

## 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 עניינים

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

## מכניקה

$E_k = \frac{mv^2}{2}$	אנרגיה קינטית
$U_G = mgh$ ( $U_G = 0$ $h = 0$ -ב)	אנרגיה פוטנציאלית כובדית (שדה אחיד)
$U_{sp} = \frac{1}{2}k(\Delta l)^2$ ( $U_{sp} = 0$ רפוי 0)	אנרגיה פוטנציאלית אלסטית
$W_{כוללת} = \Delta E_k$	משפט עבודה-אנרגיה
$W_{לא משמרים} = E_2 - E_1$	עבודת שקול הכוחות הלא-משמרים ( $E$ - אנרגיה מכנית כוללת)
$P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$	הספק ממוצע
<b>מתקף ותנע</b>	
$\int_{t_1}^{t_2} \vec{F} dt = m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1$	מתקף-תנע
$\sum \vec{F} \Delta t = m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1$	בכוח קבוע
$m_A \vec{v}_A + m_B \vec{v}_B = m_A \vec{u}_A + m_B \vec{u}_B$	שימור תנע
$\vec{v}_A - \vec{v}_B = -(\vec{u}_A - \vec{u}_B)$	בהתנגשות אלסטית חד-ממדית
<b>מודל של גז אידאלי</b>	
$\epsilon_k = \frac{3}{2}kT$	האנרגיה הקינטית הממוצעת של מולקולת גז אידאלי
$pV = NkT$	משוואת המצב של גז אידאלי
$\Delta U = Q + W$	החוק הראשון של התרמודינמיקה

<b>קינמטיקה - תנועה לאורך קו ישר</b>	
$\vec{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$	מהירות ממוצעת
$\vec{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$	תאוצה ממוצעת
$v = v_0 + at$ $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ $x = x_0 + \frac{v_0 + v}{2} t$ $v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$	תנועה שוות-תאוצה
$\vec{v}_{B,A} = \vec{v}_B - \vec{v}_A$	מהירות של B ביחס ל-A
<b>דינמיקה</b>	
$w = mg$	משקל
$F = k\Delta l$	חוק הוק (גודל כוח אלסטי)
$f_s \leq \mu_s N$	גודל כוח חיכוך סטטי
$f_k = \mu_k N$	קינטי
$\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$	החוק השני של ניוטון
$\rho = \frac{m}{V}$	צפיפות חומר
$\vec{g}_B = \vec{g}_A - \vec{a}_{B,A}$	טרנספורמציה שדה כבידה
<b>עבודה, אנרגיה והספק</b>	
$x$ על ידי כוח $F$	עבודה הנעשית על גוף הנע לאורך ציר $x$
$W = \int_{x_1}^{x_2} F_x dx$	המשתנה בגודלו
$W = F \cos \theta   \Delta x   = F_x \Delta x$	קבוע

$a = -\omega^2 A \cos(\omega t + \phi)$ $a = -\omega^2 x$ $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{c}}$ $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ (מתמטית)	תאוצה  זמן המחזור  מטוטלת פשוטה (מתמטית)
<b>כבידה</b>	
$\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^3 = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2$	החוק השלישי של קפלר
$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$	גודל כוח הכבידה
$U_G = -\frac{GMm}{r}$	אנרגיה פוטנציאלית כובדית ( $U_G(\infty) = 0$ )
$E_k = \frac{GMm}{2r} = -\frac{U_G}{2}$	לויין במסלול מעגלי אנרגיה קינטית
$E = -\frac{GMm}{2r}$	אנרגיה כוללת

<b>תנועות מחזוריות</b>	
$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$	
<b>תנועה מעגלית</b>	
$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$	מהירות זוויתית ממוצעת
$a_R = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$	תאוצה מרכזית (רדיאלית)
$v = \omega R$	הקשר בין מהירות קווית ומהירות זוויתית
<b>תנועה הרמונית פשוטה</b>	
$-cx = ma$	משוואת התנועה
$\omega = \sqrt{\frac{c}{m}}$	
$x = A \cos(\omega t + \phi)$	נוסחת מקום-זמן
$v = -\omega A \sin(\omega t + \phi)$	מהירות
$v = \pm \omega \sqrt{A^2 - x^2}$	

## אלקטרוסטטיקה

$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$	גודל שדה חשמלי הנוצר על ידי לוח טעון
$W_{A \rightarrow B} = q(V_A - V_B) = qV_{AB}$	עבודת השדה החשמלי על מטען העובר מנקודה A לנקודה B
$V = k \frac{q}{r}$	פוטנציאל חשמלי סביב מטען נקודתי ( $V_\infty = 0$ )

<b>אלקטרוסטטיקה</b>	
$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$	חוק קולון (בריק)
$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$	
$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$	שדה חשמלי
$E = k \frac{q}{r^2}$	גודל שדה חשמלי סביב מטען נקודתי

