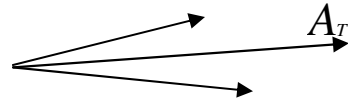


דפי נוסחאות - פיסיקה 3ב'

גלים

$\psi(\vec{r},t)=A\cos(\vec{k}\vec{r}\pm\omega t+\Phi)$	פונקצית גל	$\frac{\partial^2\psi}{\partial t^2}=v^2(\frac{\partial^2\psi}{\partial r^2})$	משוואת הגל
$\Delta\varphi = 2\pi\frac{\Delta x}{\lambda}, \Delta\varphi = 2\pi\frac{\Delta t}{T}$	זווית מופע	$k = \frac{2\pi}{\lambda} \vec{k}=\vec{k}_x\hat{x}+\vec{k}_y\hat{y}+\vec{k}_z\hat{z}$	k- מס' הגל
$v_g = \frac{d\omega}{dk}$	מהירות חבורה	$v_p = \lambda/T = \omega/k$	מהירות פאזה
$\psi = 2A\cos(\omega t)\sin(kx)$	גל עומד	$T = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{\omega}, \omega = 2\pi f$	T-זמן מחזור f תדירות, ω תדירות זוויתית.
$\bar{u}_E = (1/2)\rho A^2\omega^2$	צפיפות אנרגיה מכאנית ממוצעת	$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$	מהירות התקדמות גלי רוחב במיתר, T מתיחות במיתר, $\mu = \frac{m}{\ell}$ צפיפות ליחידת אורך
$I = (1/2)\rho v\omega^2 A^2$	עוצמת גלים מכאניים	$\bar{u}_{E_k} = (1/2)\rho u^2$	צפיפות אנרגיה קינטית (ממוצעת-u) מהירות תנודות)

$$\sin \alpha + \sin \beta = 2 \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2}, \cos \alpha + \cos \beta = 2 \cos \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2}$$



$$A_R^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2 A_1 A_2 \cos \theta$$

שיטה פאזורית: המשרעת של הסכום $\sum_{i=1}^N A_i \cos(\omega t + \varphi_i)$ שווה לאורך של הווקטור $\sum_{i=1}^N \vec{A}_i$, כאשר לוקטור \vec{A}_i יש אורך A_i ויוצר זווית φ_i עם ציר ייחוס.

גלים אלקטרומגנטיים:

$E = E_m \sin(\vec{k}\vec{r} - \omega t), B = B_m \sin(\vec{k}\vec{r} - \omega t)$	$I = (1/2\mu_0)E_m B_m$	עוצמת הגל
Pointing vector	$\vec{S} = (1/\mu_0)\vec{E} \times \vec{B}; S = (1/\mu_0 c)E^2 = (c/\mu_0)B^2 = (1/\mu_0)EB$	
$I = \frac{P}{4\pi r^2} \dots \dots \hat{B} = \hat{k} \times \hat{E} \dots \dots \frac{E_m}{B_m} = \frac{\omega}{k} = c$		

חוק סנל ואופטיקה גיאומטרית

$c, n = c/v$ מהירות אור בריק, v - מהירות אור בתווך, n - מקדם שבירה.

$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin(\frac{1}{2}(A+D))}{\sin \frac{1}{2}A}$	זווית הסטייה המינימאלית במנסרה:	$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$	חוק סנל
$P = (1/f) = (\frac{n_2 - n_1}{n_1})(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}), \frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{u}$			עדשות כדוריות, נוסחת המראה והעדשה, נוסחת מלטשי העדשה
$P = P_1 + P_2 + P_3$	עדשות דקות צמודות	$S_1 S_2 = f_1 f_2$	נוסחת ניוטון לעדשות דקות
$P = \frac{n_2 - n_1}{R} = \frac{n_1}{u} + \frac{n_2}{v}$	עוצמה של משטח שבירה	$P = P_1 + P_2 - (d/n)P_1 P_2$	עדשות נפרדות
$R = \bar{n} / (\partial n / \partial y)$	סיב אופטי	$M_e = \frac{0.25m}{f_e}, M_0 = T / f_0, M = M_0 M_e$	מיקרוסקופ
$\frac{1}{f_{eq}} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$	מוקד משותף של 2 עדשות דקות בטור	$M = \frac{H}{h} = \frac{v}{u}$	הגדלה קווית
כאשר d הוא מרחק נקודת הראייה הקרובה ביותר	$\mu_{min} = \frac{d}{f}$	$\mu_{max} = \frac{d}{f} + 1$	זוויתית

התאבכות ועקיפה:

