

סוג הבחינה: מבחן מתכונת
מבחן: מתכונת 5
מספר השאלון: 036361
שם התלמיד/ה: _____

פיזיקה

מכניקה - 5 יחידות לימוד

הוראות

- א. משך הבחינה: שתיים.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שש שאלות, ומהן יש לענות על שלוש שאלות בלבד. לכל שאלה - $\frac{1}{3}$ נקודות; $3 \times \frac{1}{3} = 100$ נקודות
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון לא גרפי. אין להשתמש באפשרויות התכנות במחשבון שיש בו אפשרות תכנות. (2) נוסחאות ונתונים בפיזיקה (מצורפים).
- ד. הוראות מיוחדות: יש לענות על שלוש שאלות בלבד; אם תענו על יותר משלוש שאלות, ייבדקו רק שלוש התשובות הראשונות שבמחברת, ויש לציין באופן ברור את מספר השאלה שבחרתם ואת הסעיף. בשאלות חישוב יש להציג את הביטוי המתמטי כפי שהוא כתוב בדפי הנוסחאות, פיתוח מתמטי, הצבת הנתונים, ותוצאה כשבר עשרוני עם מספר מתאים של ספרות משמעותיות ויחידות; את הגרפים יש לסרטט בגודל של חצי עמוד לפחות. בחישובים יש להשתמש בערך 10 m/s^2 לגודל של g - תאוצת הנפילה החופשית.
- השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

בהצלחה!

השאלות

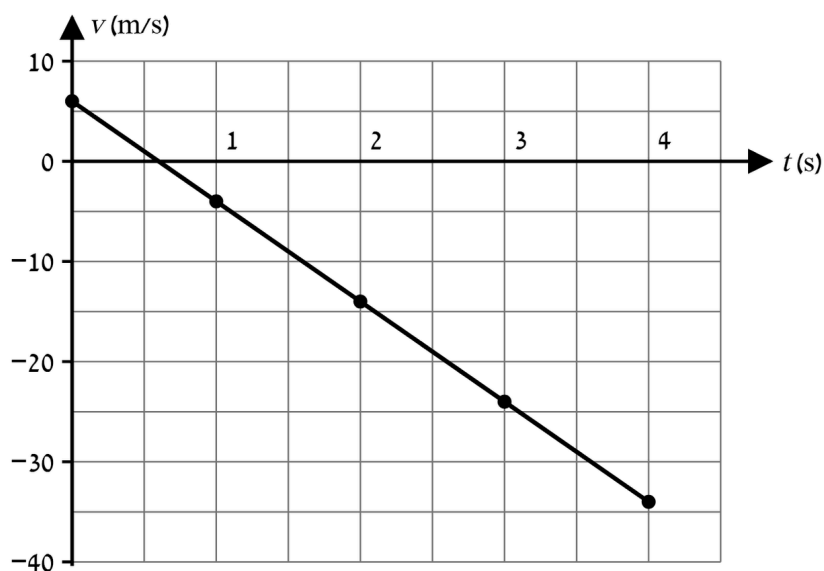
1. שלושה כדורים פורחים, A , B ו- C , נמצאים ברגע מסוים באותו גובה H מעל קרקע מישורית, זה לצד זה.

כדור פורח A עולה אנכית במהירות קבועה שגודלה v_0 , כדור פורח B יורד אנכית במהירות קבועה שגודלה זהה, v_0 , וכדור פורח C מרחף במקום.

באותו רגע ($t = 0$) משחרר כל אחד מן הכדורים הפורחים שק חול קטן. שלושת השקים זהים, ונסמן אותם לפי הכדור הפורח שממנו שוחררו: שק A , שק B ושק C . השקים אינם מתנגשים זה בזה.

הכיוון החיובי של הציר האנכי נקבע כלפי מעלה.

בתרשים שלפניכם מוצג גרף מהירות-זמן של אחד מן השקים, מרגע שחרורו ועד לסף פגיעתו בקרקע.



בסעיפים א-ד הניחו כי כוח החיכוך בין השקים לאוויר ניתן להזנחה.

א. קבעו אם הגרף מתאר את מהירותו של שק A , של שק B או של שק C . נמקו את קביעתכם.

(6 נקודות)

ב. חשבו את הגובה H .

(6 נקודות)

ג. חשבו את המרחק האנכי בין שק A לבין שק B ברגע $t = 2\text{ s}$.

(8 נקודות)

למערכת הצירים של התרשים הוסיפו את הגרפים של שני השקים האחרים.

