הפקולטה להנדסה
Faculty of Engineering
המרכז האקדמי רופין
Ruppin Academic Center

מבחן פטור לדוגמה בפיזיקה – מבחן 2 – חשמל ומגנטיות

מעבר מבחן זה בציון 60 לפחות מזכה בפטור מיסודות הפיזיקה 2

לכלל המועמדים ללימודים בפקולטה להנדסה

הוראות לנבחן/ת :

1. עליך לענות על **שתי שאלות** מתוך שלושת השאלות.
2. השאלות שוות בערכן.
3. כתוב/כתבי את הבחינה בכתב ברור ומסודר.
4. הסבר/י כל שלב בפתרון, תשובות סופיות ללא הסבר לא יתקבלו. **חובה ללוות פתרון של כל שאלה בתרשימי כוחות, מהירויות, וגורמים וקטורים אחרים נדרשים.**
5. משך המבחן : *שעתיים*
6. חומר עזר : מחשבון פשוט ללא יכולת תכנות או גרפיקה, דף הנוסחאות המצורף לטופס המבחן.
7. אסור להוציא את טופס המבחן

בהצלחה!

שמירה על טוהר הבחינות

הלימודים במרכז האקדמי רופין מבוססים על אמון בין הסטודנטים לבין המוסד על סגל מוריו ועובדיו. הסטודנטים מצופים להתנהגות ההולמת את כבוד המרכז כמוסד אקדמי ואת מעמדם כסטודנטים.

ידוע לי כי העבירות שלהלן הן עבירות משמעת :

1. הכנסת חומר עזר אסור לבחינה או החזקתו בעת הבחינה.
2. התקשרות או ניסיון התקשרות בין בכתב ובין בדרך אחרת עם נבחן אחר או גורם חוץ, בעת בחינה.
3. הכנסת שינוי כלשהו בבחינה לאחר תום מועד הבחינה או בשעת עיון בה לאחר מתן ההערכה.

הנני מתחייב לעבודה עצמאית בבחינה.

ת״ז לשם אישור ________________

שאלה 1 (50 נק')

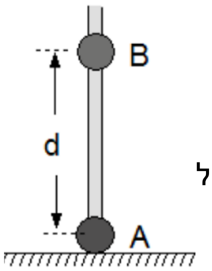
שני כדורים מוליכים וטעונים, A ו- B, נמצאים במרחק גדול זה מזה. רדיוס כדור A הוא $R_1 = 20[cm]$ ומטענו $q_1 = -10\mu C$. רדיוס כדור B הוא $R_2 = 5[cm]$ ומטענו $q_2 = 20\mu C$. (מיקרו קולון הוא מיליונית הקולון $1\mu C = 10^{-6}C$).

א. תלמיד מחבר את הכדורים זה לזה על ידיד תיל מוליך דק.

a. (6 נק') חשבו את הפוטנציאלים V_1, V_2 על פני הכדורים A ו- B לפני חיבורם.

b. (12 נק') מצאו את המטענים q_1', q_2' על פני הכדורים A ו- B זמן ארוך לאחר חיבורם זה לזה.

לאחר החיבור בין הכדורים, התלמיד מסיר את התיל הדק ומבצע את שני הניסויים דלהלן. מסות הכדורים A ו- B הן $m_1 = 100[gr]$ ו- $m_2 = 200[gr]$ בהתאמה.

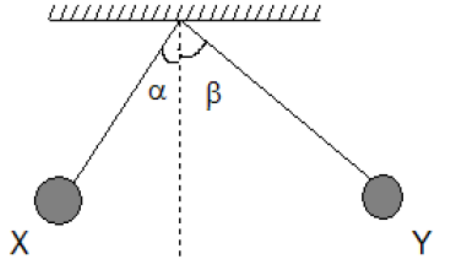


תרשים 1

ב. (8 נק') בניסוי הראשון התלמיד משחיל את הכדורים על מוט פלסטיק ומציב את המוט במאונך לשולחן מעבדה, כך שכדור *A* מונח על השולחן. מסתבר שכדור *B* נמצא במצב של שיווי משקל מעל כדור *A* (ראו תרשים 1). חשבו את המרחק *d* שבין מרכזי הכדורים.

