מבחן פטור לדוגמא בפיזיקה

<u>הוראות לנבחן/ת:</u>

1. המבחן כולל שני חלקים. בכל חלק 3 שאלות עליך לענות על **שתי שאלות** מכל חלק סה"כ 4 שאלות.
2. השאלות שוות בערכן.
3. כתוב/כתבי את הבחינה בכתב <u>ברור ומסודר</u>.
4. הסבר/י כל שלב בפתרון, תשובות סופיות ללא הסבר לא יתקבלו. **חובה ללוות פתרון של כל שאלה בתרשים של כוחות, מהירויות וגורמים וקטוריים אחרים.**
5. **<u>קרא/י</u>** את הבחינה **<u>בעיון רב</u>** ורק לאחר מכן השב/השיבי על השאלות
6. משך הבחינה: שלוש שעות.
7. חומר עזר : אסור.
8. מותר מחשבים "פשוטים" ללא יכולות תכנות.

בהצלחה

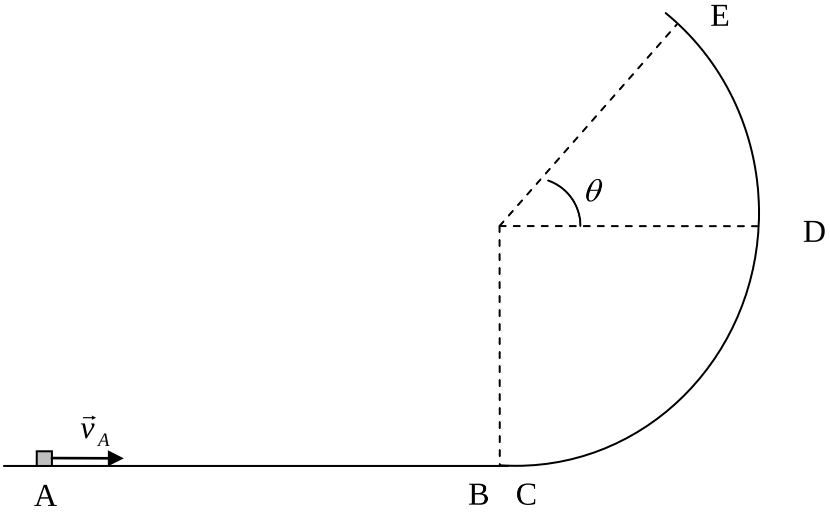
Emek Hefer 40250 Israel | עמק חפר 40250
Tel: 972-9-8983063 'טל | Fax: 972-9-8981302 :פקס
engineering@ruppin.ac.il

חלק א:

שאלה מספר 1

גוף קטן שמסתו m נע ימינה במהירות v_A על הקטע האופקי של המסילה שבתרשים ולאחר מכן נכנס לתוך החלק המעגלי שלה שרדיוסו R. החיכוך בין הגוף לכל חלקי המסילה **זניח**. נקודה B נמצאת קצת לפני הכניסה למסלול המעגלי ואילו נקודה C נמצאת קצת אחרי הכניסה למסלול המעגלי. בנקודה E, **קצת לפני** שהמסילה נגמרת, הגוף מתנתק ממנה.

בטא את כל התשובות על השאלות החישוביות שלהלן באמצעות פרמטרים: m, g, v_A, R, θ



א. מצא את הכוח שמפעיל הגוף על המסילה בנקודות:

1.(3 נק׳) B

2.(4 נק׳) C

3.(5 נק׳) E

ב. (4 נק׳) האם ייתכן מצב שבו מהירות הגוף בנקודה E תהיה אפס? נמק.

