

נוסחאות ונתונים בפיזיקה

נספח לבחינות הבגרות ברמה של 5 יח"ל

לשאלונים מס' 917531, 917521, 36541, 98, 917555, 917554, 917553, 652, 653, 654

(החל בקיץ תשס"ז)

תוכן העניינים

נוסחאות	עמוד	נתונים	עמוד
מכניקה	2	קבועים בסיסיים	6
אלקטרומגנטיות	3	פירוש קיצורי היחידות	7
קרינה וחומר	5	קשרים בין יחידות	7
פעילויות מעבדה	6	נוסחאות מתמטיות	7
		נתונים הקשורים בשמש ובירח	8
		נתונים הקשורים בכוכבי הלכת	8
		המסות של חלקיקים ואטומים אחדים	8

מכניקה

עבודה של כוח הקבוע בגודלו ובכיוונו כאשר $\Delta s = \Delta x $ $W = F_x \Delta x = F \cos \theta \Delta s$	
אנרגיה קינטית $E_k = \frac{1}{2}mv^2$	
אנרגיה פוטנציאלית כובדית (שדה אחיד) $U_G = mgh$ ($U_G(h=0)=0$)	
אנרגיה פוטנציאלית אלסטית (במצב רפוי $U_{sp}=0$) $U_{sp} = \frac{1}{2}k(\Delta \ell)^2$	
משפט עבודה-אנרגיה $W_{כוללת} = \Delta E_k$	
עבודת שקול הכוחות הלא-משמרים (- אנרגיה מכנית כוללת) $W_{לא משמרים} = \Delta E$	
הספק ממוצע $\bar{P} = \frac{\Delta W}{\Delta t}$	
מתקף ותנע	
מתקף של כוח משתנה $\vec{J} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F} dt$	
מתקף של כוח קבוע $\vec{J} = \vec{F} \Delta t$	
תנע $\vec{p} = m\vec{v}$	
נוסחת מתקף-תנע $\vec{J}_{כולל} = \Delta \vec{p}$	
שימור תנע $m_A \vec{v}_A + m_B \vec{v}_B = m_A \vec{u}_A + m_B \vec{u}_B$	
בהתנגשות אלסטית חד-ממדית $\vec{v}_A - \vec{v}_B = -(\vec{u}_A - \vec{u}_B)$	
מודל של גז אידיאלי	
האנרגיה הקינטית הממוצעת של מולקולת גז אידיאלי $\bar{E}_k = \frac{3}{2}kT$	

קינמטיקה - תנועה לאורך קו ישר	
מהירות רגעית $v = \frac{dx}{dt}$	
תאוצה רגעית $a = \frac{dv}{dt}$	
תנועה שוות-תאוצה	
$v = v_0 + at$	
$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$	
$x = x_0 + \frac{v_0 + v}{2}t$	
$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$	
מהירות של B ביחס ל-A	
$v_{B,A} = v_B - v_A$	
דינמיקה	
משקל $w = mg$	
חוק הוק (גודל כוח אלסטי) $F = k \Delta \ell$	
גודל כוח חיכוך	
סטטי $f_s \leq \mu_s N$	
קינטי $f_k = \mu_k N$	
החוק השני של ניוטון $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$	
צפיפות חומר $\rho = \frac{m}{V}$	
עבודה, אנרגיה והספק	
עבודה הנעשית על גוף הנע לאורך ציר x על ידי כוח F הקבוע בכיוונו	
$W = \int_{x_1}^{x_2} F_x dx$	

מהירות	$v = -\omega A \sin(\omega t + \phi)$
	$v = \pm \omega \sqrt{A^2 - x^2}$
תאוצה	$a = -\omega^2 A \cos(\omega t + \phi)$
	$a = -\omega^2 x$
זמן המחזור	$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{c}}$
מטוטלת פשוטה (מתמטית)	$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$
כבידה	
החוק השלישי של קפלר	$\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^3 = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2$
גודל כוח הכבידה	$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$
אנרגיה פוטנציאלית כובדית	$U_G = -\frac{GMm}{r} \quad (U_G(r \rightarrow \infty) = 0)$
אנרגיה של לוויין במסלול מעגלי	
קינטי	$E_k = \frac{GMm}{2r} = -\frac{U_G}{2}$
כוללת	$E = -\frac{GMm}{2r}$
טרנספורמציות שדה כבידה	
	$\vec{g}_B = \vec{g}_A - \vec{a}_{B,A}$