ג. בניסוי השני, התלמיד תולה את הכדורים על חוטים עשויים חומר מבודד, כמתואר בתרשים 2. להפתעתו, חוטי התלייה יוצרים עם האנך לשולחן זוויות שונות $\alpha < \beta$

1. (8 נק') האם יש בכך סתירה לחוק השלישי של ניוטון? נמקו
2. (8 נק') איזה כדור, *X* או *Y* הוא כדור *A*? נמקו.



תרשים 2

<u>שאלה 2 (50 נק'):</u>

בתוך שדה מגנטי אחיד שעוצמתו B=0.5[T], נמצאת הצלע התחתונה של מסגרת ריבועית, אורך הצלע שמצויה בתוך השדה המגנטי הוא L=12[cm]. המסגרת מורכבת מחוטים מוליכים ומסוללה.

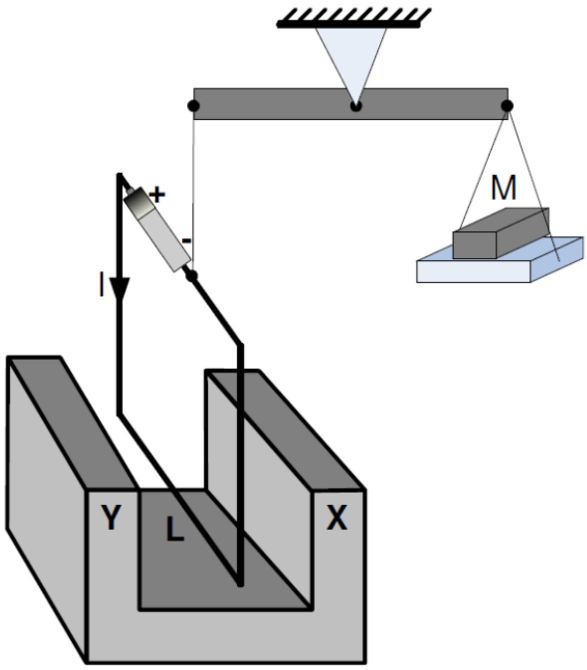
המסגרת תלויה בצד אחד של מאזניים שווי זרועות ומאוזנות, כשבצידם השני משקולת שמסתה M. (מסת הסל עליו מוצבת המשקולת M זניח)

מסת החוטים והסוללה m=20[gr]

התנגדות החוטים R=1.5[Ω]

הכא"מ של הסוללה ε=1.5[v]

התנגדותה הפנימית r=0.5[Ω]



א. (8 נק') מהו כיוון השדה המגנטי, אם ידוע שהכוח המגנטי שפועל על הצלע שמצויה בתוך השדה הוא בכיוון כוח הכובד? נמקו (מ- X ל Y או מ- Y ל- X)

ב. (12 נק') חשבו את מסת המשקולת M המונחת בזרוע השנייה של המאזניים.

ג. (14 נק') כעת **הופכים את כיוון הזרם**, חשבו את מסת המשקולת M שיש להניח על הזרוע השנייה של המאזניים כדי שהמאזניים יהיו מאוזנים.

ד. חשבו את מסת המשקולת M שיש להניח על הזרוע השנייה של המאזניים בכדי שהמאזניים יהיו מאוזנים במקרים הבאים:

1. (8 נק') מסובבים את המסגרת ב- 90^o סביב הציר האנכי ביחס למצב ההתחלתי.
2. (8 נק') מסובבים את המסגרת ב- 30^o סביב הציר האנכי ביחס למצב ההתחלתי.

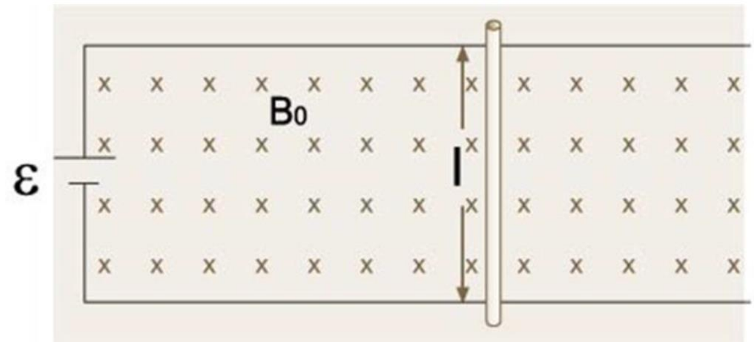
<u>שאלה 3 (50 נק')</u>

לפניך תרשים של מערכת פסים מוליכים, אופקיים, חסרי התנגדות, המחוברים לסוללה בעלת כא"מ ε.

