ist, folgt eine Kontinuitätsgleichung. Wie lautet sie? (1 Punkt)

b) Wie lautet die Bernoulli-Gleichung? (1 Punkt)

c) Mit welchen Geschwindigkeiten v_1 und v_2 strömt das Wasser im waagerecht gehaltenen Schlauch und in der Düse? (1 Punkt)

(2) Ein Schiff schwimmt in einem geschlossenem Seebecken. Plötzlich wird es leck und sinkt. Wie verändert sich dabei der Wasserspiegel? Bitte kreuzen Sie die richtige Lösung an.

◯ Der Wasserspiegel steigt.

◯ Der Wasserspiegel sinkt.

◯ Der Wasserspiegel ändert sich nicht.

Begründen Sie ihre Antwort. (1 Punkt)

(3) Bei konstanter Temperatur werde in Meereshöhe der Luftdruck p_0 und die Luftdichte ρ_0 gemessen.

a) In welcher Höhe h_1 herrscht der Druck $p_1 = \frac{p_0}{2}$? (1 Punkt)

b) Berechnen Sie die Höhe für folgendes Beispiel:

p_0=101,3 kPa; ρ_0=1,293 kg/m^3. (1 Punkt)

(1) Formulieren Sie die drei Hauptsätze der Wärmelehre. (3 Punkt)

(2) Ein Wärmekraftmaschine nimmt die Wärmemenge von 200 J aus einem heißen Reservoir auf, verrichtet die Arbeit W und gibt 160 J Wärme an ein kaltes Reservoir ab.
Wie groß ist der Wirkungsgrad? (1 Punkt)

(3) Zeichnen Sie das pV-Diagramm des Carnot'schen Kreisprozesses und erläutern Sie die auftretenden Zustandsänderungen. (1 Punkt)

(4) Ein ideales Wassergefäß (C=0) enthält $m_w = 6,7 \cdot 10^{-3}$ kg Wasser. In das Wasser wird ein Thermometer (Wärmekapazität: $C_T = 1,93$ J/K) getaucht. Nach dem Anstieg der Thermometersäule um $\triangle = 14,4°$C zeigt das Thermometer eine Temperatur von $T_M = 32,4°$C an.
Wie hoch war die Wassertemperatur vor dem Eintauchen des Thermometers? (1 Punkt)