Klausur zur Vorlesung

Experimentalphysik für Ingenieure

Sommersemester 2002

Hinweis:

Vektoren sind mit Vektorpfeilen zu versehen (z.B.: Magnetfeld $\vec{B}$; Geschwindigkeit $\vec{v}$)!

Programmierbare Taschenrechner sind nicht zugelassen!

Viel Spaß und Erfolg!

1. Kinematik

VERSION 1

(1) Ein Fahrzeug fährt für die Dauer von 20 min mit einer Geschwindigkeit von 80 km/h. Danach für die Dauer von 40 min mit einer Geschwindigkeit von 123 km/h.

a) Wie groß ist die mittlere Geschwindigkeit während der gesamten Fahrzeit? (1 Punkt)

b) Wie groß ist die zurückgelegte Strecke? (1 Punkt)

(2) Wie lautet bei einer gleichförmig beschleunigten Bewegung (a=const.) der Zusammenhang zwischen Beschleunigung und zurückgelegtem Weg? Zeichnen Sie das dazugehörige s(t)-Diagramm. (1 Punkt)

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

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

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

(4) 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) Nennen und erklären Sie das 3. Newtonsche Axiom (Reaktions- und Wechselwirkungsprinzip) mit eigenen Worten. Nennen Sie (mindestens) ein Beispiel, wo derartige Wechselwirkungskräfte auftreten. (1 Punkt)

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

(4) Ein Körper fällt im freien Fall (ohne Reibung) mit einer Anfangsgeschwindigkeit von v_0=3 m/s.
Wie groß ist seine Geschwindigkeit nach der Zeit t=10 s? (1 Punkt)

(5) Ein Ball wird senkrecht nach oben geworfen (v_0=30 km/h). Die maximale Steighöhe $h(t) = -1/2\ g\ t^2 + v_0 t$ wird erreicht, wenn die Geschwindigkeit des Balls v=0 m/s beträgt.

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

b) In welcher Zeit t erreicht der Ball seinen Wendepunkt? (1 Punkt)

(1) Formulieren Sie den Erhaltungsatz der mechanischen Energie. (1 Punkt)

(2) Eine als masselos zu betrachtende Feder mit der Federkonstanten D=20 N/m ist an der Decke eines Labors aufgehängt.
Wie groß ist die Spannungsarbeit, die verrichtet werden muß, um die Feder aus ihrer Ruhelage um 30 cm nach unten auszulenken? (1 Punkt)

(3) Wie groß ist die Arbeit, um einen Satelliten der Masse m=500 kg, der sich mit v_1=1000 km/h bewegt, auf die Geschwindigkeit v_2=3000 km/h zu beschleunigen? (1 Punkt)

(4) An einem Faden der Länge $L = 3\,\mathrm{m}$ hängt ein Sandsack mit der Masse $m_1 = 2\,\mathrm{kg}$. Eine Kugel ($m_2 = 50\,\mathrm{g}$) wird in den Sack geschossen und bleibt dort stecken. Der maximale Auslenkwinkel des Sackes beträgt $\phi = 46,5°$. Welche Geschwindigkeit hatte die Kugel? (3 Punkte)

(1) Ein Körper der Masse $m = 10\,\text{kg}$ wird mit 12m/s^2 beschleunigt.

Welche Kraft wirkt auf ihn? (1 Punkt)

(2) Zwei Protonen sind im Abstand 0,05 nm angeordnet. Wie groß ist nach Betrag und Richtung die Gravitationskraft der beiden Protonen? (1 Punkt)

(3) Mit dem Abstand h von der Erdoberfläche ändert sich auch die Größe der Erdbeschleunigung g. Die Gewichtskraft $\text{F}_g = \text{m}g_0$ und die Gravitationskraft F_G sind an der Erdoberfläche mit $\text{R}=6{,}371 \cdot 10^6$ m (mittlere Erdradius) gleich (r=R+h ist der Abstand vom Erdmittelpunkt.).

a) Zeigen Sie: Die Erdbeschleunigung g nimmt mit dem reziproken Quadrat des Abstandes vom Erdmittelpunkt r ab: $g \sim 1/r^2$. (1 Punkt)

b) Zeigen Sie: $g = g_0 \frac{R^2}{r^2}$.

(Tip: Vergleichen Sie das Kräftegleichgewicht auf der Erdoberfläche mit dem Kräftegleichgewicht im Abstand r vom Erdmittelpunkt.) (1 Punkt)

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

(1) Wie groß ist das elektrische Feld $\vec{E}$ an einem Punkt, an dem eine Kraft von $|\vec{F}| = 5 \cdot 10^{-4}$N in x-Richtung auf ein Elektron wirkt? (1 Punkt)

2) Zeichnen Sie das Feldliniendiagramm eines elektrischen Dipols. (1 Punkt)

(3) Elektronen werden in einem Elektronenmikroskop durch eine Spannungsdifferenz von $U = 15\,\mathrm{kV}$ beschleunigt.

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

4) Auf ein Elektron mit der Geschwindigkeit $|\vec{v}|$=10 m/s wirke ein homogenes Magnetfeld $|\vec{B}|$= 0,5 T. Die Geschwindigkeit $\vec{v}$ und die magnetische Induktion $\vec{B}$ schließen einen Winkel von α=20° ein.

