

Klausur
zur Vorlesung
Biologische Physik für Biochemiker und Biologen

Elmar Wolfgang Lang
Institut für Biophysik und Physikalische Biochemie
Universität Regensburg

10.07.2013, 10:30-11:30 Uhr, H36

1 Persönliche Daten

NAME :

Vorname :

Studienrichtung :

Semesterzahl :

Matrikelnummer :

2 Röntgenstrahlung

1. Mit welcher Anodenspannung $U[V]$ wird eine Röntgenröhre betrieben, deren Grenzwellenlänge $\lambda_{min} = 62[pm]$ beträgt?

(A) $U_A = 100(kV)$

(B) $U_A = 20(kV)$

(C) $U_A = 500(V)$

Info: $h = 6,63 \cdot 10^{-34}[Js]$, $c = 3 \cdot 10^8[\frac{m}{s}]$, $e = 1,6 \cdot 10^{-19}[C = As]$

2. Die Grundzustandsenergie des Wasserstoffatoms beträgt $E_1 = -13,6[eV]$. Die Energie des zweiten ($n = 3$) angeregten elektronischen Zustands beträgt dann

(A) $E_2 = -1,5[eV]$

(B) $E_2 = -3,4[eV]$

(C) $E_2 = -27,2[eV]$

3. Die beim K_α - Übergang im Molybdänatom ($Z = 42$) emittierte Lichtwelle besitzt die Wellenlänge $\lambda = ?$ ($h \cdot c = 1240[eV \cdot nm]$). Benützen Sie zur Abschätzung die effektive Kernladung $(Z - 1)e$.

(A) $\lambda = 0,182[nm]$

(B) $\lambda = 121,6[nm]$

(C) $\lambda = 72,3[pm]$

4. Das Pauli-Prinzip besagt:

(A) Zwei Elektronen in einem Atomorbital müssen sich in mindestens einer der vier Quantenzahlen eines Elektrons unterscheiden.

(B) Je zwei Elektronen eines Atoms müssen sich in ihrer Spin-Quantenzahl unterscheiden.

(C) Alle Elektronen eines Atoms befinden sich im Gleichgewicht im elektronischen Grundzustand

5. Der Bohr'sche Radius beträgt beim Wasserstoff - Atom $52,9[pm]$. Der Radius des ersten ($n = 2$) angeregten Zustands beträgt dann

(A) $r_H = 0,1058(nm)$

(B) $r_H = 73,36(pm)$

(C) $r_H = 211,6(pm)$

6. Die Massenbelegung von Blei beträgt ($\rho \cdot x_e = 2,034[kg/m^2]$). Dies entspricht einem Absorptionskoeffizienten μ_{Pb} von Blei von

(A) $\mu = 56,5[cm^{-1}]$

(B) $\mu = 0,18[mm]$

(C) $\mu = 0,50[m^2/kg]$

wobei ρ die Massendichte und μ gemäss dem Lambert'schen Absorptionsgesetz den Absorptionskoeffizient bezeichnet

3 Radioaktivität

1. Die atomare Masseneinheit entspricht

(A) 1/16 der Masse eines Sauerstoff - Atoms

(B) Der Masse eines Protons

(C) 1/12 der Masse eines isolierten ^{12}C - Atoms im Grundzustand.

2. Die Aktivität $A(t)$ eines radioaktiven Präparates beträgt zum Zeitpunkt t_0 gerade $A(t_0) = 10^4 s^{-1}$. Wieviele Kerne $N(t_0)$ sind zu diesem Zeitpunkt vorhanden, wenn die Halbwertszeit des Präparats $t_{1/2} = 1,917[h]$ beträgt?