מוט מוליך קל, שהתנגדותו R ואורכו ℓ, מונח על הפסים.

המערכת נמצאת בשדה מגנטי אנכי אחיד B_0.

בכל שלבי השאלה אין חיכוך בין המוט לפסים.



א. (12 נק') איזה כוח F_0 יש להפעיל על המוט כדי שלא ינוע על הפסים.

ב. (12 נק') באיזו מהירות יש להניע את המוט ימינה כדי שלא יזרום זרם במערכת?

ג. (6 נק') האם כשהמוט נע במהירות זו, יש להפעיל כוח על המוט כדי שיתמיד במהירותו? נמקו.

ד. כעת המוט נמצא במנוחה במרחק a_0 מהקצה השמאלי של המערכת. במצב זה השדה המגנטי מתחיל להשתנות כפונקציה של הזמן בהתאם למשוואה: $B(t) = B_0 + kt$, והמוט נשאר במקומו.

1. (8 נק') הסבירו מהי הסיבה לכך שהמוט נשאר במקומו?
2. (12 נק') בטאו את k בעזרת נתוני השאלה a_0, ε, ℓ

נוסחאות ונתונים במכניקה

1. קינמטיקה

תנועה במהירות קבועה _ _ _ _ _ $\vec{r}=\vec{r}_0+\vec{v}t$

(כאשר וקטור ההעתק הוא $\vec{r}=(x,y,z)=(x)\hat{x}+(y)\hat{y}+(z)\hat{z}$, וכאשר $\vec{v}_0$ היא המהירות ההתחלתית)

בממד אחד: _ _ _ _ _ $x=x_0+vt$

תנועה בתאוצה קבועה _ _ _ _ _ $\vec{r}=\vec{r}_0+\vec{v}_0t+\frac{1}{2}\vec{a}t^2$ וכן $\vec{v}=\vec{v}_0+\vec{a}t$

בממד אחד: _ _ _ _ _ $x=x_0+v_0t+\frac{1}{2}at^2$ וכן $v=v_0+at$

נוסחאות נוספות לתאוצה קבועה בממד אחד: $v^2=(v_0)^2+2a(x-x_0)$

$x=x_0+\frac{v_0+v_t}{2}t$

מהירות יחסית

מהירות של B ביחס ל- A _ _ _ _ _ $\vec{v}_{B,A}=\vec{v}_B-\vec{v}_A$

2. כוחות

משקל (כוח הכובד) _ _ _ _ _ $W=mg$ (כלפי הקרקע, לגוף בעל מסה m על כדור הארץ)

כוח הכובד – נוסחה כללית _ _ _ _ _ $F=G\frac{m_1m_2}{r^2}$ (כוח משיכה בין שתי המסות הנמצאות במרחק r זו מזו ; הכוח פועל לאורך הקו המחבר אותן)

חוק הוק _ _ _ _ _ $F=k\Delta l$ (k : קבוע הקפיץ, Δl המרחק של קצה הקפיץ מנקודת שיווי המשקל שלו)

חיכוך סטטי _ _ _ _ _ $f\le\mu_sN$ (N: כוח נורמלי, μ_s : מקדם חיכוך סטטי)

חיכוך קינטי _ _ _ _ _ $f=\mu_kN$ (N: כוח נורמלי, μ_k : מקדם חיכוך קינטי)

החוק השני של ניוטון _ _ _ _ _ $\vec{F}=m\vec{a}$

בממד אחד _ _ _ _ _ $F_x=ma_x$

3. עבודה ואנרגיה

עבודה _ _ _ _ _ $W=\vec{F}\cdot\Delta\vec{r}$ ($\vec{F}$ כוח קבוע, $\Delta\vec{r}$ ההעתק של הגוף אשר לאורכו פועל הכוח)

בממד אחד _ _ _ _ _ $W=F_x\cdot\Delta x$

אנרגיה קינטית _ _ _ _ _ $E_k=\frac{1}{2}mv^2$ (v הוא גודל המהירות הקווית)

משוואת עבודה – אנרגיה: _ _ _ _ _ $W=\Delta E_k$ (W העבודה שנעשתה ע"י הכוח השקול (העבודה הכוללת), ΔE_k השינוי באנרגיה הקינטית)

