

Experimentalphysik IV

Testklausur

Abgabe am 13.07.2015

1.

- Skizzieren sie den Verlauf eines Morse Potentials.
- Wie groß ist die Zahl der Schwingungsfreiheitsgrade für ein nichtlineares Molekül mit N Atomen.
- Warum besitzt ein homonukleares zweiatomiges Molekül kein Infrarotspektrum?
- Was muss sich mit dem Kernabstand ändern, damit eine Molekül ein Ramanspektrum hat?
- Warum weichen die experimentellen Daten für die Rutherfordstreuung für große Energien der α -Teilchen von der theoretischen Beschreibung durch Rutherford ab?
- Welche Hybridisierung liegt im Benzen (C_6H_6) für Kohlenstoff vor?
- Wodurch wird der α -Zerfall möglich?
- Kann aus ^{235}U , dessen atomare Masse $m(^{235}U) = 235.043$ u beträgt, durch Neutroneneinfang ($m_n = 1.009$ u) stabiles ^{236}U ($m(^{236}U) = 236.0456$ u) entstehen?
- Was ist ein Isobar in der Kernphysik?
- Wie skaliert der Kernradius mit der Anzahl der Nukleonen im Kern?

2.

Man berechne Frequenzen und Wellenlängen bzw. Wellenzahlen der Rotationsübergänge des HCL-Moleküls für die Übergänge $J = 0 \rightarrow J = 1$ und $J = 4 \rightarrow J = 5$. Der Kernabstand R_c ist 0.12745 nm. Wie groß ist die Rotationsenergie für $J = 5$?

3.

Welche Normalschwingungen sind beim linearen Acetylen-Molekül C_2H_2 anregbar? Illustrieren Sie diese schematisch durch die Bewegungspfeile der Atome.

4.

Die Linien im reinen Rotationsspektrum des Moleküls $^{35}Cl^{19}F$ haben im Schwingungsgrundzustand einen Frequenzabstand $\Delta\nu = 1.12 \cdot 10^{10}$ Hz.

- Wie groß ist der Kernabstand R_e ?
- Im angeregten Schwingungszustand ($v = 1$) ist $R_e(v = 1) = 1.005R_e(v = 0)$. Wie groß ist der Frequenzabstand $\Delta\nu$ der Linien des Überganges ($v' = 1, J' \rightarrow J' + 1$) und ($v'' = 0, J'' \rightarrow J'' + 1$)

5.

Ein optisches Beugungsgitter mit 1200 Strichen pro mm wird unter dem Winkel $\alpha = 30^\circ$ mit Natriumlicht der gelben Natriumlinie bestrahlt. Wie groß ist der Abstand der beiden D-Linien ($\lambda = 588.9 \text{ nm}$, $\lambda_2 = 589.5 \text{ nm}$) in der Beobachtungsebene bei einer Brennweite $f = 1 \text{ m}$ des abbildenden Spiegels?

6.

Ein Körper der Länge l bewegt sich gegenüber einem Beobachter mit einer Geschwindigkeit v .

- Wie groß ist die Längenkontraktion für einen mit der Geschwindigkeit $v = 0.1c$ bewegten Körper von $l = 1 \text{ m}$ Länge?
- Welche Geschwindigkeit muss ein bewegter Körper haben, damit eine Lorentz-Verkürzung auf die Hälfte der ursprünglichen Länge eintritt?

7.

In einem Bezugssystem I werden im Abstand $\Delta t = 4 \text{ s}$ Signale ausgesandt. In dem gegen I bewegten System II werden diese Signale aber im Abstand $\Delta t' = 5 \text{ s}$ registriert. Welche Geschwindigkeit hat das System II gegenüber dem System I?

8.

- Zwei Raketen bewegen sich gegen über einem festen Bezugspunkt; die eine mit der Geschwindigkeit $v_1 = 0.9c$ nach links, die andere mit der Geschwindigkeit $v_2 = 0.9c$ nach rechts. Wie groß ist die Relativgeschwindigkeit, mit welcher sich beide Raketen gegeneinander bewegen.
- Von der nach rechts fliegenden Rakete wird ein Geschoss abgefeuert, das, von der Rakete aus beurteilt, wiederum mit einer Geschwindigkeit von $0.9c$ nach rechts fliegt. Welche Relativgeschwindigkeit wird von der nach links fliegenden Rakete gemessen?

9.