(A) $N(t_0) = 9,96 \cdot 10^7$

(B) $N(t_0) = 0,69 \cdot 10^6$

(C) $N(t_0) = 1,33 \cdot 10^4$

3. Cäsium ^{137}Cs zerfällt mit einer Halbwertszeit von $t_{1/2} = 30[a]$ in Barium ^{137}Ba , das im ersten angeregten Kernzustand mit $E_{n=2} = 0,662[\text{MeV}]$ entsteht. Durch Emission eines γ -Quants geht ^{137}Ba in den Kerngrundzustand über. Die Wellenlänge des emittierten γ -Quants beträgt dann
- (A) $\lambda = 35,43[\text{pm}]$
 (B) $\lambda = 1,87[\text{pm}]$
 (C) $\lambda = 0,821[\text{nm}]$
4. Die Reichweite von α -Teilchen der Energie $E_{kin} = 5[\text{MeV}]$ in Luft beträgt $R_{Luft} = 3[\text{cm}]$. Wie groß ist ihre Reichweite in Wasser? ($\rho_{Luft} = 1,29[\text{mg}/\text{cm}^3]$)
- (A) $R_{Wasser} = 0,023[\text{m}]$
 (B) $R_{Wasser} = 23[\mu\text{m}]$
 (C) $R_{Wasser} = 23[\text{mm}]$
5. Das Spektrum eines β -Zerfalls ist kontinuierlich, weil
- (A) die Elektronen nicht aus dem Kern sondern aus der Elektronenhülle emittiert werden
 (B) neben den Elektronen beim Zerfall auch noch Anti-Neutrinos entstehen und die Bindungsenergie des Elektrons im Nukleon statistisch auf beide Teilchen verteilt wird.
 (C) Die Bindungsenergie beim Zerfall eines Neutrons im Kern statistisch auf Elektron und Proton verteilt wird.
6. Ein Knochen mit einem Kohlenstoffgehalt von $m_C = 0,25[\text{kg}]$ besitzt eine β -Zerfallsrate von 500 Zerfällen pro Minute. Wie alt ist der Knochen wenn berücksichtigt wird, dass ein lebender Organismus eine C^{14} Zählrate von 15 Zerfälle pro Minute und Gramm Biosubstanz aufweist? ($t_{1/2}(C^{14}) = 5730\text{Jahre}$)
- (A) $t = 16700\text{Jahre}$
 (B) $t = 1969,07\text{Jahre}$
 (C) $t = 1,67 \cdot 10^6\text{Jahre}$

4 ORD- und CD-Spektroskopie

1. Dichroismus bezeichnet

- (A) eine lineare Doppelbrechung
- (B) die Drehung der Polarisationssebene von linear polarisiertem Licht in einem Medium
- (C) die unterschiedliche Absorption von ordentlichem und ausserordentlichem Strahl in einem doppelbrechenden Medium

2. Trifft ein Lichtstrahl senkrecht auf eine Fläche eines Kalkspatkristalls, so gilt

- (A) der Strahl durchdringt den Kristall ungebrochen
- (B) der Strahl wird in zwei senkrecht zueinander linear polarisierte Strahlen aufgespalten
- (C) der einfallende Strahl wird einfach gebrochen und ist zirkular polarisiert

3. Ein Lichtstrahl besitze die Wellenlänge $\lambda = 589[nm]$. In einem Nicol - Prisma wird er in ordentlichen und ausserordentlichen Strahl gebrochen. Die zugehörigen Brechungsindizes betragen $n_o = 1,6584$, $n_{ao} = 1,4864$. Dann beträgt die Wellenlänge des ausserordentlichen Strahls im Prisma

- (A) $\lambda_{ao} = 396,26[nm]$
- (B) $\lambda_{ao} = 875,50[nm]$
- (C) $\lambda_{ao} = 355,16[nm]$

4. Zirkular polarisiertes Licht kann erzeugt werden wenn

- (A) ein linear polarisierter monochromatischer Lichtstrahl einen optisch zweiachsigen Kristall, z. B. Glimmer, mit einer Dicke $d = \lambda/2$ durchdringt.
- (B) ein linear polarisierter monochromatischer Lichtstrahl einen optisch einachsigen Kristall, z. B. Kalkspat, mit einer Dicke $d = \lambda$ durchdringt.
- (C) ein linear polarisierter monochromatischer Lichtstrahl einen optisch zweiachsigen Kristall, z. B. Glimmer, mit einer Dicke $d = \lambda/4$ durchdringt.