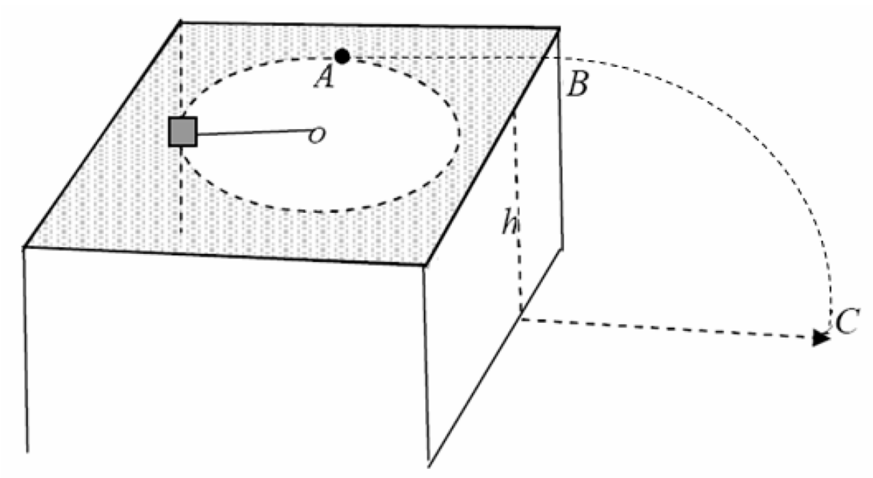
ג. (5 נק׳) תאר את צורת המסלול של הגוף אחרי הינתקותו מהמסילה בנקודה E. הסבר את שיקוליך.

ד. (4 נק׳) האם ייתכן מצב שבו הגוף יתנתק לפני נקודה D? נמק את תשובתך.

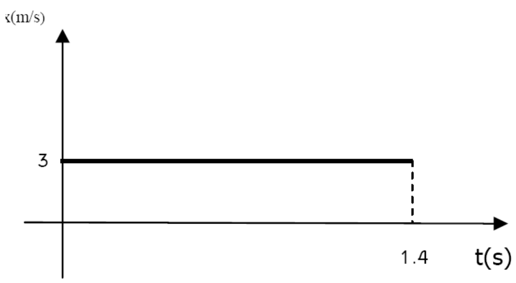
Emek Hefer 40250 Israel | עמק חפר 40250
Tel: 972-9-8983063 טל׳ | Fax: 972-9-8981302 :פקס
engineering@ruppin.ac.il

<u>שאלה מספר 2</u>

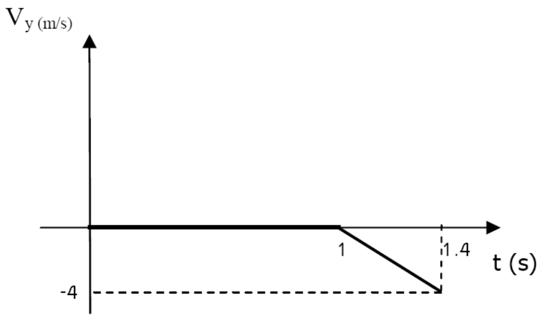
כדור קטן שמסתו $0.1[Kg]$ מחובר לחוט שאורכו $0.3[m]$ ונע בתנועה מעגלית אופקית על פני שולחן חלק. כאשר הכדור מגיע לנקודה A נקרע החוט והכדור ממשיך את תנועתו במסלול A-B-C כמצויר.



לפניך גרפים המתארים את המהירות האופקית והמהירות האנכית של תנועת הכדור מרגע קריעת החוט ועד פגיעתו בקרקע.



גרף מהירות אופקית $V_X\left[\frac{m}{\sec}\right]$



גרף מהירות אנכית $V_Y\left[\frac{m}{\sec}\right]$

1. העזר בגרפים שלפניך ומצא:
   a. (3 נק') את גובה השולחן מעל הקרקע.
   b. (3 נק') את המרחק AB
   c. (6 נק') את גודלה וכיוונה של מהירות הכדור בנקודה C
2. (5 נק') שרטט גרף המתאר את המרחק האנכי שעבר הכדור כתלות במרחק האופקי $y = f(x)$ עבור ציר מקום שראשיתו בנקודה A
3. (4 נק') האם האנרגיה המכנית של הכדור נשמרת במהלך תנועתו מ- A ל- C ? אם תשובתך שלילית – נמק ואם חיובית נמק וחשב אנרגיה זו.
4. (4 נק') מה הייתה המתיחות בחוט ברגע בו הוא נקרע ?

