פיזיקה כללית

פרק 13 - שאלות מבגרויות במכניקה

תוכן העניינים

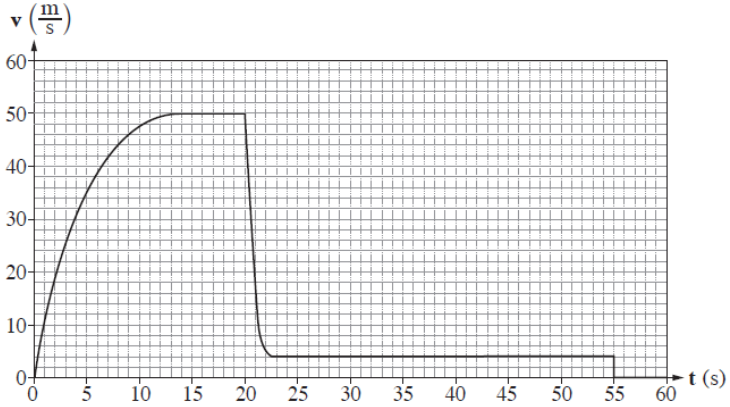
1. שאלות מבגרויות בנושא מכניקה..... 1

שאלות מבגרויות בנושא מכניקה:

שאלות:

מכניקה 2014:

1) צנחן קפץ ממטוס ברגע $t=0$. בתוך כדי נפילתו הוא פתח את המצנח.
הצנחן והמצנח ייחשבו גוף אחד שייקרא: "הצנחן".
הגרף שלפניך מתאר את גודל הרכיב האנכי של מהירות הצנחן כפונקציה של הזמן.



א. תאר במילים את תנועת הצנחן בפרק הזמן $0 \le t \le 20\sec$.
בתשובתך התייחס לגודל הרכיב האנכי של מהירות הנפילה של הצנחן,
ולגודל של תאוצתו.

ב. ציין את הסיבה לשינוי הפתאומי בגודל הרכיב האנכי של המהירות בפרק הזמן $20\sec < t < 22\sec$.

ג. הסבר איך היית מחשב בעזרת הגרף את המרחק האנכי שעבר הצנחן מרגע $t=0$ עד הרגע שהמצנח נפתח (אין צורך לחשב מרחק זה).

ד. הראה מתוך הגרף שהגודל של תאוצת הנפילה החופשית בגובה שהצנחן קפץ ממנו הוא: $g=10\frac{m}{sec^2}$ בקירוב.

על הצנחן פועלים בתוך כדי נפילתו שני כוחות: כוח הכובד והתנגדות האוויר.

ה. עבור כל אחד משני הכוחות קבע אם הוא גדל, קטן או נשאר קבוע בפרק הזמן $0 \le t < 20\sec$. הסבר את קביעותיך.

ו. מסת הצנחן היא: $m=80kg$. בפרק הזמן $0 \le t < 55\sec$, קבע את הגודל המרבי (המקסימלי) של הכוח השקול שפעל על הצנחן, ואת גודלו המזערי (המינימלי) של כוח זה. הסבר את קביעותיך.

2) תפקיד המנוע במכונית הוא לסובב את גלגלי המכונית.

א. מכונית מתחילה בנסיעה. מהו הכוח החיצוני שפועל על המכונית בכיוון תנועתה, וגורם להגדלת מהירותה? ציין מה מפעיל את הכוח הזה.

ב. כאשר יש קרח על הכביש, המכונית אינה יכולה להגיע לתאוצה שהייתה מגיעה אליה אילו לא היה קרח על הכביש. הסבר מדוע.

ג. מכונית נוסעת במהירות שגודלה $90\frac{\text{km}}{\text{hr}}$ ונבלמת. בזמן בלימתה גלגליה נעצרים, והמכונית מחליקה עד לעצירה מוחלטת.

i. חשב את המרחק שתעבור המכונית מתחילת הבלימה ועד לעצירתה בשני מצבים:

- יש קרח על הכביש, ומקדם החיכוך הקינטי הוא: $\mu_k = 0.1$.
- אין קרח על הכביש, ומרדם החיכוך הקינטי הוא: $\mu_k = 0.8$.

ii. על סמך תשובותיך על תת סעיף (i) הסבר מדוע סוגרים לתנועה כבישים שהצטבר עליהם קרח.