Wie groß ist die auf das Elektron wirkende Kraft $\vec{F}$ und welche Richtung hat sie? Fertigen Sie eine Skizze an mit $\vec{v}$, $\vec{B}$ und $\vec{F}$. (1 Punkt)

(5) In einem homogenen Magnetfeld $\vec{B}$ durchläuft eine Ladung q eine Kreisbahn senkrecht zu $\vec{B}$.

Wie groß ist der Kreisbahnradius, wenn die Ladung vorher durch eine Spannungsdifferenz beschleunigt wurde? (1 Punkt)

(6) 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) Ergänzen Sie die Maxwell-Gleichungen für zeitlich veränderliche Felder.

a)

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

(2 Punkte)

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

(3) Es werden die Spulen S_1, S_2 und S_3 mit den Induktivitäten L_1= 10 mH, L_2=20 mH und L_3=40 mH

a) in Reihe oder

b) parallel verdrahtet.

Welche Gesamtinduktivität ergibt sich in a) und in b)? (1 Punkt)

(1) Geben Sie die Schwingungsdauer folgender harmonischer Oszillatoren an:

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

b) Federpendel (Masse m=2 kg, Federkonstante D= 300 N/m) (1 Punkt)

c) LC-Schwingkreis (Kapazität C=15 μF, Induktivität L= 10 mH) (1 Punkt)

(2) Die Auslenkung x eines harmonischen Oszillators mit Amplitude A und Kreisfrequenz ω sei gegeben durch:

x(t)= A sin (ωt + φ).

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

(3) Ein Schwingkreis besteht aus einer Spule und einem Kondensator, dessen Kapazität zwischen 20 pF und 200 pF verändert werden kann.

a) Wie berechnet sich die Eigenfrequenz des Schwingkreises (Formel)? (1 Punkt)

b) Welche Induktivität muß die Spule haben, damit die Eigenfrequenz des Schwingkreises zwischen 2,500 MHz und 7,906 MHz eingestellt werden kann? (1 Punkt)

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

(2) Mit Hilfe einer Sammellinse (Brennweite f) soll ein Gegenstand (Gegenstandsgröße G) abgebildet werden. Das entstehende Bild (Bildgröße B) soll reell und umgekehrt sein.
Fertigen Sie eine Skizze an, welche die Sammellinse, den Gegenstand und das Bild sowie die Lage der Brennpunkte der Sammellinse und die Lage des Bildes beinhaltet. Ergänzen Sie diese Skizze mit relevanten Strahlengängen und benennen Sie die Strahlen. (2 Punkte)

(3) Ein angeregtes Atom geht aus dem Zustand W_1 in den Grundzustand W_0 über. Die freiwerdende Energie wird 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)

(4) Himmelsblau -Erklären Sie mit eigenen Worten, warum der Himmel blau erscheint und warum ein Sonnenauf- bzw. untergang rötlich erscheint. (1 Punkt)

(1) Der Durchmesser eines wasserdurchströmten Rohres reduziert sich auf die Hälfte. Wie ändert sich die Strömungsgeschwindigkeit? (1 Punkt)

(2) Das Ende eines Saugrohres (1) einer Wasserpumpe (2) mit dem Durchmesser d_1= 20 cm taucht in ein wassergefülltes Voratsbecken ein.

Der Durchmesser des Rohres am Pumpenanschluß sei d_2= 10 cm.

Das Wasser wird auf die Höhe h_2= 300 cm gepumpt und strömt mit der Geschwindigkeit v_2= 4 m/s in die Saugpumpe.

Die Durchflußrate ist konstant.

Der äußere Luftdruck p_L beträgt p_L= 101 kPa.

a) Wie groß ist die Geschwindigkeit v_1 in Abhängigkeit von den Durchmessern d_1 und d_2? (1 Punkt)

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

c) Wie groß ist der Druck p_2 beim Eintritt des Wassers in die Pumpe (v_1= 1 m/s)? (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 $p_1 = \frac{p_0}{10}$? (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 Punkte)

(2) Wird die in Celsiusgraden gemessene Temperatur T_1 eines in einem festen Behälter eingeschlossenen idealen Gases um 50% erhöht, so steigt der absolute Druck um 10%.

Welche Anfangstemperatur T_1 hatte das Gas?

(Tip: Die in der idealen Gasgleichung angegebenen Temperaturen haben im Allg. die Einheit K(elvin).). (1 Punkt)

(3) An einem Aluminiumstab wird an einem Ende durch elektrische Heizung konstant Wärme zugeführt und am anderen Ende durch Luftkühlung abgeführt. Der Stab wird durch eine Umkleidung von der Umgebung wärmeisoliert. Nach Einstellung des thermischen Gleichgewichts wird die Temperaturdifferenz zwischen den beiden Enden gemessen.

a) Bestimmen Sie die Wärmeleitfähigkeit λ. (1 Punkt)

b) Berechnen Sie den Zahlenwert mit folgenden Größen:

Stablänge l =10 cm, Stabradius r= 1 cm,

Heizleistung 60 W, Temperaturdifferenz 87 K. (1 Punkt)