משוואת המצב של גז אידיאלי	$pV = NkT$
החוק הראשון של התרמודינמיקה	$\Delta U = Q + W$
תנועות מחזוריות	
	$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$
תנועה מעגלית	
מהירות זוויתית ממוצעת	$\bar{\omega} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$
תאוצה צנטריפטלית (רדיאלית)	
	$a_R = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$
הקשר בין מהירות קווית ומהירות זוויתית	$v = \omega r$
תנועה הרמונית פשוטה	
משוואת התנועה	$-cx = ma$
	$\omega = \sqrt{\frac{c}{m}}$
נוסחת מקום-זמן	$x = A \cos(\omega t + \phi)$

אלקטרומגנטיות

גודל שדה חשמלי הנוצר על ידי לוח טעון	
$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$	$\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi k}$
פוטנציאל חשמלי סביב מטען נקודתי	
$V = k \frac{q}{r}$	$(U_E(r \rightarrow \infty) = 0)$
אנרגיה פוטנציאלית חשמלית של מטען נקודתי	
$U_E = qV$	
אנרגיה של מוליך טעון	$U = \frac{1}{2} QV$

אלקטרוסטטיקה	
חוק קולון (בריק)	$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$
	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$
שדה חשמלי	$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$
גודל שדה חשמלי סביב מטען נקודתי	
	$E = k \frac{q}{r^2}$

מתח רגעי בפריקת קבל	$V_c = V_0 e^{-\frac{t}{RC}}$
שדה מגנטי	
גודל כוח הפועל על מטען בשדה מגנטי	$F = qvB \sin\alpha$
גודל כוח הפועל על תיל נושא זרם בשדה מגנטי	$F = IlB \sin\alpha$
גודל הכוח ליחידת אורך בין שני תילים ארוכים מקבילים	$\frac{F}{l} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d}$ $\frac{\mu_0}{2\pi} = 2 \cdot 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$
גודל שדה מגנטי סביב תיל ישר וארוך במרכז סליל מעגלי דק (בעל רדיוס R ו-N כריכות) בתוך סילונית ארוכה (בעלת אורך L ו-N כריכות)	$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ $B = \mu_0 \frac{NI}{2R}$ $B = \mu_0 \frac{NI}{L}$
כא"מ מושרה	
שטף מגנטי דרך משטח α – הזווית בין השדה לנורמל למשטח	$\phi_B = BA \cos\alpha$
כא"מ מושרה	$\varepsilon = -N \frac{d\phi_B}{dt}$
כא"מ מושרה בתיל מוליך $\ell_{\perp}$ – היטל התיל על הכיוון הניצב למהירות $B_{\perp}$ – רכיב השדה המגנטי בכיוון ניצב למישור התנועה	$\varepsilon = v \ell_{\perp} B_{\perp}$
כא"מ מושרה במחולל	$\varepsilon = -NBA\omega \cos(\omega t + \phi)$
שנאי אידיאלי	$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{N_1}{N_2}$

הגדרת הקיבול	$C = \frac{Q}{V}$
קיבול של קבל לוחות	$C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r A}{d}$
מתח חשמלי	$V_{AB} = V_A - V_B$
גודל השדה החשמלי בין לוחות קבל	$E = \frac{V_{AB}}{d}$
אנרגיה של קבל טעון	$U = \frac{1}{2} CV_{AB}^2$
קיבול שקול של קבלים המחוברים בטור של קבלים המחוברים במקביל	$\frac{1}{C_T} = \sum \frac{1}{C_i}$ $C_T = \sum C_i$
זרם חשמלי	
זרם רגעי	$i = \frac{dq}{dt}$
חוק אום	$V_{AB} = RI$
התנגדות של תיל	$R = \rho \frac{l}{A}$
התנגדות שקולה של נגדים המחוברים בטור של נגדים המחוברים במקביל	$R_T = \sum R_i$ $\frac{1}{R_T} = \sum \frac{1}{R_i}$
עבודת הזרם החשמלי	$W_{A \rightarrow B} = V_{AB} It$
הספק	$P = V_{AB} I$
מתח הדקים	$V_{AB} = \varepsilon - iR$
חוקי קירכהוף	$\sum \varepsilon = \sum I R \quad \sum I = 0$
מתח בין שתי נקודות במעגל חשמלי	$V_{AB} = \sum I R - \sum \varepsilon$
זרם רגעי בטעינת קבל או בפריקתו	$i = I_0 e^{-\frac{t}{RC}}$
מתח רגעי בטעינת קבל	$V_c = \varepsilon (1 - e^{-\frac{t}{RC}})$

