

דף נוסחאות בפיזיקה 3

קבועים ומעברי יחידות

$1eV = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{Joule}$	$a_0 = 5.29 \cdot 10^{-11} m$	רדיוס בוהר :
$\text{Joule} = N \cdot m = \frac{kg \cdot m^2}{s^2}$	$R_y = \frac{m_e e^4}{8\epsilon_0^2 \hbar^2} = 13.6 eV$	קבוע רידברג :
$\mu_B = \frac{e\hbar}{2m_e} = 9.274 \cdot 10^{-24} \frac{J}{T}$	מגנטון של בור :	עכבה של אור בריק :
$m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} kg$	מסת אלקטרון :	קבוע פלאנק :
$\pm e = \pm 1.6 \cdot 10^{-19} C$	מטען האלקטרון/פרוטון :	מסת פרוטון / ניוטרון :
	$h = 6.63 \cdot 10^{-34} Js$ $\hbar = 1.05 \cdot 10^{-34} Js$	
	$m_p \approx m_n = 1.67 \cdot 10^{-27} kg$	

אוסצילטור הרמוני

$F = ma = -kx$	$v(t) = \dot{x}$	$a(t) = \ddot{x}$
$\Psi(t) = A \cos(\omega t + \varphi)$		פתרון כללי :
$E_{tot} = U + K = \frac{kx^2}{2} + \frac{mv^2}{2}$		אנרגיה כללית :
$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$	מעגל LC :	$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ קפיץ :
		$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$ מטוטלת :

גלים

$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$	$k = \frac{2\pi}{\lambda}$	$V_\varphi = \sqrt{\frac{T}{\rho}}$	מה' פאזה במיתר :	$V_\varphi = \lambda f = \frac{\omega}{k}$
$\ddot{y}(x, t) = V_\varphi^2 \cdot \frac{\partial^2 y(x, t)}{\partial x^2}$		$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} = \frac{1}{V_\varphi^2} \frac{\partial^2 \Psi}{\partial t^2}$		משוואת גלים :
$y(x, t) = A \cos(\omega t \pm kx + \varphi)$				פיתרון כללי :

חזרות והעברות (מקדמי ההעברה והחזרה הם של האמפליטודות).

$z = \sqrt{T \cdot \rho}$	עכבה למיתר :	$z = \frac{z_0}{n}$	עכבה (Impedance) לאור :
$T = \frac{C}{A} = \frac{2z_1}{z_1 + z_2} = 1 + R$	מקדם העברה :	$R = \frac{B}{A} = \frac{z_1 - z_2}{z_1 + z_2}$	מקדם החזרה :

תורת הקוונטים

$P_{ph} = \frac{h}{\lambda} = \hbar k$	תנע של פוטון :	$E_{ph} = hf = \hbar\omega$	אנרגיה של פוטון :
$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \Psi(x,t) = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2}{\partial x^2} \Psi(x,t) + U(x,t)\Psi(x,t)$			משוואת שרדינגר :
$T(t) = e^{-i\omega t}$	צורה של $T(t)$:	$\Psi(x,t) = T(t) \cdot \varphi(x)$	צורה של $\Psi(x,t)$ עבור המשוואה הבלתי תלויה בזמן :
$\lambda = \frac{h}{p}$	אורך גל דה-ברולי	$E\varphi(x) = -\frac{\hbar^2}{2m} \varphi''(x) + U(x)\varphi(x)$	משוואה ב"ת בזמן :
$\Psi(x,t) = (Ae^{ikx} + Be^{-ikx})e^{-i\omega t}$		גל נע	פיתרון לחלקיק חופשי : ($U = 0$)
$\Psi(x,t) = A\sin(kx + \varphi)e^{-i\omega t}$ $\Psi(x,t) = A\cos(kx + \varphi)e^{-i\omega t}$		גל עומד	
$P = \int_{-\infty}^{\infty} P(x)dx = 1$	תנאי נורמליזציה :	$E = \hbar\omega = \frac{\hbar^2 k^2}{2m}$	יחס נפיצה לחלקיק חופשי :
$\Delta E \Delta t \geq h$	עיקרון האי-ודאות באנרגיה וזמן :	$f(x) = \Psi(x) ^2$	צפיפות הסתברות :
$\langle x \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} x \cdot \Psi(x) ^2 dx$	תוחלת מקום :	$\Delta x \Delta p_x \geq \frac{\hbar}{2}$	עיקרון האי-ודאות במקום ותנע :
$\langle \hat{O} \rangle = \langle \psi \hat{O} \psi \rangle$	ערך תצפית אופרטור כלשהו למערכת במצב $ \psi\rangle$:	$\Delta x = \sqrt{Var(x)} = \sqrt{\langle x^2 \rangle - \langle x \rangle^2}$	סטיית תקן :
אופרטור התנע בהצגת המקום בתלת מימד : $\hat{P} = -i\hbar \nabla$ $\hat{P}^2 = -\hbar^2 \nabla^2$		אופרטור התנע בהצגת המקום בחד מימד : $\hat{P}_x = -i\hbar \frac{\partial}{\partial x}$ $\hat{P}_x^2 = -\hbar^2 \frac{\partial^2}{\partial x^2}$	

מנהור

$\tilde{k} = \sqrt{\frac{2m(U-E)}{\hbar^2}}$		$ T = \left \frac{F}{A} \right ^2 \propto e^{-2\tilde{k}L}$	הסתברות שהחלקיק יעבור מכשול ברוחב L
$\tilde{k} = \frac{i}{\hbar} \sqrt{2m(U-E)}$	$: E < U$	$k = \frac{1}{\hbar} \sqrt{2m(E-U)}$	$: E > U$