זרם רגעי בטעינת קבל או בפריקתו	$i = I_0 e^{-\frac{t}{RC}}$
מתח רגעי בטעינת קבל	$V_c = V_0 (1 - e^{-\frac{t}{RC}})$
מתח רגעי בפריקת קבל	$V_c = V_0 e^{-\frac{t}{RC}}$
<b>שדה מגנטי</b>	
גודל כוח הפועל על מטען בשדה מגנטי	$F = qvB \sin\alpha$
גודל כוח הפועל על תיל נושא זרם בשדה מגנטי	$F = I \ell B \sin\alpha$
גודל הכוח ליחידת אורך בין שני תילים ארוכים מקבילים	$\frac{F}{\ell} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d}$
	$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$
<b>גודל שדה מגנטי</b>	
סביב תיל ישר ואורך	$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$
במרכז סליל מעגלי דק (בעל רדיוס R ו-N כריכות)	$B = \mu_0 \frac{NI}{2R}$
בתוך סילונית ארוכה (בעלת אורך $\ell$ ו-N כריכות)	$B = \mu_0 \frac{NI}{\ell}$
<b>כא"מ מושרה</b>	
כא"מ מושרה	$\varepsilon = -N \frac{d\Phi}{dt}$
כא"מ מושרה בתיל מוליך	$\varepsilon = Blv \sin\alpha$
כא"מ מושרה במחולל	$\varepsilon = -NBA\omega \sin\omega t$
שנאי אידאלי	$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{N_1}{N_2}$

אנרגיה של מוליך טעון	$U = \frac{1}{2} QV$
הגדרת הקיבול	$C = \frac{Q}{V}$
קיבול של קבל לוחות	$C = \frac{\varepsilon_0 A}{d}$
גודל השדה 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	$\frac{1}{C} = \sum \frac{1}{C_i}$
המחוברים במקביל	$C = \sum C_i$
<b>זרם חשמלי</b>	
זרם ממוצע	$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$
חוק אום	$V_{AB} = RI$
התנגדות של תיל	$R = \rho \frac{\ell}{A}$
התנגדות שקולה של נגדים המחוברים בטור	$R = \sum R_i$
המחוברים במקביל	$\frac{1}{R} = \sum \frac{1}{R_i}$
עבודת הזרם החשמלי	$W_{A \rightarrow B} = V_{AB} It$
הספק	$P = V_{AB} I$
מתח הדקים	$V_{AB} = \varepsilon - rI$
חוקי קירכהוף	$\sum \varepsilon = \sum IR \quad \sum I = 0$
מתח במעגל חשמלי	$V_{AB} = \sum IR - \sum \varepsilon$

## קרינה וחומר

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

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

## 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.)

ערך	יחידות	סימון	שם הקבוע
$1.38 \times 10^{-23}$	$J \times K^{-1}$	k	קבוע בולצמן
$6.67 \times 10^{-11}$	$N \times m^2 \times kg^{-2}$	G	קבוע הגרביטציה
$9 \times 10^9$	$N \times m^2 \times C^{-2}$	k	המקדם בחוק קולון
$3 \times 10^8$	$m \times s^{-1}$	c	מהירות האור בריק
$1.257 \times 10^{-6}$	$H \times m^{-1}$	$\mu_0$	פרמיאביליות הריק
$8.85 \times 10^{-12}$	$F \times m^{-1}$	$\epsilon_0$	דיאלקטריות הריק
$1.60 \times 10^{-19}$	C	e	מטען האלקטרון
$6.63 \times 10^{-34}$	J x s	h	קבוע פלאנק
$4.14 \times 10^{-15}$	eV x s		
$9.11 \times 10^{-31}$	kg	$m_e$	מסת אלקטרון
$1.67 \times 10^{-27}$	kg	$m_p$	מסת פרוטון
$1.67 \times 10^{-27}$	kg	$m_n$	מסת ניטרון

## פרוש קיצורי היחידות

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

יחידה	סימן
ג'ול	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

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

לחץ

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

מעבר ממעלות קלווין למעלות צלזיוס

$$t_c = T - 273$$

אורך

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

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

מסה

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

תנע

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

## 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

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

## נתונים הקשורים בכוכבי הלכת

זמן מחזור (שנים)	רדיוס מסלול ממוצע ( $10^6$ km)	רדיוס ( $10^6$ m)	מסה ( $10^{24}$ kg)	כוכב לכת
0.2408	57.9	2.44	0.330	כוכב חמה (Mercury)
0.6152	108.2	6.05	4.869	נוגה (Venus)
1.00	149.6	6.38	5.974	ארץ (Earth)
1.881	227.9	3.4	0.642	מאדים (Mars)
11.86	778.3	71.4	1899.1	צדק (Jupiter)
29.46	1427.0	60.0	568.6	שבתאי (Saturn)
84.01	2871.0	26.1	86.98	אורנוס (Uranus)
164.8	4497.1	24.3	103	נפטון (Neptun)
248.4	5913.5	1.5-1.8	0.012	פלוטו (Pluto)

## המסות של חלקיקים ואטומים אחדים

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

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	ניטרון