$\Delta x = n_1 x_1 - n_2 x_2$: הפרש דרכים בין שתי קרני אור	דרך אופטית = מרחק כפול מקדם השבירה.
$\Delta x = N\lambda$ תנאי למקסימום בתבנית התאבכות	הפרש דרך מנקודות הנמצאות במרחק d זו מזו $d \sin \theta \approx$
עוצמת האור $I_T = 4I \cos^2(\varphi_1 - \varphi_2)$	תנאי למינימום בתבנית התאבכות $\Delta x = \lambda/2 + N\lambda$
$d \sin \varphi = (\lambda/2) + N\lambda$ התאבכות הורסת משני סדקים	התאבכות בונה משני סדקים $d \sin \varphi = N\lambda$
$\varphi = 2\pi d \sin \theta / \lambda$, מגדירים את הפרש המופע בין סדקים עוקבים, ומתקבל $I(\theta) = I(0) \frac{\sin^2(N\varphi/2)}{\sin^2(\varphi/2)}$	התאבכות דרך N סדקים דקים (סריג עקיפה):
התאבכות בונה בסריג עקיפה $N N^* = 1/d, \sin \varphi = N^* N \lambda$ - מספר שלם, N^* - קבוע סריג.	
$2dnc \cos \beta = N\lambda \min, 2dnc \cos \beta = (\lambda/2) + N\lambda \max$ החזר מחומר צפוף לדליל	התאבכות בשכבות דקות:
תנאי למינימום $w \sin \varphi = N\lambda$, w - רוחב הסדק.	עקיפה דרך סדק אחד: $I(\theta) = I(0) \frac{\sin^2(\varphi/2)}{(\varphi/2)^2}$
תנאי למקסימום $w \sin \varphi = (\lambda/2) + N\lambda$, כושר הפרדה של סדק מלבני $\theta = \frac{\lambda}{w}$	
פיזור Bragg $2d \sin \varphi = N\lambda$, תנאי למקסימום.	

קיטוב $I = I_0 \cos^2 \theta$

הקיטוב בהחזר מקסימאלי כאשר $\alpha + \beta = 90^\circ, \text{tg} \alpha = n_2 / n_1$

התפלגות בווה-אינשטיין: $N_i = \frac{N_0}{\exp((E_i - E_0)/kT) - 1}, S = 0, 1$: התפלגות בולצמן: $N_i = N_0 e^{(-k \frac{AE_i}{T})}$

קרינת גוף שחור

$I = \frac{2\pi c^2 h d\lambda}{\lambda^5 (e^{hc/kT\lambda} - 1)}$	עוצמה = הספק ליח' שטח, עוצמה מוקרנת בין λ ו- $\lambda + d\lambda$:		
$\lambda_{\max} = \frac{hc}{4.97T} = \frac{2.9 \times 10^{-3} \text{ m}\cdot\text{K}}{T}$	נוסחת וין	$\bar{u}_E(\nu)d\nu = \frac{8\pi c^{-3} \nu^3 h d\nu}{(e^{h\nu/kT} - 1)}$	צפיפות אנרגיה
		$I = \frac{2\pi^5 k_B^4 T^4}{15c^2 h^3} = \sigma T^4$	עוצמה מוקרנת בסה"כ

כאשר $\mathcal{E}(V)$ - צפיפות אנרגיה ספקטרלית, h - קבוע פלנק, k - קבוע בולצמן, T - טמפרטורה במעלות קלוין.

תורת הקוונטים

$E = h\nu = h\frac{c}{\lambda}$ $E_{\text{photon[eV]}} \cong \frac{12400}{\lambda_{[\text{\AA}]}}$	אנרגיה של פוטון	$v = \frac{c}{\lambda}, c = \frac{E}{p}$	פוטונים, אפקט פוטואלקטרי
$K = \frac{mv^2}{2} = eU_0, h\nu = eU + \Phi$		$p = h/\lambda = \hbar k$	תנע של חלקיק
$\Delta x \Delta p \geq \frac{\hbar}{2}, \Delta E \Delta t \geq \frac{\hbar}{2}$	עקרון האי-ודאות	$\lambda_1 - \lambda_2 = \frac{h}{m_e c} (1 - \cos\theta)$	פיזור קומפטון
$ \Psi ^2 = \psi ^2$	צפיפות הסתברות	$-\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 \psi = (E - V)\psi$	משוואת שרדינגר הבלתי תלויה בזמן
$\lambda = \frac{h}{P} = \frac{h}{mv}$	נוסחת דה - ברולי	$(n + 1/2)\hbar\omega$	רמות אנרגיה באוסצילטור הרמוני