ד. הסבירו מהי המשמעות הפיזיקלית של כל אחד מן הערכים (1)-(3) שלפניכם, וקבעו לאילו מן הערכים האלה יש ערכים מספריים זהים בשלושת הגרפים.

(1) שיפוע הגרף

(2) נקודת החיתוך של הגרף עם ציר המהירות

(3) השטח הכלוא בין הגרף לבין ציר הזמן

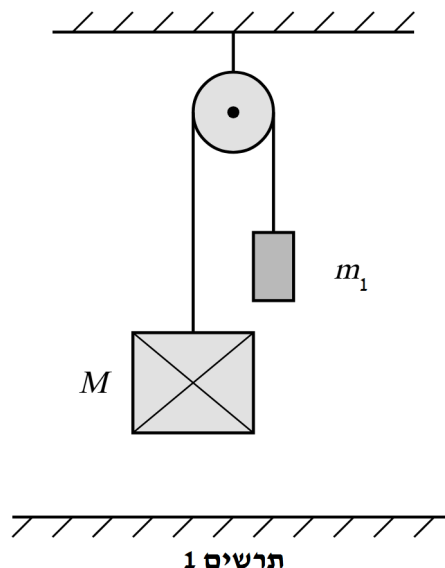
(9 נקודות)

ה. בסעיף זה הניחו שעל כל שק פועל כוח חיכוך עם האוויר שגודלו קבוע וקטן ממשקל השק. להזכירכם, השקים זהים.

קבעו אם גודל המהירות של שק A ברגע פגיעתו בקרקע קטן מגודל המהירות של שק B ברגע פגיעתו בקרקע, גדול ממנו או שווה לו. נמקו את קביעתכם באמצעות שיקולי אנרגיה או שיקולי קינמטיקה.
(4 $\frac{1}{3}$ נקודות)

2. עובד במחסן מטפל בארגז שמסתו M , בשלושה שלבים.

בשלב הראשון הוא מוריד את הארגז מגלריה גבוהה אל רצפת המחסן. הארגז קשור לחבל העובר על פני גלגלת הקבועה בתקרה, ובקצה השני של החבל קשורה משקולת נגד שמסתה m_1 , קטנה מ- M (ראו תרשים 1). העובד מחזיק את הארגז במנוחה, ואז משחרר את המערכת. הניחו כי מסת החבל ומסת הגלגלת זניחות, וכי החיכוך בגלגלת והתנגדות האוויר זניחים. נתון כי גודל תאוצת המערכת לאחר השחרור הוא $\frac{g}{5}$.



א. סרטטו את תרשים הכוחות הפועלים על הארגז M , ואת תרשים הכוחות הפועלים על משקולת הנגד m_1 לאחר השחרור.

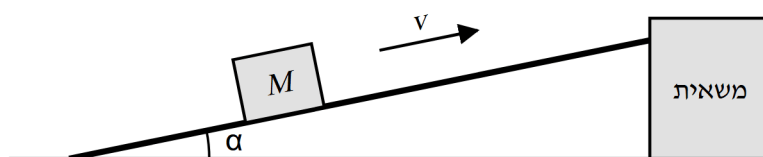
ליד כל כוח רשמו את שמו.

(5 נקודות)

- ב. בטאו את מסת משקולת הנגד m_1 באמצעות מסת הארגז M .
(6 נקודות)

- ג. חשבו את היחס בין גודל המתיחות בחבל כל עוד העובד החזיק את הארגז במנוחה ובין גודל המתיחות בחבל לאחר השחרור.
(7 נקודות)

בשלב השני העובד מעמיס את הארגז על משאית לאורך מדרון שעליו גלילים חופשיים, כך שאפשר להתייחס למדרון כאל משטח חלק. המדרון משופע בזווית α ביחס לאופק. העובד מניח את הארגז בתחתית המדרון, דוחף אותו במעלה המדרון ועוזב אותו (ראו תרשים 2). לאחר שהעובד עזב את הארגז, גודל תאוצת הארגז הוא $\frac{g}{5}$.