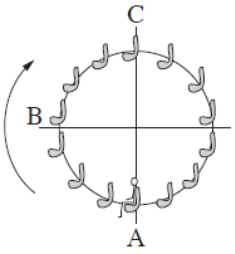
ד. מכונית שמסתה $1,000\text{kg}$ נעה קדימה. ברגע מסוים הכוח הפועל על מכונית בכיוון תנועתה הוא: $1,200\text{N}$, והשקול של כל כוחות החיכוך הפועלים על המכונית בכיוון המנוגד לכיוון תנועתה הוא: 400N. חשב את תאוצת המכונית ברגע זה.

מלבד הכוח שכתבת בתשובתך על סעיף א', על מכונית נוסעת פועלת גם התנגדות אוויר. התנגדות האוויר גדלה ככל שמהירות המכונית גדלה.

ה. הכוח הפועל על מכונית בכיוון תנועתה מקנה לה תאוצה, וכך לכאורה מכונית יכולה להגיע לכל מהירות אם רק תאיץ די זמן. הסבר מדוע, בכל זאת, לכל מכונית יש מהירות מרבית (מקסימלית), והיא אינה יכולה לעבור מהירות זו בנסיעתה לאורך כביש אופקי.

3) לרגל חגיגות תחילת האלף השלישי נבנה בלונדון פארק שעשועים ובו גלגל ענק שקוטרו 120m, הנקרא "העין הלונדונית". גודל מהירות הסיבוב של הגלגל ענק הוא קבוע, וסיבוב אחד שלו נמשך 20 דקות.
לפניך תצלום של הגלגל ענק ותרשים המתאר את האירוע הנדון בשאלה.

(צילום: Crendo)
תצלום



תרשים

על אחד הכיסאות של הגלגל ענק יושב ילד. מסת הכיסא עם הילד: $M=120kg$.
ראה במערכת "כיסא + ילד" גוף נקודתי, וענה על סעיפים א-ה.

א. האם בזמן שהגלגל מסתובב התאוצה של המערכת "כיסא + ילד" שווה ל-0? נמק.

ב. ענה על הסעיפים הבאים:

i. קבע מהם הכוחות הפועלים על המערכת "כיסא + ילד" כאשר הגלגל מסתובב.

ii. העתק למחברתך את הטבלה שלפניך. הוסף לטבלה שורה עבור כל אחד מן הכוחות שכתבת בתת סעיף (i), והשלם בה את הנתונים המתאימים לפי הכותרות.

שים לב: הגלגל ענק מסתובב בכיוון השעון. הנקודות A , B ו-C מסומנות בתרשים.

שם הכוח	כיוון הכוח		
	בנקודה A	בנקודה B	בנקודה C

iii. הוסף לטבלה שבמחברתך שורה עבור הכוח השקול, והשלם בה את הנתונים המתאימים.

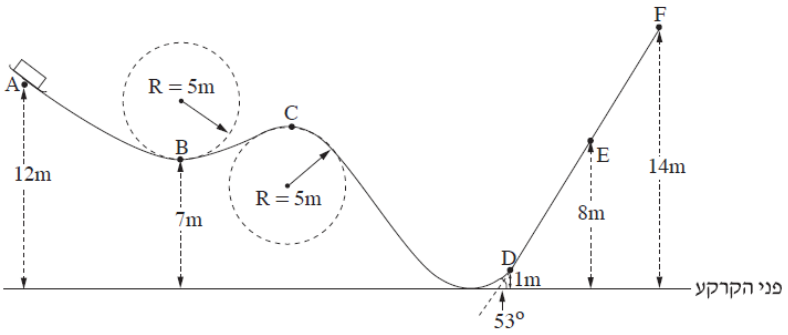
ברגע $t=0$ המערכת "כיסא + ילד" נמצאת בנקודה B והיא נעה כלפי מעלה.

ג. סרטט במחברתך גרף מקורב של המקום האנכי של המערכת "כיסא + ילד" כפונקציה של הזמן, במשך סיבוב שלם אחד של הגלגל.

ד. חשב את שינוי האנרגיה המכנית של מערכת "כיסא + ילד" (ביחס לכדור הארץ), בפרק הזמן $0<t<0.375T$. T הוא זמן המחזור של סיבוב הגלגל ענק.

ה. קבע אם העבודה הכוללת הנעשית על המערכת "כיסא + ילד" בפרק הזמן המצוין בסעיף ד' היא חיובית, שלילית או שווה לאפס. נמק את קביעתך.

4) מסלול החלקה, הבנוי מקטעים ישרים ומקשתות של מעגלים ברדיוס 5m, מכוסה שלג, לכן הוא נחשב חסר חיכוך. על המסלול, בנקודה A, נמצאת מזחלת שמסתה 35kg (ראה תרשים).
גיל, שמסתו 65kg, התיישב במזחלת כשהיא במנוחה.