קרינה וחומר

$E_{ph} = E_k + B$	אפקט פוטואלקטרי
האטום והגרעין	
$m_e v_n r_n = n \frac{h}{2\pi}$	הנחות בוהר
$E_{ph} = E_f - E_i $	
רמות אנרגיה באטום מימן	
$E_n = -\frac{R^*}{n^2}$	$(U_\infty = 0)$
$R^* = \frac{2\pi^2 k^2 m_e e^4}{h^2} = \frac{m_e e^4}{8\epsilon_0^2 h^2} = 13.6 \text{ eV}$	
רדיוסי המסלולים המותרים של האלקטרון באטום המימן	
$r_n = r_1 n^2$	
$r_1 = \frac{h^2}{4\pi^2 m_e k e^2} = 0.529 \text{ \AA}$	
$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{h}{p}$	נוסחת דה-ברויי
$\Delta x \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$	עקרון אי-הוודאות
$\Delta E = \Delta mc^2$	שקילות מסה-אנרגיה
דעיכה של מקור רדיואקטיבי	
$\frac{dN}{dt} = -\lambda N$	λ – קבוע הדעיכה
$N = N_0 e^{-\lambda t}$	
$R = \lambda N$	פעילות של מקור רדיואקטיבי
$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$	זמן מחצית החיים

אופטיקה גאומטרית	
$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$	חוק סנל
$\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$	נוסחת העדשות
$m = \frac{H_i}{H_o} = \frac{ v }{ u }$	הגדלה קווית
$C = \frac{1}{f}$	עוצמת עדשה
גלים מכניים ואלקטרומגנטיים	
$v = \lambda f$	מהירות גל מחזורי
$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$	חוק השבירה
גל עומד במיתר שקצותיו קשורים	
$\ell = n \frac{\lambda}{2}$	
קווי מקסימום בהתאבכות משני מקורות (ויותר) שווי מופע	
$\sin \theta_n = \frac{X_n}{L_n} = n \frac{\lambda}{d}$	
קווי מינימום בהתאבכות משני מקורות שווי מופע	
$\sin \theta_n = \frac{X_n}{L_n} = (n - \frac{1}{2}) \frac{\lambda}{d}$	
$\frac{\Delta X}{L} = \frac{\lambda}{d}$	נוסחת יאנג
קווי מקסימום בהתאבכות בסריג עקיפה	
$\sin \theta_n = n \frac{\lambda}{d} = n \lambda^* \lambda$	
קווי צומת בעקיפה בסדק יחיד	
$\sin \theta_n = \frac{X_n}{L_n} = n \frac{\lambda}{w}$	
אנרגיה של פוטון	
$E_{ph} = hf$	
$E(\text{eV}) = \frac{12400}{\lambda(\text{\AA})} = \frac{1240}{\lambda(\text{nm})}$	

פעילויות מעבדה

הקירוב של טיילור מסדר שני:

$$x_{n+1} \approx x_n + v_n \Delta t + \frac{1}{2} a_n \Delta t^2$$

$$v_{n+1} \approx v_n + \frac{1}{2} (a_n + a_{n+1}) \Delta t$$

הקירוב הסטנדרטי של אוילר:

$$x_{n+1} \approx x_n + v_n \Delta t$$

$$v_{n+1} \approx v_n + a_n \Delta t$$

קבועים בסיסיים

(ערכי הקבועים רשומים בדיוק נמוך מהדיוק הניסיוני הידוע, ומשמשים לבחינת בגרות.)