Wie groß sind $\gamma = m/m_0$ und $\beta = v/c$ für:

- Elektronen eines Betatrons mit $E_{\text{kin}} = 20 \text{ keV}$
- Elektronen des Deutschen Elektronensynchrotrons (DESY) mit $E_{\text{kin}} = 6 \text{ GeV}$
- Protonen des Protonensynchrotrons bei Genf (CERN) mit $E_{\text{kin}} = 30 \text{ GeV}$

10.

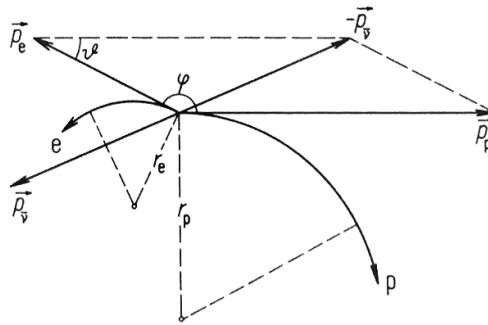
${}_{88}^{226}\text{Ra}$ der Uran-Radium-Reihe zerfällt mit einer Halbwertszeit $T_1 = 1620 \text{ Jahre}$ in ${}_{86}^{222}\text{Rn}$. Dieses hat eine Halbwertszeit $T_2 = 3.8 \text{ Tage}$. Nach einigen α - und β - Zerfällen folgt in der Zerfallsreihe RaD (${}_{82}^{210}\text{Pb}$), welches mit einer Halbwertszeit $T_3 = 19.4 \text{ Jahre}$ weiter zerfällt. Alle Nuklide zwischen Rn und RaD haben Halbwertszeiten, die kleiner als 30 Minuten sind.

- Wieviele α - und wieviele β - Zerfälle liegen zwischen Rn und RaD?
- Wie lange muss man warten, bis von den abgetrennten Isotopen Ra, Rn und RaD noch 1% der Ausgangssubstanz vorhanden ist?

11.

In einer Nebelkammer wird der Zertall eines thermischen Neutrons mit einer kinetischen Energie $E_{\text{kin},n} = 0.2 \text{ eV}$ in einem homogenen Magnetfeld beobachtet. Die Kreisbahnebenen von Proton und Elektron sollen senkrecht zu den magnetischen Feldlinien liegen und die Radien $r_p = 65 \text{ mm}$ und $r_e = 33 \text{ mm}$ haben. Die magnetische Flussdichte betragt $B = 0.05 \text{ T}$. Die Bahntangenten schließen am Zerfallsort einen Winkel $\phi = 152.5^\circ$ miteinander ein.

- Wie lautet die Zerfallsgleichung beim radioaktiven Zerfall eines Neutrons?
- Wie groß sind die Impulse und kinetischen Energien von Proton und Elektron?
- wie groß sind Gesamtenergie, Impuls und Ruhemasse des nicht beobachtbaren Teilchens?



Gravitationskonstante	$f = 6,6726 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$
Allgemeine Gaskonstante	$R = 8,3145 \cdot 10^3 \text{ J}/(\text{kmol} \cdot \text{K})$
Boltzmann-Konstante	$k = 1,3807 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$
Avogadro-Konstante	$N_A = 6,0221 \cdot 10^{26} \text{ kmol}^{-1}$
Lichtgeschwindigkeit	$c = 2,99792458 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
Elektrische Feldkonstante	$\epsilon_0 = 8,8542 \cdot 10^{-12} \text{ (As)}^2/(\text{Jm})$
Magnetische Feldkonstante	$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Wb}^2/(\text{Jm}) =$ $= 1,2566 \cdot 10^{-6} \text{ Wb}^2/(\text{Jm})$
Plancksches Wirkungsquantum	$h = 6,6261 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
Rydberg-Energie	$R_\infty^* = 13,6057 \text{ eV}$
Elementarladung	$e = 1,60218 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Atomare Masseneinheit	$1 \text{ u} = 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Ruhemasse des Elektrons	$m_{0,e} = 9,1094 \cdot 10^{-31} \text{ kg} =$ $= 511,0 \text{ keV}/c^2$
Ruhemasse des Neutrons	$m_{0,n} = 1,67493 \cdot 10^{-27} \text{ kg} =$ $= 939,57 \text{ MeV}/c^2$
Ruhemasse des Protons	$m_{0,p} = 1,67262 \cdot 10^{-27} \text{ kg} =$ $= 938,27 \text{ MeV}/c^2$
Ruhemasse des α -Teilchens	$m_{0,\alpha} = 6,6447 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$