א. המזחלת שוחררה ממנוחה והיא נעה לאורך המסילה בלי להתנתק ממנה.
חשב את גודל מהירותה בנקודה B.

ב. האם תשובתך לסעיף א' הייתה משתנה אילו נער אחר, שמסתו שונה מזו של גיל, היה מתיישב במזחלת? נמק.

במזחלת מותקנים מאזני קפיץ, שהמשטח העליון שלהם מקביל למסלול בזמן התנועה. גיל יושב על המאזניים, רגליו באוויר והן אינן נשענות על המזחלת.

ג. מה צריך להיות הגובה של נקודה C מעל פני הקרקע, כדי שגיל יהיה חסר משקל כאשר הוא חולף בנקודה זו? פרט את חישוביך.

ד. חשב מה מורים המאזניים (ביחידות ניוטון) כאשר המזחלת חולפת בנקודה E.

ביום חם פחתה כמות השלג לאורך הקטע DF, ובקטע זה היה חיכוך בין המסלול למזחלת. בעקבות החיכוך המזחלת נעצרה (רגעית) בנקודה E.

ה. חשב את הגודל של כוח החיכוך שפעל על המזחלת בקטע DE.

תשובות סופיות:

1) א. ראה סרטון. ב. השינוי במהירות נגרם ע"י פתיחת המצנח.
ג. ראה סרטון. ד. הוכחה.
ה. כוח הכובד-קבוע, התנגדות האוויר עולה ב-13 השניות הראשונות ולאחר מכן קבועה עד השנייה ה-20. ו. $F_{min}=0$, $F_{max}=2,400N$

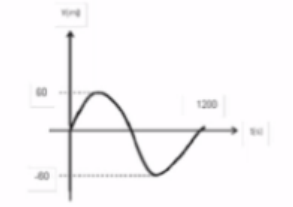
2) א. כוח החיכוך של הכביש עם הגלגלים. ב. לקרח מקדם חיכוך נמוך.
ג.i. עם קרח: $x=312.5$, בלי קרח: $x=39.06$.
ii. כיוון שמרחק העצירה גדל משמעותית כמעט פי 10.
ד. $a=0.8$ ה. ראה סרטון.

3) א. לא. ב.i. כוח הכובד וכוח הנורמל.
ii.

שם הכוח	כיוון הכוח		
	בנקודה A	בנקודה B	בנקודה C
כוח הכובד	מטה	מטה	מטה
נורמל	מעלה	ימינה	מעלה

iii.

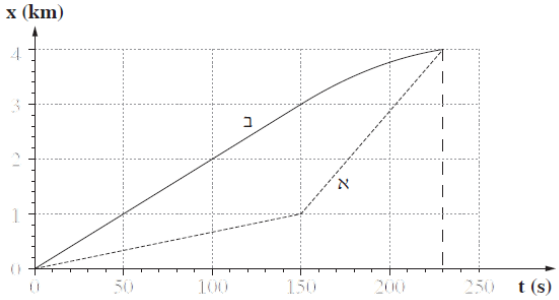
שם הכוח	כיוון הכוח		
	בנקודה A	בנקודה B	בנקודה C
הכוח השקול	מעלה	ימינה	מטה

ג. סרטוט:  , $y=60\sin(wt)$. ד. 50,916 ה. חיובית.

4) א. $v_B=10\frac{m}{sec}$ ב. לא. ג. $h_C=9.5m$ ד. $N=390N$ ה. $F=456$

2013 קיץ מכניקה:

1) הגרף שלפניך מתאר את מקומן של שתי סירות, א' ו-ב', כפונקציה של הזמן.
הסירות נעות במסלולים ישרים מקבילים.



א. הגדר את המושג "מהירות ממוצעת".

היעזר בגרף וענה על הסעיפים שלפניך.

ב. הסירות שטות $230\sec$. קבע אם במשך פרק הזמן הזה המהירות הממוצעת של סירה א' גדולה מן המהירות הממוצעת של סירה ב', קטנה ממנה או שווה לה. נמק את קביעתך.

החל מהרגע $t=150\sec$ ועד הרגע $t=230\sec$ סירה ב' נעה בתאוצה קבועה.

ג. האם התאוצה חיובית או שלילית? נמק.

ד. חשב את גודל התאוצה של סירה ב' החל מהרגע $t=150\sec$.

ה. סרטט במחברתך גרף מדויק של מהירות סירה ב' כפונקציה של הזמן, בפרק הזמן המתואר בגרף הנתון.
ציין על הגרף שסרטטת את המהירות הסופית שסירה ב' הגיעה אליה.