5. Die molare Drehung der Polarisationssebene beim Durchtritt einer linear polarisierten Welle durch ein optisch aktives Medium ist

(A) proportional zum Unterschied der Ausbreitungsgeschwindigkeiten für die rechtszirkulare und die linkszirkulare Teilwelle

(B) proportional zum Unterschied der optischen Weglängen $n_i \cdot d$, $i = l, r$ für die rechtszirkulare und die linkszirkulare Teilwelle

(C) proportional zur Vakuum - Wellenlänge des polarisierten Lichts

6. Durchdringt eine Lichtwelle einen Absorber der Normdicke x_n , so gilt für die Intensität des austretenden Lichts

(A) $J(x_n) = J(x = 0) \exp(\mu x_n)$

(B) $J(x_n) = J(x = 0) \exp(-\frac{\mu}{x_n})$

(C) $\log\left(\frac{J(x=0)}{J(x_n)}\right) = \log(e) \cdot \mu \cdot x_n$

wobei mit μ der Absorptionskoeffizient bezeichnet wird

7. Für den Zusammenhang zwischen Elliptizität Θ und Zirkulardichroismus $\Delta\epsilon$ gilt

(A) $\Theta \propto (\Delta\epsilon)^2$

(B) $\Theta \propto (\Delta\epsilon)$

(C) $\Theta \propto (\Delta\epsilon)^{-1}$

5 UV-VIS-Spektroskopie

1. Das Spin-Verbot bei optischen Übergängen besagt, dass

(A) der Gesamtspin S darf sich nur um $\Delta S = \pm 1$ ändern

(B) es sind nur Übergänge zwischen Singulett und Triplett-Zuständen möglich

(C) der Gesamtspin darf sich beim Übergang nicht ändern

2. Das Franck-Condon Prinzip besagt:

- (A) Übergänge zwischen elektronischen Anregungszuständen finden immer zwischen gleichen Schwingungszuständen statt
- (B) Bei elektronischen Übergängen ändern sich Bindungsabstände nicht, d. h. der Übergang erfolgt senkrecht im Energie - Abstand - Diagramm $E(r)$
- (C) Elektronische Übergänge finden nur zwischen Schwingungsgrundzuständen statt

3. Als Stokes Shift bezeichnet man

- (A) eine Rotverschiebung der Emissionslinie gegenüber der Absorptionslinie
- (B) eine Blauverschiebung der Emissionslinie gegenüber der Absorptionslinie
- (C) eine Rotverschiebung der Absorptionslinie gegenüber der Emissionslinie

4. Als Extinktion ϵ bezeichnet man

(A) $\epsilon = \log \left(\frac{I(x)}{I_0} \right)$

(B) $\epsilon = \left(\frac{I - I_0}{I_0} \right)$

(C) $\epsilon = \log \left(\frac{I_0}{I} \right)$

wenn mit $I(x)$, I_0 die am Ort x austretende bzw. die einfallende Lichtintensität bezeichnet ist.

6 Fourier-Transformation

1. Ein Leistungssignal ist

- (A) ein zeitlich begrenztes Signal mit unendlicher Signalleistung
- (B) ein zeitlich unbegrenztes Signal mit unendlicher Signalenergie
- (C) ein zeitlich begrenztes Signal mit verschwindender Signalleistung

2. Eine Fourier-Reihe sei gegeben durch

$$x(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} [a_k \cos(k\omega_0 t) + b_k \sin(k\omega_0 t)]$$