אנרגיה פוטנציאלית של כוח הכובד: _ _ _ _ _ $U_G=mgh$ (h הגובה מעל רמת ייחוס אפס)

אנרגיה פוטנציאלית אלסטית (של קפיץ): _ _ _ _ _ $U_{sp}=\frac{1}{2}k\Delta l^2$ (k: קבוע הקפיץ, Δl המרחק של קצה הקפיץ מנקודת שיווי המשקל שלו)

אנרגיה (מכנית) כוללת _ _ _ _ _ $E=E_k+U_G+U_{sp}$

עבודת שקול הכוחות הלא-משמרים _ _ _ _ _ $W = \Delta E$ (E – אנרגיה מכנית כוללת)

חוק שימור האנרגיה:
האנרגיה (המכנית) הכוללת נשמרת אם עבודת שקול הכוחות הלא משמרים היא אפס.

4. מיתקף ותנע

תנע קווי _ _ _ _ _ $\vec{p} = m\vec{v}$

מיתקף (קווי) _ _ _ _ _ $\vec{J} = \vec{F} \cdot \Delta t$ ($\vec{F}$ כוח קבוע, Δt פרק הזמן בו הוא פועל)

משוואת מיתקף-תנע _ _ _ _ _ $\vec{J} = \Delta\vec{p}$ (כאן $\vec{J}$ המיתקף הכולל, $\Delta\vec{p}$ השינוי בתנע)

חוק שימור התנע (למערכת סגורה): התנע הכולל (של גוף יחיד או של מערכת) נשמר כאשר אין כוחות חיצוניים.

לשני גופים או יותר: _ _ _ _ _ $m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 + ... = m'_1\vec{u}_1 + m'_2\vec{u}_2 + ...$

(כאן $m_1, m_2 ...$ הן המסות של הגופים לפני האירוע, $\vec{v}_1, \vec{v}_2 ...$ הן המהירויות של הגופים לפני האירוע,
$m'_1, m'_2 ...$ הן המסות של הגופים אחרי האירוע, $\vec{u}_1, \vec{u}_2 ...$ הן המהירויות של הגופים אחרי האירוע)

התנגשות אלסטית היא התנגשות אשר בה, נוסף לשימור התנע, נשמרת גם האנרגיה (הקינטית) הכוללת

_ _ _ _ _ $\frac{1}{2}m_1{v_1}^2 + \frac{1}{2}m_2{v_2}^2 = \frac{1}{2}m_1{u_1}^2 + \frac{1}{2}m_2{u_2}^2$

בהתנגשות אלסטית חד-ממדית: _ _ _ _ _ $v_1 - v_2 = -(u_1 - u_2)$

הספק (ממוצע): _ _ _ _ _ $P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$ (ΔW עבודת הכוח השקול, Δt פרק הזמן הדרוש)

5. תנועה במעגל

תאוצה צנטריפטלית _ _ _ _ _ $a_R = \frac{v^2}{R}$ (v המהירות הקווית, R רדיוס המעגל; התאוצה בכיוון הרדיאלי אל המרכז)

כוח צנטריפטלי _ _ _ _ _ $F_R = \frac{mv^2}{R}$ (v המהירות הקווית, R רדיוס המעגל; הכוח בכיוון הרדיאלי אל המרכז)

מהירות זוויתית: _ _ _ _ _ $\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$ ($\Delta\theta$ הזווית שהגוף עבר, Δt פרק הזמן הדרוש)

התנאי לתנועה מחזורית (כולל תנועה מחזורית במעגל): _ _ _ _ _ $P(t) = P(t+T)$
(P: מקומו של הגוף, T: זמן המחזור של התנועה)

תדירות של תנועה מחזורית: _ _ _ _ _ $f = \frac{1}{T}(Hz)$

מהירות זוויתית ותדירות: _ _ _ _ _ $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}(rad/\sec)$

מהירות זוויתית ומהירות קווית: _ _ _ _ _ $v = \omega R$

אם גודל המהירות קבוע – הקשר בין מהירות קווית וזמן המחזור: _ _ _ $T = \frac{2\pi R}{v}$

תנועה הרמונית

משוואת התנועה	-	$-kx = m\ddot{x}$
פונקציית "מקום-זמן":	-	$x = A\cos(\omega t + \phi)$
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 מחזור	-	$T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$
מטוטלת פשוטה	-	$T = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g}}$