2) גוף נופל ממנוחה מראש מגדל גבוה. גודלו של כוח החיכוך עם האוויר נתון על ידי הביטוי: $f=kv^2$. k הוא קבוע התלוי במאפייני הגוף, v הוא מהירות הגוף.

א. מה הן היחידות של k?

ב. הגדר מהי "נפילה חופשית", וקבע אם תנועת הגוף הנתון היא נפילה חופשית. נמק את קביעתך.

ג. סרטט במחברתך תרשים של כל הכוחות הפועלים על הגוף במהלך נפילתו, והסבר בעזרתו מדוע ייתכן שהחל מרגע מסוים הגוף נע במהירות קבועה.

נתון: $m=10\text{kg}$, $k=0.25$ (ביחידות שחישבת בסעיף א').
החל מרגע מסוים הגוף נע במהירות קבועה.

ד. חשב את גודל המהירות הקבועה של הגוף מרגע זה.

ה. סרטט במחברתך גרף של מהירות הגוף כפונקציה של הזמן, מרגע שחרורו של הגוף ועד רגע פגיעתו בקרקע. בגרף זה אל תציין ערכים על ציר הזמן.

3) ענה על הסעיפים הבאים:

א. מכונית הנוסעת במהירות v_0 על כביש ישר ואופקי מתחילה לבלום בתאוצה קבועה שגודלה a, ונעצרת לאחר שעברה ℓ מטרים.
פתח ביטוי המקשר בין ריבוע המהירות של המכונית $\left(v_0^2\right)$ לבין מרחק הבלימה ℓ.

ב. בפעם אחרת המכונית נוסעת באותו כביש במהירות כפולה $\left(2v_0\right)$, ובולמת באותה תאוצה קבועה, a.
חשב פי כמה השתנה מרחק הבלימה בפעם הזו, יחסית למרחק הבלימה המקורי, ℓ.

לקראת החורף הוחלפו צמיגי המכונית, כדי שהמערכת למניעת החלקה תאפשר בלימה בתאוצה גדולה פי 1.5 מהתאוצה הקבועה a.

ג. המכונית נוסעת במהירות המקורית, v_0. חשב פי כמה השתנה מרחק הבלימה בפעם הזו יחסית למרחק הבלימה המקורי, ℓ.

נתון כי המהירות המקורית של המכונית היא: $v_0 = 15\frac{m}{sec}$, והמסה שלה היא: $m = 1500kg$.

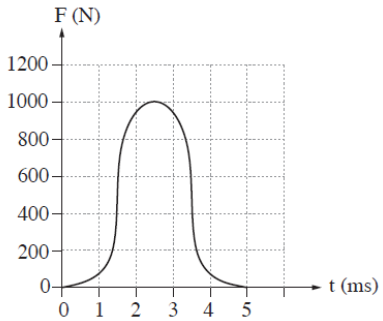
ד. חשב את הכמות הכוללת של האנרגיה שהפכה לחום, במהלך הבלימה המתוארת בסעיף א'.

ה. שקול הכוחות הפועלים על המכונית במהלך הבלימה הוא קבוע, וגודלו: $f = 3000N$. חשב את מרחק הבלימה המקורי, ℓ.

4) ענה על הסעיפים הבאים:

א. ניוטון כתב את החוק השני באמצעות הגודל "כמות התנועה", $\vec{p} = m\vec{v}$.
הראה שכאשר מסת הגוף קבועה: $\frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t} = m\vec{a}$.

במשחק טניס מהירותו של הכדור משתנה בהשפעת הכוח שהמחבט מפעיל עליו.
הגרף שלפניך מתאר את גודל הכוח שהמחבט מפעיל על הכדור, כפונקציה של הזמן במהלך חבטה אחת של שחקן טניס.



היעזר בגרף וענה על סעיפים ב' ו-ג'.

ב. חשב בקירוב את גודל השינוי שחל בתנע הכדור בעקבות חבטת המחבט.

נתון, מסת הכדור היא: $m = 0.06kg$.

השחקן חובט אופקית בכדור הנע כלפי מעלה במהירות של: $v = 5\frac{m}{sec}$.

ג. חשב את מהירות הכדור (גודל וכיוון) מיד לאחר החבטה.

ד. כדור טניס מגיע לרצפה במהירות אנכית: $v_1 = 12\frac{m}{sec}$, וחוזר כלפי מעלה במהירות אנכית: $v_2 = 12\frac{m}{sec}$.