פיסיקה אטומית

$E_n = -\frac{2\pi^2 k^2 m_e e^4}{h^2} = \frac{-13.6 \text{ eV}}{n^2}$	רמות אנרגיה באטום מימן	$E_n = -\frac{m_e (Zke^2)^2}{2n^2 \hbar^2} = -\frac{Z^2 R^*}{n^2}$	רמות אנרגיה לפי מודל בוהר
$\sqrt{\ell(\ell + 1)}\hbar$	גודל התנע הזוויתי	$m \cdot v \cdot r_n = n \cdot \frac{h}{2\pi}$	המסלולים האפשריים הם אלה שמקיימים את הקשר
$r_n = \frac{n^2 \hbar^2}{m_e Zke^2} = \frac{n^2 a_0}{Z} = \frac{n^2 \epsilon_0 \hbar^2}{Z \pi e^2 m_e}; k = 1/(4\pi\epsilon_0)$			רדיוס לפי מודל בוהר
$n = 1, 2, \dots, 0 \leq \ell \leq n - 1, -\ell \leq m \leq \ell$	ערכים אפשריים	$m\hbar$	רכיב z של התנע הזוויתי
$\frac{1}{\lambda} = R \left[\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right]$	נוסחת רידברג	$R = 1.1 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$	

בסך הכל, בשכבה n יש n^2 מצבים אפשריים, לא כולל מצבי הספין.

רדיואקטיביות

$E = mc^2 \quad X_z^A, A = N + Z$	מספר אטומי של יסוד	מספר התפרקויות לאיזוטופ ליח' זמן	מקדם דעיכה (λ)
$\Delta E = c^2 (ZM_p + (A - Z)M_n - M_0)$	אנרגיה קשר של גרעין		
$1\text{Bq}=1\text{s}^{-1}$	$1\text{Ci} = 3.7 \cdot 10^{10} \text{ s}^{-1}$	$\alpha = \frac{dN}{dt} = -N\lambda$	אקטיביות
$T = \frac{\ln 2}{\mu}$	זמן מחצית חיים	$N = N_0 2^{-t/T}, N = N_0 e^{-\mu t}$	מספר איזוטופים כעבור זמן t :
N_A מספר אבוגדרו, M-מסה מולרית.		$N = \frac{m}{M} N_A$;	

סימון כפולות של 10^3 : $G=10^9$ $M=10^6$ $k=10^3$ $m=10^{-3}$ $\mu=10^{-6}$ $n=10^{-9}$ $p=10^{-12}$; לפעמים נוח לבטא את האנרגיות באלקטרון-וולט ($1 \text{ eV}=1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$). קבוע רידברג הינו $R^* = 13.6 \text{ eV}$ להלן אנרגיות המנוחה של מספר חלקיקים.

אלקטרון	0.51 MeV
פרוטון	938.3 MeV
ניטרון	939.6 MeV

ערך	גודל	סמל
$3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$	מהירות האור בריק	c
$1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$	מטען יסוד	E
0.00055 u	מסת האלקטרון	m_e
$9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$		
$1.6726 \times 10^{-27} \text{ kg} \mid 1.00759 \text{ u}$	מסת הפרוטון	m_p
$1.00898 \text{ u} \mid 1.6749 \times 10^{-27} \text{ kg}$	מסת הניטרון	m_n
$\frac{9.31 \cdot 10^8}{c^2} \text{ eV} \mid 1.6605 \times 10^{-27} \text{ kg} \mid$	יחידת מסה אטומית	U
$1.88 \times 10^{-28} \text{ kg}$	מסת המואון	m_μ
1.0081u	מסות יסודות	H
2.0147u		D
3.0170u		T
3.0170u		He
12.0039u		C_6
13.0076u		C_7
$6.63 \times 10^{-34} \text{ Js} \mid 4.14 \times 10^{-15} \text{ eVs}$	קבוע פלנק	h
$1.05 \times 10^{-34} \text{ Js}$		$\hbar = h/2\pi$
$5.29 \times 10^{-11} \text{ m}$	רדיוס בוהר	$a_0 = \hbar^2 / m_e k e^2$
$2.18 \times 10^{-18} \text{ J}$	קבוע רידברג	R^*
$6.02497 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \mid 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K} \mid$	קבוע בולצמן מספר אבוגדרו	k_B N_A
$5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{K}^4$	קבוע סטפן-בולצמן	σ
$8.99 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$	קבוע קולון	K
$8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$	קבוע הדיאלקטריית של הריק	$\epsilon_0 = 1/4\pi k$
$4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2$	קבוע החדירות הריק	μ_0