נוסחאות ונתונים בקורס יסודות פיסיקה 2

1. אלקטרוסטטיקה

חוק קולון $F = k\dfrac{|q_1|\cdot|q_2|}{r^2}$ $\left(k = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9\times10^9\,\dfrac{N\cdot m^2}{C^2}\right)$

כוח הפועל על מטען בוחן בשדה חשמלי $\vec{F} = q\vec{E}$

עוצמת שדה חשמלי של מטען נקודתי $E = k\dfrac{|q|}{r^2}$

עוצמת שדה חשמלי של משטח אינסופי הטעון בצפיפות משטחית אחידה: $E = \dfrac{|\sigma|}{2\varepsilon_0}$

חוק גאוס: $\Phi = \dfrac{q_{\text{int}}}{\varepsilon_r \varepsilon_0}$

שטף של שדה חשמלי $\Phi_E = \oint \vec{E}\cdot d\vec{A}$ ($d\vec{A}$: אלמנט של משטח האינטגרציה הסגור, המקיף את הנפח בו נמצא המטען החשמלי)

אנרגיה פוטנציאלית חשמלית של שני מטענים $U = K\dfrac{qQ}{r}$

אנרגיה פוטנציאלית של מטען בוחן בשדה חשמלי $U = qV$

פוטנציאל ממטען נקודתי $V = K\dfrac{q}{r}$

עבודת שדה חשמלי על מטען בוחן $W = -q\Delta V$

קיבול: $C = \dfrac{Q}{V}$

אנרגיה פוטנציאלית בקבל $U = \dfrac{Q^2}{2C}$

צפיפות אנרגיה (ליחידת נפח) בשדה חשמלי $u = \dfrac{1}{2}\varepsilon_0 E^2$

2. זרם חשמלי

זרם חשמלי $I = \dfrac{dq}{dt}$

צפיפות זרם חשמלי $j = \dfrac{I}{A}$ (A: שטח חתך, j בכיוון של I)

חוק אוהם $I = \dfrac{1}{R}V$

התנגדות מוליך כפונקציה של אורכו ושטח חתכו: $\rho = R\frac{A}{L}$ (A: שטח חתך, L: אורך, ρ -התנגדות סגולית)

הספק $P = VI$

חוק אוהם עבור מעגל סגור: $V = \varepsilon - Ir$

3. מגנטיות

כוח מגנטי על מטען $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$

כוח מגנטי על תיל נושא זרם $\vec{F} = I\vec{L} \times \vec{B}$

שדה מגנטי של תיל ישר אינסופי: $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$

שדה מגנטי במרכז לולאה: $B = \frac{\mu_0 I}{2R}$

שדה מגנטי במרכז סילונית: $B = \mu_0 In$ (n-מספר ליפופים על יחידת אורכה של סילונית)

שטף של שדה מגנטי $\Phi_B = \int \vec{B} \cdot d\vec{A}$ ($d\vec{A}$: אלמנט של משטח האינטגרציה)

חוק פראדיי $\varepsilon = N\left|\frac{d\Phi_B}{dt}\right|$ (N: מספר הליפופים, ε: כ.א.מ מושרה)

השראות $L = \frac{N\Phi_B}{I}$

כ.א.מ מושרה בהשראה עצמית: $\varepsilon = \left|L\frac{dI}{dt}\right|$

אנרגיה פוטנציאלית במשרן $U_B = \frac{1}{2}LI^2$

צפיפות אנרגיה (ליחידת נפח) בשדה מגנטי $u_B = \frac{1}{2\mu_0}B^2$

4. קבועים במערכת היחידות SI (MKSA)

שיטת היחידות: MKSA

הקבוע החשמלי: $K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$

הדיאלקטריות של הריק: $\varepsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \frac{C^2}{Nm^2}$

החלחלות של הריק: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Tm}{A}$

מטען היסוד: $e = 1.6 \cdot 10^{-19} C$

מסת אלקטרון $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} kg$

מסת פרוטון $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} kg$

מסת ניטרון $m_n = 1.67 \cdot 10^{-27} kg$ (ההבדל בין מסות הפרוטון והניטרון זניח במידת הדיוק הנדרשת בקורס)

5. נוסחאות הכוללות חדו"א

שדה חשמלי של רצפי מטענים שונים:

כללי	מוט	משטח מוליך	טבעת מוליכה
$\vec{E} = \int k \frac{dq}{r^2} \hat{r}$	$\vec{E} = \frac{2k\rho_L}{\varepsilon_0} \hat{r}$	$\vec{E} = \frac{\rho_s}{\varepsilon_0} \hat{r}$	$\vec{E} = \frac{kqz}{(R^2+z^2)^{\frac{3}{2}}} \hat{z} = \frac{z\rho_l 2\pi R}{(R^2+z^2)^{\frac{3}{2}}} \hat{z}$

פוטנציאל שדה של רצף מטענים: $V = \int k \frac{dq}{r}$

הקשר בין עוצמת שדה חשמלי ופוטנציאל

$\vec{E} = -\vec{\nabla} V$	$V_B - V_A = -\int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{r}$ $d\vec{r}$ - דיפרנציאל וקטור המיקום	

חישוב עוצמת שדה מגנטי באופן כללי

חוק ביו-סבאר	חוק אמפר		
$d\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \cdot \frac{d\vec{s} \times \vec{r}}{r^3}$ $d\vec{s}$ אלמנט של זרם	$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 I$ $d\vec{s}$ אלמנט של מסלול אינטגרציה		

כוח לורנץ: $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B} + q\vec{E}$

חוק פארדיי המורחב: $\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$

נוסחאות מתמטיות לקורס יסודות הפיסיקה

גאומטריה במישור

בעיגול ברדיוס r : ההיקף $c = 2\pi R$

השטח $A = \pi R^2$

משולש : השטח $A = \frac{1}{2} ah$

טרפז : השטח $A = \frac{1}{2}(a+b)h$

גאומטריה במרחב

	שטח הפנים	נפח
בכדור ברדיוס r	$4\pi r^2$	$(4/3)\pi r^3$
בגליל ברדיוס r ובגובה h	$2\pi r^2 + 2\pi rh$	$\pi r^2 h$

אלגברה

משוואה ריבועית: $ax^2 + bx + c = 0$ $\quad \Delta = b^2 - 4ac \quad x_{1-2} = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a}$

$$(a \pm b)^2 = a^2 \pm 2ab + b^2$$

$$a^2 - b^2 = (a+b)(a-b)$$

גיאומטריה אנליטית

משוואת קו ישר: $y = ax + b$

שיפוע: $a = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$

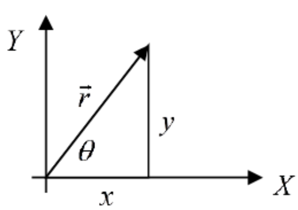
משוואת פרבולה: $y = ax^2 + bx + c$

קואורדינטה x_0 של קודקוד פרבולה: $x_0 = -\frac{b}{2a}$

טריגונומטריה – הגדרות

אם נתון וקטור באורך r במישור XY , והוא יוצר זוית θ עם ציר X , אז

$$\cos(\theta) = \frac{x}{r} \qquad \sin(\theta) = \frac{y}{r} \qquad \tan(\theta) = \frac{y}{x} = \frac{\sin(\theta)}{\cos(\theta)}$$



כאשר x, y הם אורכי ההיטלים של הוקטור על צירי X, Y בהתאמה.

וקטורים ומכפלות וקטוריות

מכפלה סקלרית: $\vec{A} \cdot \vec{B} = AB\cos\theta$

<u>מכפלה וקטורית</u>: $\left|\vec{A}\times\vec{B}\right| = AB\sin(\theta)$

(כאשר A, B הם גודלי הוקטורים $\vec{A},\vec{B}$, θ היא הזווית בין הווקטורים)

חוק החילוף עבור המכפלה הווקטורית: $\vec{A}\times\vec{B} = -\vec{B}\times\vec{A}$

<u>גרדיאנט</u>: אם נתונה פונקציה f = f(x,y,z) אזי: $\nabla f = \left(\frac{\partial}{\partial x}f\right)\hat{x} + \left(\frac{\partial}{\partial y}f\right)\hat{y} + \left(\frac{\partial}{\partial z}f\right)\hat{z}$

<u>קשרים טריגונומטריים</u>

$\sin(90^\circ-\theta)=\cos(\theta)$	$\cos(90^\circ-\theta)=\sin(\theta)$
$\sin^2(\theta)+\cos^2(\theta)=1$	
$\sin(2\alpha)=2\sin(\alpha)\cos(\alpha)$	$\cos(2\alpha)=\cos^2(\alpha)-\sin^2(\alpha)$
$\sin^2(\alpha)=\frac{1}{2}(1-\cos(2\alpha))$	$\cos^2(\alpha)=\frac{1}{2}(1+\cos(2\alpha))$
$\sin(\alpha\pm\beta)=\sin(\alpha)\cos(\beta)\pm\cos(\alpha)\sin(\beta)$	
$\cos(\alpha\pm\beta)=\cos(\alpha)\cos(\beta)\mp\sin(\alpha)\sin(\beta)$	