לכל אחד מההיגדים i-iii קבע אם הוא נכון או לא נכון. נמק את קביעותיך.

i. התנע של הכדור והתנע של כדור הארץ השתנו.

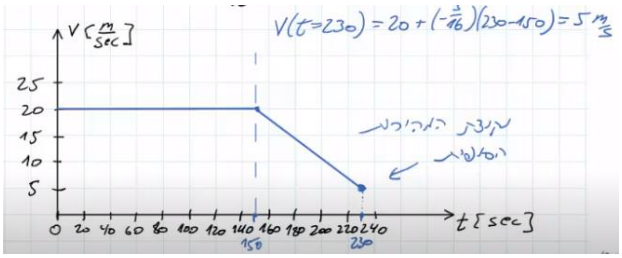
ii. התנע של הכדור השתנה, ואילו בתנע של כדור הארץ לא חל שום שינוי.

iii. התנע והאנרגיה הקינטית של הכדור השתנו.

תשובות סופיות:

1) א. $\bar{V}=\frac{\Delta x}{\Delta t}$ ב. שווה. ג. שלילית. ד. $a=-\frac{3}{16}\frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$

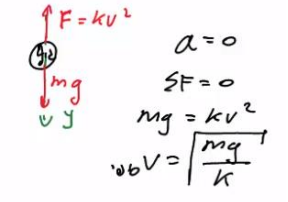
ה. סרטוט:



2) א. $k=\frac{\text{N}\cdot\text{sec}^2}{\text{m}^2}$

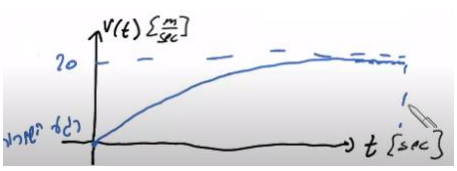
ב. נפילה חופשית היא כשהגוף נע בהשפעת כוח הכובד בלבד. תנועת הגוף הנתון היא לא נפילה חופשית.

ג. סרטוט:



ד. $V=20\frac{\text{m}}{\text{sec}}$

ה. סרטוט:



3) א. $a=-\frac{V_0^2}{2\ell}$ ב. $\Delta x=\ell\cdot 4$ ג. $\Delta x=\frac{2}{3}\ell$ ד. $Q=168,750\text{J}$

ה. $\ell=56.25\text{m}$

4) א. הוכחה. ב. $\Delta P=2\text{N}\cdot\text{sec}$ ג. $|V|\approx 33.7\frac{\text{m}}{\text{sec}}$ ד. i. נכון.

ii. לא נכון. iii. לא נכון.

מכניקה 2016:

1) שמעון והחתול שלו משחקים. שמעון הודף עכבר צעצוע על הרצפה. הצעצוע נע לאורך קן ישר מהנקודה A לכיוון הנקודה B (ראה תרשים). באותו רגע החתול מתחיל לרוץ מאותה הנקודה ולאותו כיוון. יש להזניח את התנגדות האוויר.

החתול האיץ ממנוחה בתאוצה קבועה של $1\frac{m}{sec^2}$. לאחר 2 שניות הוא המשיך במהירות קבועה במשך 5 שניות נוספות, ובמהלך שנייה אחת נוספת הוא האט בקצב קבוע עד עצירתו בנקודה B.

א. סרטט במחברתך גרף של מהירות החתול כפונקציה של הזמן

ב. חשב את המרחק של הנקודה B מהנקודה A.

לאחר ששמעון הקנה לצעצוע מהירות התחלתית בנקודה A, הצעצוע הגיע לנקודה B שנייה וחצי לפני שהגיע לשם החתול. מקדם החיכוך μ בין הצעצוע לרצפה קבוע.

ג. חשב את המהירות ההתחלתית של הצעצוע.

ד. סרטט במחברתך את תרשים הכוחות הפועלים על הצעצוע, וחשב את μ.

בפעם אחרת חזר שמעון על המשחק והקנה לצעצוע את אותה המהירות ההתחלתית. הפעם מקדם החיכוך μ' בין הצעצוע לרצפה גדול פי 2 $(\mu' = 2\mu)$.

ה. קבע באיזה מן הגדלים i-iv שלפניך לא חל שינוי בתנועת הצעצוע. נמק את קביעתך.

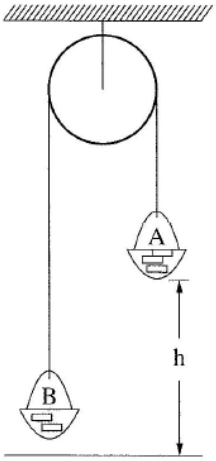
i. התאוצה.

ii. הזמן עד העצירה.

iii. המרחק עד העצירה.

iv. המהירות הממוצעת.