שאלה מספר 3

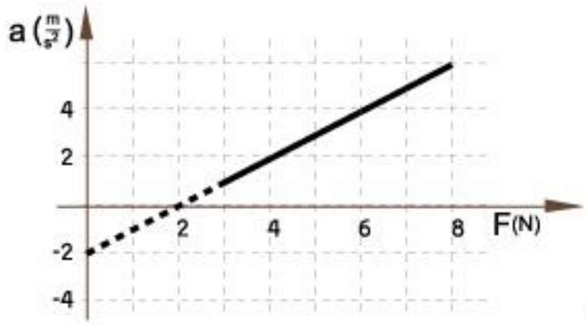
בתרשים א' מתוארת קרונית M, הקשורה למשקולת m, באמצעות חוט הכרוך על גלגלת. תלמיד מפעיל כוח אופקי קבוע $F=3N$ על הקרונית, הקרונית מאיצה בכיוון הכוח, והתלמיד מודד את תאוצת הקרונית.

ברגע התחלת הפעלת הכוח F המשקולת m נמצאת בגובה $H=1m$ מהרצפה.

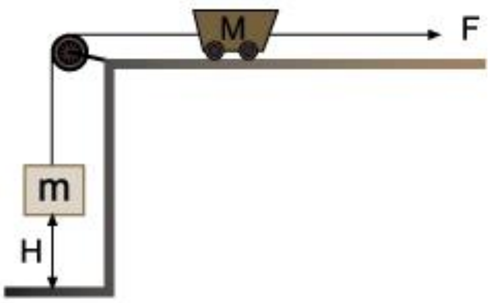
התלמיד חוזר על הניסוי מספר פעמים, מפעיל כל פעם כוח שונה ומודד את התאוצות שהתקבלו.

תרשים ב' מתאר את תאוצת המערכת כפונקציה של הכוח המופעל.

הזנח את החיכוך במערכת, את מסת החוט ואת מסת הגלגלת. הנח שבכל שלבי התנועה המתוארים בגרף, הקרונית אינה נופלת מהמישור והמסות אינן פוגעות בגלגלת.



תרשים ב'



תרשים א'

א. (5 נק') בטא את התאוצה של המערכת כפונקציה של הכוח הגורר F. מה מציין שיפוע הגרף? נמק תשובתך.

ב. (4 נק') חשב מתוך נתוני הגרף את מסות הגופים, M ו- m.

ג. (4 נק') חשב את מתיחות החוט כאשר $F=5N$.

ד. (4 נק') תוך כמה זמן תפגע המסה m ברצפה, אם התלמיד משחרר את המערכת ואינו מפעיל כוח (ז"א כאשר $F=0$) ?

ה. (4 נק') היעזר בגרף ומצא מה הכוח F (גודל וכיוון) שיש להפעיל על המסה M כדי שהיא תאיץ שמאלה בתאוצה שגודלה $1m/s^2$?

ו. (4 נק') תלמידה מבצעת את אותה סדרת הניסויים עם מסה M קטנה יותר. האם הגרף יעבור באותה נקודת חיתוך עם הציר האופקי (F) כמתואר בגרף של התלמיד? נמק.

Emek Hefer 40250 Israel | עמק חפר 40250
Tel: 972-9-8983063 טל' | Fax: 972-9-8981302 :פקס
engineering@ruppin.ac.il

חלק ב'

שאלה מספר 4

שני כדורים טעונים, A ו- B , נמצאים במרחק גדול זה מזה הרדיוס של כדור A הוא $R_1 = 20\text{ cm}$

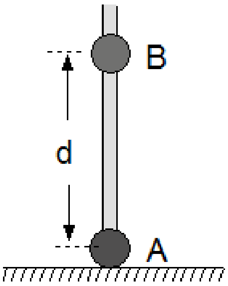
ומטענו $q_1 = -10\mu C$ ואילו הרדיוס של כדור B הוא $R_2 = 5\text{ cm}$ ומטענו $q_2 = 20\mu C$; $(1\mu C = 10^{-6}C)$

א. תלמיד מחבר את הכדורים ע"י תיל מוליך דק .