בור פוטנציאל ואטום המימן

$\psi_n = A \sin\left(\frac{n\pi x}{L}\right)$ $\psi_n = A \cos\left(\frac{n\pi x}{L}\right)$	פתרון עבור בור סימטרי סביב $x = 0$	$k = \frac{\pi n}{L}$	בור פוטנציאל אינסופי בעל רוחב L
$\psi_n(x) = A \sin(k_n x)$	פתרון עבור בור בין $x = 0$ ל $x = L$		
$E_n = \frac{\hbar^2 k_n^2}{2m} = \frac{\hbar^2 \pi^2 n^2}{2mL^2}$			
$E_{ph} = E_n - E_m$		ספקטרוסקופיה	

מערכת מצבים עצמיים

$\int (\varphi_n \cdot \varphi_n^*) dx = 1$	בסיס אורתונורמאלי:	$\varphi = \sum a_i \varphi_i$	מצב לא עצמי:
$\int (\varphi_n \cdot \varphi_m^*) dx = 0$		$P(\varphi_i) = a_i ^2$	הסתברות:

מספרים קוונטיים אטום המימן

$n = 1, 2, 3 \dots$	n	מס' קוונטי אנרגיה:	
$0 \leq l \leq n - 1$	l	מס' קוונטי תנע זוויתי כולל:	
$-l \leq m_l \leq l$	m_l	מס' קוונטי תנע זוויתי בכיוון z :	
$m_s = \pm \frac{1}{2}$	m_s	מספר קוונטי ספין של אלקטרון בכיוון z :	
$\Psi_{100}(r) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \cdot \frac{1}{a_0^{3/2}} \cdot e^{-r/a_0}$		מצב יסודי של אטום מימן:	
$\int \Psi_{100} ^2 dV = \int \Psi_{100} ^2 4\pi r^2 dr$		הסתברות להיות במרחק r מהגרעין:	
$L_z = m_l \hbar$	תנע זוויתי בציר z :	$E_n = \frac{-13.6 \text{ eV}}{n^2} + \dots$	אנרגיה:

$S_z = m_s \hbar$	ספין בציר z :	$L = \sqrt{l(l+1)} \cdot \hbar$	תנע זוויתי :
$\mu_{orb_z} = \frac{-e}{2m_e} \cdot L_z$			מומנט מגנטי של האורביטל :
$\mu_{spin_z} = \frac{-e}{2m_e} \cdot 2S_z$			מומנט מגנטי של הספין :
$\mu_z = \mu_B(m_l + 2m_s)$			מומנט מגנטי כולל :
$F_z = \mu_z \frac{dB}{dz}$	כוח של שדה מגנטי בכיוון z :	$E = -\vec{\mu} \cdot \vec{B}$	אנרגיה מגנטית (זימן):

זהויות טריגונומטריות

$\sin(\alpha \pm \beta) = \sin\alpha \cdot \cos\beta \pm \cos\alpha \cdot \sin\beta$	$(\sin\alpha)' = \cos\alpha$	$(\cos\alpha)' = -\sin\alpha$
$\cos(\alpha \pm \beta) = \cos\alpha \cdot \cos\beta \mp \sin\alpha \cdot \sin\beta$	$\cos\alpha + \cos\beta = 2\cos\left(\frac{\alpha + \beta}{2}\right)\cos\left(\frac{\alpha - \beta}{2}\right)$	
$\sin\alpha \pm \sin\beta = 2\sin\left(\frac{\alpha \pm \beta}{2}\right)\cos\left(\frac{\alpha \mp \beta}{2}\right)$	$\cos\alpha - \cos\beta = -2\sin\left(\frac{\alpha + \beta}{2}\right)\sin\left(\frac{\alpha - \beta}{2}\right)$	
$\sin\alpha = \frac{e^{i\alpha} - e^{-i\alpha}}{2i}$	$\cos\alpha = \frac{e^{i\alpha} + e^{-i\alpha}}{2}$	
$\cos\alpha \cdot \cos\beta = \frac{1}{2}(\cos(\alpha - \beta) + \cos(\alpha + \beta))$	$\sin\alpha \cdot \sin\beta = \frac{1}{2}(\cos(\alpha - \beta) - \cos(\alpha + \beta))$	
$\sin\alpha \cdot \cos\beta = \frac{1}{2}(\sin(\alpha + \beta) + \sin(\alpha - \beta))$	$\cos\alpha \cdot \sin\beta = \frac{1}{2}(\sin(\alpha + \beta) - \sin(\alpha - \beta))$	
$A\cos\alpha + B\sin\alpha = C\cos(\alpha + \varphi),$	$C^2 = A^2 + B^2,$	$\varphi = \pm \arctan\left(\frac{B}{A}\right)$

אופרטור ∇

$\nabla = \frac{\partial}{\partial r} \hat{r} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial \theta} \hat{\theta} + \frac{1}{r\sin\theta} \frac{\partial}{\partial \varphi} \hat{\varphi}$	$\nabla = \frac{\partial}{\partial x} \hat{x} + \frac{\partial}{\partial y} \hat{y} + \frac{\partial}{\partial z} \hat{z}$	גרדיאנט
$\nabla^2 = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin\theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin\theta \frac{\partial}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2}$	$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$	לפלסיאן