2) לפניך 2 קטעים (קטע א' וקטע ב') של דוח מעבדה שהגיש צוות תלמידים.
עליך לקרא כל אחד מן הקטעים ולענות על סעיפי השאלה שאחרי כל קטע.



נושא הניסוי: יישום החוק השני של ניוטון.
בתרשים מוצגת מערכת ("מכונת אטווד") המורכבת מגלגלת מקובעת לתקרה, ועליה כרוך חוט. בשני קצות החוט קשורים סלים A ו-B, ובתוכם מונחות משקולות. מסת הסל A עם המשקולות שבתוכו היא m_A, ומסת הסל B עם המשקולות שבתוכו היא m_B. הסל A (הכבד יותר) נמצא בגובה h מעל הרצפה (ראה תרשים). הסלים יכולים לנוע מעלה ומטה.
במערכת זו מסת החוט והגלגלת וכל כוחות החיכוך זניחים.
במהלך הניסוי משחררים את המערכת ממנוחה. באמצעות שעון עצר מודדים את זמן התנועה t של המערכת מרגע שחרורה ועד פגיעת הסל A ברצפה.
על פי מדידת הגובה והזמן מחשבים את התאוצה a של הסל A.

ניסוי 1.
מטרת הניסוי: לאמת את ההשערה שהסל A יורד בתאוצה קבועה.
מהלך הניסוי: שחררנו את הסל A כמה פעמים, בכל פעם מגובה אחר, בלי לשנות את מסות הסלים. אחר כך חישבנו את התאוצה a.
התוצאות והחישובים של שלוש מדידות מוצגים בטבלה:

$h(m)$	$t(s)$	$a\left(\frac{m}{sec^2}\right)$
0.5	1.01	0.98
1	1.40	1.02
1.5	1.72	1.01

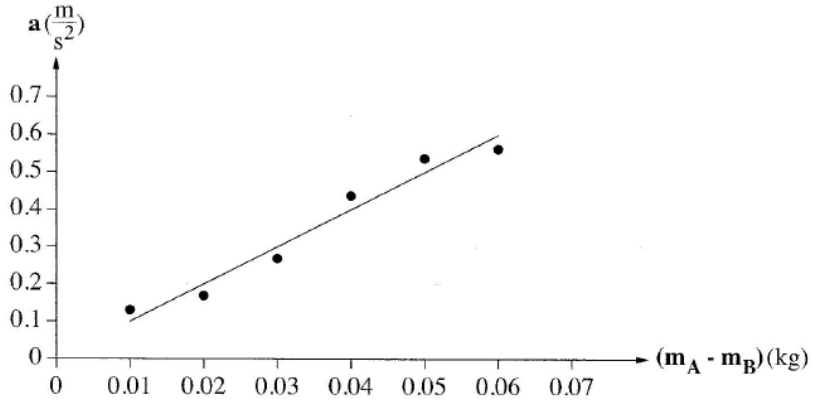
א. הסבר בקצרה מדוע על פי חוקי ניוטון נכון להניח שהסל A יורד בתאוצה קבועה. בתשובתך על סעיף זה אין להתבסס על תוצאות המדידות.

ב. הראה כיצד חישבו התלמידים את התאוצה בניסוי זה.

ג. קבע אם הממצאים המוצגים בטבלה אכן מבססים את ההשערה שהסל A יורד בתאוצה קבועה. נמק את קביעתך.

ניסוי 2.
מטרת הניסוי: בדיקת התלות של התאוצה בהפרש המסות של הסלים, בעוד המסה הכוללת של המערכת נשארת קבועה.
מהלך הניסוי: חזרנו על מדידת זמן התנועה כמה פעמים, ובכל פעם העברנו משקולת מהסל B לסל A.

תוצאות המדידות וקו למגמה מוצגים להלן:

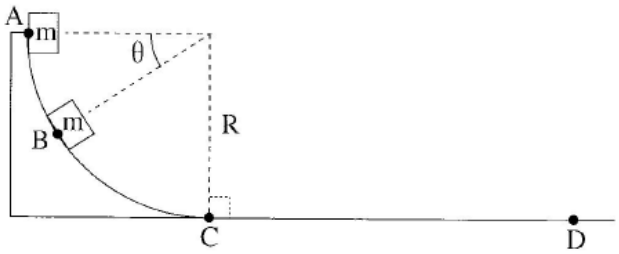


ד. סרטט במחברתך את תרשים הכוחות הפועלים על כל אחד מן הסלים. כתוב ליד כל כוח את שמו.