(1) (3 נק') חשב את הפוטנציאלים V1 ו- V2 של הכדורים A ו- B לפני חיבורם.

(2) (6 נק') מצא את המטענים q'1 ו- q'2 על הכדורים A ו- B עקב חיבורם.

לאחר החיבור בין הכדורים , התלמיד מסיר את התיל הדק ומבצע את שני הניסויים דלהלן . מסות הכדורים A ו- B הן : m1 = 100 gr ו- m2 =200 gr, בהתאמה .



תרשים 1

ב. (8 נק') בניסוי ה- I , הוא משחיל את הכדורים על מוט פלסטיק ומציב אותו בניצב לשולחן מעבדה , כך שהכדור A מונח על השולחן . מסתבר שהכדור B נמצא במצב של שיווי משקל מעל הכדור A (ראה תרשים 1) . חשב את המרחק d שבין מרכזי הכדורים.

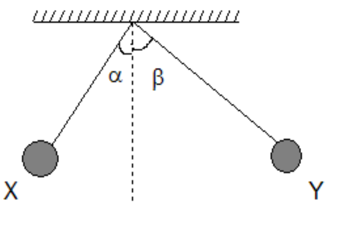
ג. בניסוי ה-II , התלמיד תולה את הכדורים על חוטים עשויים חומר מבודד למתואר בתרשים 2 .

להפתעתו , חוטי התלייה יוצרים עם האנך זוויות שונות :

$\alpha < \beta$.

(1) (4 נק') האם בכך ישנה סטירה לחוק ה-III של ניוטון ? נמק.

(2) (4 נק') איזה כדור , X או Y , הוא הכדור A ? נמק.



תרשים 2

Emek Hefer 40250 Israel | עמק חפר 40250
Tel: 972-9-8983063 טל' | Fax: 972-9-8981302 פקס:
engineering@ruppin.ac.il

<u>שאלה מספר 5</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.

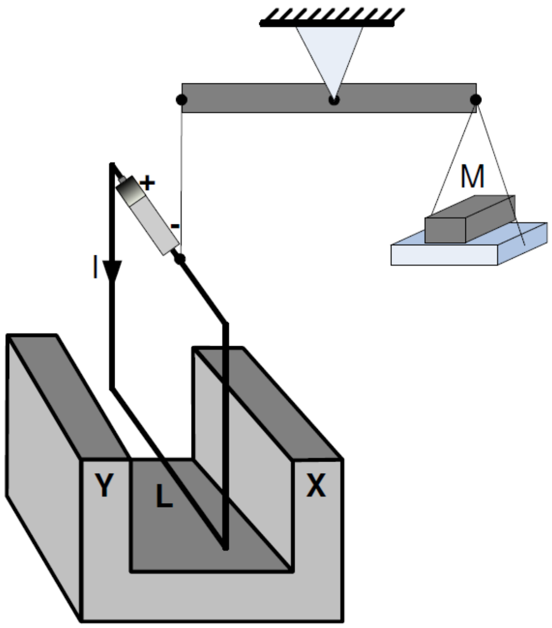
המסגרת תלויה בצד אחד של מאזניים שווי זרועות ומאוזנות, כשבצידם השני משקולת שמסתה M. (מסת הסל עליו מוצבת המשקולת M זניח)

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. (4 נק׳) מה כיוון השדה המגנטי, אם ידוע שהכוח המגנטי שפועל על הצלע שמצויה בתוך השדה הוא בכיוון כוח הכובד? נמק (מ- X ל- Y או מ- Y ל- X)

ב. (6 נק׳) חשב את מסת המשקולת M המונחת בזרוע השנייה של המאזניים.