Als Amplitudenspektrum bezeichnet man dann den Ausdruck

(A) $A_k = \sqrt{a_k^2 + b_k^2}$

$$(B) A_k = \sqrt{a_k^2 + b_k^2}$$

$$(C) \phi_k = -\arctan\left(\frac{b_k}{a_k}\right)$$

3. Für eine kontinuierliche Funktion $f(t)$ ergibt sich ihre Fourier - Transformierte $F(\omega)$ zu

$$(A) F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \exp(-i\omega t) dt$$

$$(B) F(\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \exp(i\omega t) dt$$

$$(C) F(\omega) = x(t) \exp(i\omega t)$$

4. Die Fourier - Transformierte $F(\omega)$ einer Relaxatorfunktion $f(t) = a(t=0) \exp(-\delta \cdot t)$, $t \geq 0$ ergibt sich

$$(A) F(\omega) = \frac{a(t=0)}{\delta} \cdot i\omega$$

$$(B) F(\omega) = a(t=0) \cdot e^{-i\omega t}$$

$$(C) F(\omega) = \frac{a(t=0)}{\delta + i\omega}$$

wenn $i = \sqrt{-1}$ ist

5. Das Theorem von Parseval für Leistungssignale besagt für die mittlere Signalleistung P :

$$(A) P := \frac{1}{T_p} \int_0^{T_p} |x^2(t)| dt = \sum_{k=-\infty}^{\infty} |c_k|^2$$

$$(B) P := \frac{1}{T_p} \int_0^{T_p} |x(t)| dt = \sum_{k=-\infty}^{\infty} |c_k|$$

$$(C) P := \frac{1}{T_p} \int_0^{T_p} |x^2(t)| dt = \sum_{k=-\infty}^{\infty} |c_k|^2 \exp i\omega_0 t$$

7 NMR-Spektroskopie

1. Das Drehmoment auf das durch einen elektronischen Kreisstrom hervorgerufene magnetische Moment \mathbf{m} in einem lokalen magnetischen Feld der Kraftflussdichte \mathbf{B}_{eff} berechnet sich zu

$$(A) \mathbf{T} = \mathbf{m} \times \mathbf{B}_{eff}$$

$$(B) \mathbf{T} = \mathbf{m} \cdot \mathbf{B}_0$$

$$(C) \mathbf{T} = \mathbf{r} \times \mathbf{mB}_{eff}$$

2. Gilt obige Beziehung auch für eine makroskopische Magnetisierung $M = \sum_i m_i$ in einem magnetischen Feld der Kraftflussdichte B
- (A) ja
 - (B) nein
 - (C) weiß nicht
3. In der Empfängerspule eines NMR Spektrometers werden Induktionsspannungen hervorgerufen durch
- (A) konstante magnetische Flüsse Φ
 - (B) homogene stationäre Magnetfelder
 - (C) zeitlich veränderliche magnetische Flüsse
4. Die Differentialgleichung eines elektrischen Schwingkreises entspricht
- (A) der Bewegungsgleichung eines ungedämpften harmonischen Oszillators
 - (B) der Bewegungsgleichung eines Relaxators
 - (C) einer Kombination aus Oszillator- und Relaxatorgleichung
5. Für die Eigenfrequenz ω_0 eines freien elektrischen Schwingkreises gilt
- (A) $\omega_0 = L \cdot C$
 - (B) $\omega_0 = \frac{R}{2L}$
 - (C) $\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}}$
6. Die Zeeman Energie eines magnetischen Moments $m = \gamma I$ in Wechselwirkung mit einem magnetischen Feld der Kraftflussdichte B beträgt
- (A) $E_Z = -m \times B$
 - (B) $E_Z = -m \cdot B$
 - (C) $E_Z = -\sqrt{m \cdot B}$
7. Die Larmor-Frequenz ω_L hängt ab
- (A) von der Stärke des Feldes B und der Art des Kerns (γ)
 - (B) nur von der Stärke des Feldes B
 - (C) vom Quadrat der Stärke des Feldes B^2