ה. התבסס על חוקי ניוטון, ופתח משוואה המקשרת בין התאוצה ובין הפרש המסות של הסלים.

ו. על פי הגרף שבקטע ב' והמשוואה שפיתחת בסעיף ה, חשב את המסה הכוללת $(m_A + m_B)$ של הסלים במערכת. פרט את חישוביך.

3) גוף שמסתו m משוחרר ממנוחה בנקודה A, והוא נע לאורך מסלול ABCD (ראה תרשים). הקטע ABC חלק וצורתו רבע מעגל שרדיוסו R. הקטע CD הוא מישור מחוספס. יש להזניח את התנגדות האוויר.



ענה על סעיפים א'-ג' באמצעות הפרמטרים: θ , g , m , R (כולם או חלקם).

א. בטא את מהירותו של הגוף בנקודה B.

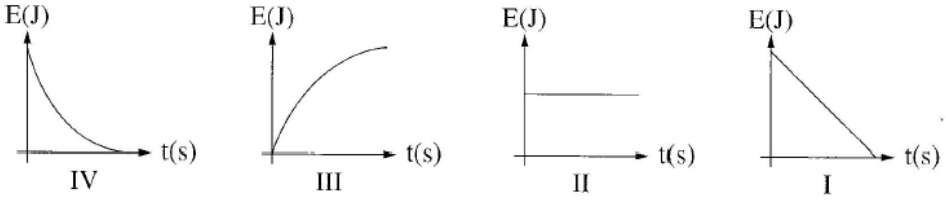
ב. בטא את התאוצה הרדיאלית של הגוף בנקודה B.

ג. בטא את התאוצה המשיקית של הגוף בנקודה B.

לאחר שהגוף עבר בנקודה C הוא נע בתאוצה קבועה עד שנעצר בנקודה D.
נתון, מרחק העצירה: $CD = 2R$.

ד. השתמש בשיקולי אנרגיה וחשב את מקדם החיכוך בין הגוף למישור המחוספס.

לפניך ארבעה גרפים המתארים אנרגיה מכנית כפונקציה של הזמן:



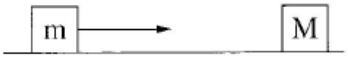
ה. ענה על הסעיפים הבאים:

i. קבע איזה מן הגרפים I-IV מתאר נכון את האנרגיה המכנית של הגוף כפונקציה של הזמן, בקטע ABC.

ii. קבע איזה מן הגרפים I-IV מתאר נכון את האנרגיה המכנית של הגוף כפונקציה של הזמן בקטע CD.

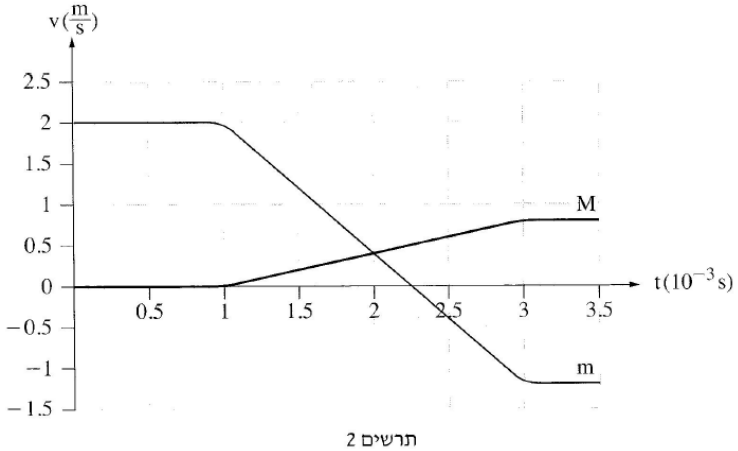
נמק כל אחת משתי הקביעות.

4) תיבה שמסתה $m = 0.5kg$ נעה ע משטח אופקי חלק לכיוון תיבה שמסתה M שנמצאת במנוחה (ראה תרשים 1).



תרשים 1

שתי התיבות התנגשו התנגשות אלסטית (לחלוטין).
בגרף שלפניך מוצגות המהירויות של שתי התיבות כפונקציה של הזמן.
שים לב: הזמן בגרף נתון באלפיות שנייה.



תרשים 2

על פי הגרף ענה על הסעיפים האלה:

א. תאר במילים את תנועתה של התיבה m בפרק הזמן המתואר בגרף.

ב. חשב את מסת התיבה M.