ג. (7 נק׳) כעת **הופכים את כיוון הזרם**, חשב את מסת המשקולת M שיש להניח על הזרוע השנייה של המאזניים כדי שהמאזניים יהיו מאוזנים.

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

a. (4 נק׳) מסובבים את המסגרת ב- 90^0 סביב הציר האנכי ביחס למצב ההתחלתי.

b. (4 נק׳) מסובבים את המסגרת ב- 30^0 סביב הציר האנכי ביחס למצב ההתחלתי.

Emek Hefer 40250 Israel | עמק חפר 40250
Tel: 972-9-8983063 טל׳ | Fax: 972-9-8981302 פקס:
engineering@ruppin.ac.il

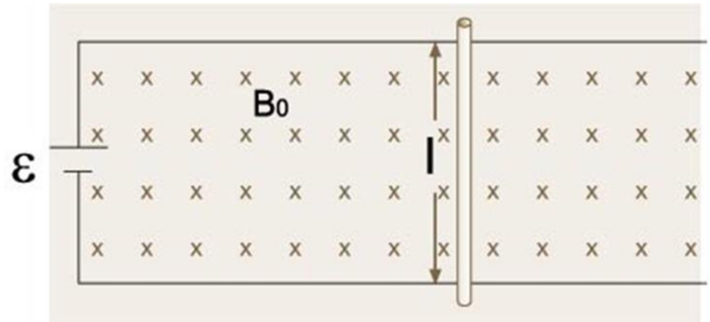
שאלה מספר 6

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. (6 נק') איזה כוח F_0 יש להפעיל על המוט כדי שלא ינוע על הפסים?
באיזה כיוון יש להפעיל את הכוח? נמק.

ב. (6 נק') באיזו מהירות יש להניע את המוט ימינה כדי שלא יזרום זרם במערכת?

ג. (3 נק') האם כשהמוט נע במהירות זו יש להפעיל כוח על המוט כדי שיתמיד במהירותו? נמק.

ד. (10 נק') כעת המוט נמצא במנוחה במרחק a_0 מהקצה השמאלי של המערכת. במצב זה השדה המגנטי מתחיל להשתנות כפונקציה של הזמן בהתאם למשוואה - $B = B_0 + kt$ והמוט נשאר במקומו.

- הסבר מה הסיבה שהמוט נשאר במקומו.
- בטא את k באמצעות נתוני השאלה: ℓ, ε, ו- a_0.

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

בממד אחד: _ _ _ _ _ $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ 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 _ _ _ _ _ $F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$ (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 _ _ _ _ _ $f \le \mu_s N$ (N : כוח נורמלי, μ_s : מקדם חיכוך סטטי)

חיכוך קינטי _ _ _ _ _ $f = \mu_k N$ (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 _ _ _ _ _ $E = E_k + U_G + U_{sp}$

Emek Hefer 40250 Israel | עמק חפר 40250
Tel: 972-9-8983063 טל' | Fax: 972-9-8981302 :פקס
engineering@ruppin.ac.il

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

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

4. <u>מיתקף ותנע</u>

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)

<u>חוק שימור התנע (למערכת סגורה)</u>: 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)

<u>התנגשות אלסטית</u> היא התנגשות אשר בה, נוסף לשימור התנע, נשמרת גם האנרגיה (הקינטית) הכוללת
$$\frac{1}{2}m_1{v_1}^2+\frac{1}{2}m_2{v_2}^2=\frac{1}{2}m_1{u_1}^2+\frac{1}{2}m_2{u_2}^2 \quad \_\ \_\ \_\ \_\ \_$$
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. <u>תנועה במעגל</u>

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: _ _ _ $T=\frac{2\pi R}{v}$

<u>תנועה הרמונית</u>

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 - $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