שם הקבוע	סימון	יחידות	ערך
קבוע בולצמן	k	J · K ⁻¹	1.38 · 10 ⁻²³
קבוע הגרביטציה	G	N · m ² · kg ⁻²	6.67 · 10 ⁻¹¹
המקדם בחוק קולון	k	N · m ² · C ⁻²	9 · 10 ⁹
מהירות האור בריק	c	m · s ⁻¹	3 · 10 ⁸
פרמיאביליות הריק	μ ₀	H · m ⁻¹	1.257 · 10 ⁻⁶
דיאלקטריות הריק	ε ₀	F · m ⁻¹	8.85 · 10 ⁻¹²
מטען האלקטרון	e	C	1.60 · 10 ⁻¹⁹
קבוע פלאנק	h	J · s eV · s	6.63 · 10 ⁻³⁴ 4.14 · 10 ⁻¹⁵
מסת אלקטרון	m _e	kg	9.11 · 10 ⁻³¹
מסת פרוטון	m _p	kg	1.67 · 10 ⁻²⁷
מסת נויטרון	m _n	kg	1.67 · 10 ⁻²⁷
קבוע אבוגדרו	N _A	mol ⁻¹	6.02 · 10 ²³

פירוש קיצורי היחידות

יחידה	סימן
פרד	F
אמפר	A
אום	Ω
וולט	V
טסלה	T
הנרי	H
הרץ	Hz
פסקל	Pa

יחידה	סימן
ג'אול	J
אלקטרון וולט	eV
מיליון אלקטרון וולט	MeV
וט	W
מול	mol
מעלות צלזיוס	$^{\circ}\text{C}$
מעלות קלווין	K
קולון	C

יחידה	סימן
מטר	m
אנגסטרם	$\text{\AA}$
קילוגרם	kg
גרם	gr
יחידת מסה אטומית	u
שנייה	s
שעה	h
ניוטון	N

קשרים בין יחידות

אנרגיה

$$1\text{eV} = 1.6 \cdot 10^{-19}\text{J}$$

אורך

$$1\text{\AA} = 10^{-10}\text{m}$$

$$1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$$

לחץ

$$1\text{אטמוספירה} = 1.01 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

מסה

$$1\text{u} = 931.494 \frac{\text{MeV}}{c^2} = 1.66 \cdot 10^{-27}\text{kg}$$

מעבר ממעלות קלווין למעלות צלזיוס

$$t_c = T_K - 273$$

תנע

$$1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}} = 1.87 \cdot 10^{-21} \frac{\text{MeV}}{c}$$

נוסחאות מתמטיות

$$\frac{4}{3}\pi R^3$$

נפח כדור

$$2\pi R$$

היקף מעגל

$$\sin \theta \approx \text{tg } \theta$$

לזוויות קטנות

$$\pi R^2$$

שטח עיגול

$$\sin \theta \approx \theta$$

לזוויות קטנות ברדיאנים

$$4\pi R^2$$

שטח פני כדור

נתונים הקשורים בשמש ובירח

מסה (kg)	רדיוס (m)	רדיוס מסלול ממוצע (m)	זמן מחזור (יממות)	
$1.99 \cdot 10^{30}$	$6.96 \cdot 10^8$	-----	-----	שמש
$7.35 \cdot 10^{22}$	$1.74 \cdot 10^6$	$3.84 \cdot 10^8$	27.3	ירח

נתונים הקשורים בכוכבי הלכת

מסה (10 ²⁴ kg)	רדיוס (10 ⁶ m)	רדיוס מסלול ממוצע (10 ⁶ km)	זמן מחזור (שנים)	כוכב לכת
0.330	2.44	57.9	0.2408	כוכב חמה (Mercury)
4.869	6.05	108.2	0.6152	נוגה (Venus)
5.974	6.38	149.6	1.00	ארץ (Earth)
0.642	3.4	227.9	1.881	מאדים (Mars)
1899.1	71.4	778.3	11.86	צדק (Jupiter)
568.6	60.0	1427.0	29.46	שבתאי (Saturn)
86.98	26.1	2871.0	84.01	אורנוס (Uranus)
103	24.3	4497.1	164.8	נפטון (Neptun)

המסות של חלקיקים ואטומים אחדים

המסה ב- u	האטום
1.007825	מימן ^1H
2.014101	דוטריום ^2H
4.00260	הליום ^4He
7.01601	ליתיום ^7Li
12.00000	פחמן ^{12}C

המסה ב- u	המסה ב- $\frac{\text{MeV}}{c^2}$	החלקיק
0.000549	0.511	אלקטרון
1.007276	938.272	פרוטון
1.008665	939.566	נויטרון