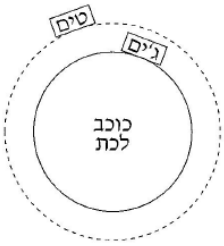
ג. חשב את הכוח השקול הממוצע שפעל על התיבה M בזמן ההתנגשות.

ד. בגרף אפשר לראות שבזמן ההתנגשות, השיפועים של שתי העקומות שונים זה מזה בגודל ובסימן. התבסס על חוקי ניוטון והסבר שוני זה.

ה. הוכח שההתנגשות הייתה אלסטית (לחלוטין).

ו. החליפו את התיבה שמסתה M בתיבה אחרת שמסתה M'. ההתנגשות בין התיבות נשארה התנגשות אלסטית (לחלוטין). חשב מה צריך להיות הערך המרבי של מסת התיבה M', כדי שתיבה m לא תשנה את כיוון תנועתה אחרי ההתנגשות.

5) בתרחיש דמיוני, שני אסטרונאוטים טים וג׳ים חקרו כוכב לכת שלא נע סביב צירו. טים ישב על כיסא בתוך מעבורת שהקיפה את כוכב הלכת במסלול מעגלי במנוע כבוי. ג׳ים ישב על כיסא בתוך רכב חלל שעמד על פני כוכב הלכת (ראה תרשים).
לשני האסטרונאוטים מסה זהה: $m=100kg$.



א. קבע מיהו האסטרונאוט שהפעיל על כיסאו כוח גדול יותר: טים או ג׳ים? נמק בלי חישוב.

על הרצפה של רכב החלל שעמד על פני כוכב הלכת הותקן מד-משקל.
כאשר ג׳ים עמד עליו, הוריית המד-משקל הייתה $2000N$.
ג׳ים התחיל בנסיעה לאורך מסלול מעגלי על קו המשווה של כוכב הלכת.
הוא הבחין שככל שהגביר את מהירותו, כך קטנה הוריית המד-משקל.

ב. הסבר מדוע קטנה הוריית המד-משקל.

נתון, כאשר הגיע רכב החלל למהירות של: $v=1.25\cdot10^4\frac{m}{sec}$, הייתה הוריית המד-משקל $980N$.

ג. חשב את הרדיוס של כוכב הלכת.

ד. חשב את מסתו של כוכב הלכת.

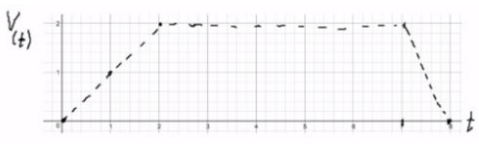
ה. תאוצת המעבורת שהקיפה את כוכב הלכת בתנועה מעגלית קצובה הייתה a.
נסמן ב-g^* את תאוצת הכובד בגובה שבו סובבת המעבורת סביב כוכב הלכת.
קבע איזה מן ההיגדים i-iii שלפניך נכון. נמק קביעתך.

i. $a>g^*$

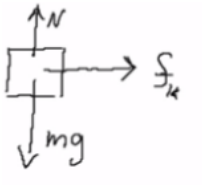
ii. $a=g^*$

iii. $a<g^*$

תשובות סופיות:

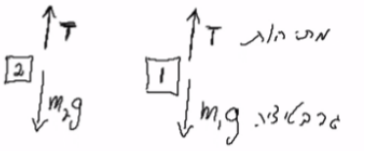
1) א. סרטוט: 

ב. 13m ג. $V_0 = 4$

ד. סרטוט: 

$\mu = -\frac{8}{130}$, ה. iv.

2) א. סכום הכוחות קבוע ולכן התאוצה קבועה. ב. ראה סרטון.

ג. הוכחה אמפירית. ד. סרטוט: 

ה. $\frac{g}{m_A + m_B}(m_A - m_B) = a_2$ ו. $m_A + m_B = 1$

3) א. $V^2 = 2gR\sin\theta$ ב. $a_{\hat{r}} = \frac{V^2}{R}$ ג. $a_{\hat{\theta}} = g\cos\theta$

ד. $\mu = \frac{1}{2}$ ה.i. גרף II. ii. גרף I.

4) א. ראה סרטון. ב. $M = 2$ ג. $F = 800N$

ד. ראה סרטון. ה. הוכחה. ו. $\left(\frac{M}{m}\right)^2 = \frac{M}{m}$

5) א. גיים. ב. $N = mg - \frac{m}{R}V^2$ ג. $R = 1.56\cdot10^7$

ד. $M = 7.1\cdot10^{25}$ ה. היגד ii נכון.