מטוטלת פשוטה - $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

נוסחאות ונתונים בחשמל

1. אלקטרוסטטיקה

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

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

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

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

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

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 $U = K\frac{qQ}{r}$

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

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

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

קיבול: $C = \frac{Q}{V}$

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

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

2. זרם חשמלי

זרם חשמלי $I = \frac{dq}{dt}$

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

חוק אוהם $I = \frac{1}{R}V$

התנגדות מוליך כפונקציה של אורכו ושטח חתכו : $\rho = R\dfrac{A}{L}$ (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 : $B = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}$

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

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

השראות $L = \dfrac{N\Phi_B}{I}$

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

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

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

4. קבועים במערכת היחידות SI (MKSA)

שיטת היחידות : MKSA

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

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

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

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

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
$\vec{E} = \int k \dfrac{dq}{r^2} \hat{r}$	$\vec{E} = \dfrac{2k\rho_L}{\varepsilon_0} \hat{r}$	$\vec{E} = \dfrac{\rho_s}{\varepsilon_0} \hat{r}$	$\vec{E} = \dfrac{kqz}{\left(R^2 + z^2\right)^{\frac{3}{2}}} \hat{z} = \dfrac{z\rho_l 2\pi R}{\left(R^2 + z^2\right)^{\frac{3}{2}}} \hat{z}$

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

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		
$d\vec{B} = \dfrac{\mu_0 I}{4\pi} \cdot \dfrac{d\vec{s} \times \vec{r}}{r^3}$ $d\vec{s}$ אלמנט של זרם	$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 I$ $d\vec{s}$ אלמנט של מסלול אינטגראציה		

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

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

עמק חפר 40250 | Emek Hefer 40250 Israel
טל' Tel: 972-9-8983063 | פקס: Fax: 972-9-8981302
engineering@ruppin.ac.il

נוסחאות מתמטיות לקורס יסודות הפיסיקה

<u>גאומטריה במישור</u>

בעיגול ברדיוס r : ההיקף $c = 2\pi R$

השטח $A = \pi R^2$

משולש : השטח $A = \frac{1}{2}ah$

טרפז : השטח $A = \frac{1}{2}(a+b)h$

<u>גאומטריה במרחב</u>

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

<u>אלגברה</u>

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

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

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

<u>גיאומטריה אנליטית</u>

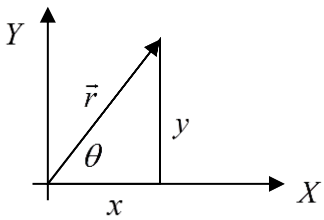
משוואת קו ישר: $y = ax + b$

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

משוואת פרבולה: $y = ax^2 + bx + c$

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

<u>טריגונומטריה – הגדרות</u>



אם נתון וקטור באורך r במישור XY , והוא יוצר זווית 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.

<u>וקטורים ומכפלות וקטוריות</u>

<u>מכפלה סקלרית</u>: $\vec{A} \cdot \vec{B} = AB\cos\theta$

עמק חפר 40250 | Emek Hefer 40250 Israel
פקס: 972-9-8981302 | Fax: טל' 972-9-8983063 :Tel
engineering@ruppin.ac.il

<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>

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

<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	$n \cdot x^{n-1}$	$\frac{1}{n+1}x^{n+1} + C \qquad (n \neq -1)$
$\frac{1}{x}$	$\frac{-1}{x^2}$	$\ln(\lvert x \rvert) + C$
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 __ ${}^4/_3\pi R^3$

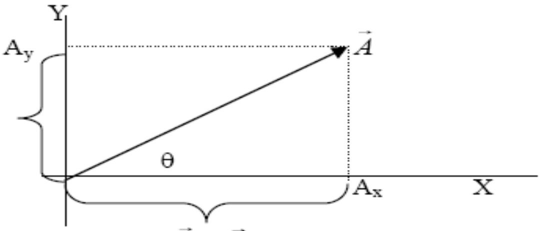
2. וקטורים

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)