<u>משוואות טריגונומטריות:</u>

$\sin x = a$, פתרון: $x=(-1)^n\arcsin a+\pi n$, כאשר $n=1,2,3,...$

$\cos x = a$, פתרון: $x=\pm\arccos a+2\pi n$, כאשר $n=1,2,3,...$

$\tan x = a$, פתרון: $x=\arctan a+\pi n$, כאשר $n=1,2,3,...$

<u>יסודות חדו"א</u>

נגזרות ואינטגרלים של מספר פונקציות אלמנטריות:

$f(x)$	$\frac{df}{dx}$	$\int f(x)dx$
x^n	$n\cdot x^{n-1}$	$\frac{1}{n+1}x^{n+1}+C \quad (n\neq-1)$
$\frac{1}{x}$	$\frac{-1}{x^2}$	$\ln(\lvert x\rvert)+C$
e^{ax}	$a\cdot e^{ax}$	$\frac{1}{a}e^{ax}+C$
$\sin(x)$	$\cos(x)$	$-\cos(x)+C$
$\cos(x)$	$-\sin(x)$	$\sin(x)+C$

$\tan(x)$	$\frac{1}{\cos^2(x)}$	$-\ln(\lvert\cos(x)\rvert)+C=\ln\left(\frac{1}{\lvert\cos(x)\rvert}\right)+C$

6. קבועים

שיטת היחידות: SI (MKS = meter/kilogram/second)

תאוצת הנפילה החופשית (תאוצת הכובד) על כדור הארץ $g = 9.8\ m/s^2$

קבוע הכבידה (הגרביטציה) העולמי $G = 6.67\cdot 10^{-11}\ \frac{Nm^2}{kg^2}$

נוסחאות מתמטיות

1. גיאומטריה

היקף מעגל _ _ $2\pi R$
שטח עיגול _ _ πR^2
שטח פני כדור _ _ $4\pi R^2$
נפח כדור _ _ $^4/_3\pi R^3$

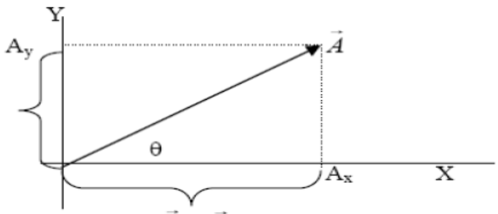
2. וקטורים

אם נתון וקטור $\vec{A}$ במישור XY, שגודלו A והוא יוצר זווית θ עם ציר X, אז

$$\vec{A}=(A_x,A_y)=A_x\hat{x}+A_y\hat{y}=(A\cos(\theta))\hat{x}+(A\sin(\theta))\hat{y}$$

כאשר $A_x = A\cos(\theta), A_y = A\sin(\theta)$ הם רכיבי הווקטור $\vec{A}$ (ההיטלים שלו על הצירים) וכאשר $\hat{x},\hat{y}$ הם וקטורי היחידה לאורך צירי X, Y. אם ידועים הרכיבים, אפשר למצוא את גודל הווקטור ואת הכיוון (הזווית) לפי

$$A=\sqrt{A_x^{\ 2}+A_y^{\ 2}} \qquad \theta=\arctan\left(\frac{A_y}{A_x}\right)=\tan^{-1}\left(\frac{A_y}{A_x}\right)$$



חיבור וקטורים: $\vec{A}+\vec{B}=(A_x,A_y)+(B_x,B_y)=(A_x+B_x,A_y+B_y)$

הכפלת וקטור בסקלר: $m\vec{A}=m(A_x,A_y)=(mA_x,mA_y)$

מכפלה סקלרית: $\vec{A}\bullet\vec{B}=A_xB_x+A_yB_y+A_zB_z=AB\cos(\theta)=\vec{B}\bullet\vec{A}$

(כאשר A, B הם גודלי הוקטורים $\vec{A},\vec{B}$, וכאשר θ היא הזווית בין הוקטורים)