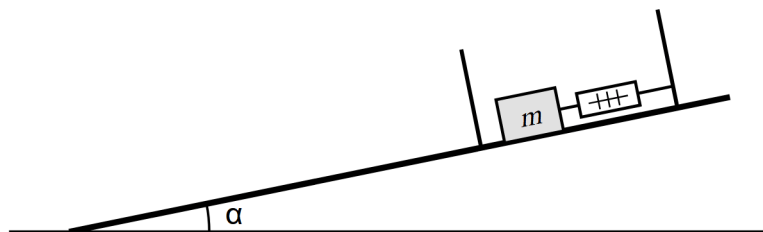
תרשים 2

- ד. חשבו את α , זווית השיפוע של המדרון.
(7 נקודות)

הדחיפה לא הייתה חזקה מספיק: הארגז עלה במעלה המדרון, עצר רגעית לפני שהגיע למשאית, והחל להחליק חזרה במורד.

- ה. העובד טוען: "ברגע שבו הארגז עצר, הכוח השקול עליו היה אפס - הרי הוא היה במנוחה". קבעו אם טענתו נכונה. נמקו את קביעתכם.
(5 נקודות)

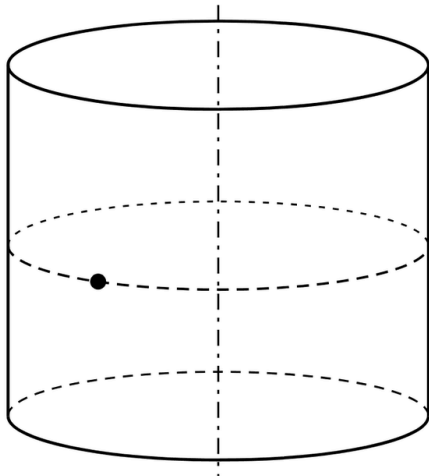
בשלב השלישי הכניס העובד לארגז חבילה שמסתה m , וחיבר אותה לדופן העליונה של הארגז באמצעות מאזני קפיץ קלים, המקבילים למדרון. רצפת הארגז חלקה. הוא הניח את הארגז, עם החבילה שבתוכו, במעלה המדרון ושחרר אותו ממנוחה (ראו תרשים 3).



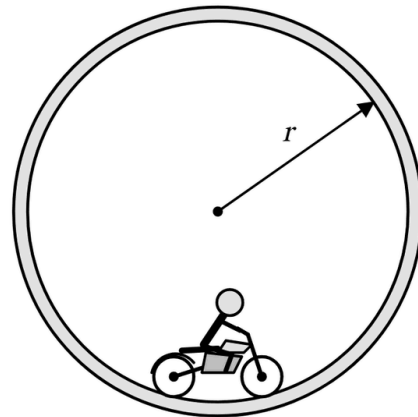
תרשים 3

- ו. מה הייתה הקריאה של מאזני הקפיץ במהלך ההחלקה? נמקו את תשובתכם.
(3 1/3 נקודות)

3. במופע "קיר המוות" רוכב אופנוע נוסע על הדופן הפנימית האנכית של מבנה עץ גלילי ניח שרדיוסו $r = 5 \text{ m}$. מסת הרוכב יחד עם האופנוע היא $M = 250 \text{ kg}$. בתחילת המופע הרוכב נוסע על רצפת המבנה ומגביר את מהירותו, ולאחר מכן הוא עולה אל הדופן ונוסע עליה במסלול מעגלי אופקי, בגובה קבוע מעל הרצפה (ראו תרשים - מבט מהצד ומבט מלמעלה). מקדם החיכוך הסטטי בין צמיגי האופנוע לדופן הוא $\mu_s = 0.8$.



מבט מהצד



מבט מלמעלה

- בכל הסעיפים התייחסו לרוכב ולאופנוע כאל גוף נקודתי אחד, הנוגע רק בדופן, והזניחו את התנגדות האוויר.
- א. סרטטו את תרשים הכוחות הפועלים על המערכת רוכב-אופנוע כשהיא נוסעת על הדופן. ליד כל כוח רשמו את שמו.
(6 נקודות)
- ב. רשמו את משוואות הכוחות הפועלים על המערכת בכל אחד משני הצירים: הציר האנכי והציר האופקי (הרדיאלי).
(7 נקודות)
- ג. חשבו את גודל המהירות המזערית שבה הרוכב יכול לנסוע על הדופן בגובה קבוע, בלי להחליק מטה.
(8 נקודות)
- ד. במופע הבא הרוכב מסיע איתו נוסע, והמסה הכוללת של המערכת היא 320 kg . מקדם החיכוך לא השתנה. קבעו אם תשובתכם לסעיף ג תשתנה. נמקו.
(6 נקודות)
- הרוכב, עם הנוסע, נוסע על הדופן במהירות שגודלה 12 m/s , בגובה קבוע.
- ה. חשבו את גודל כוח החיכוך הסטטי שהדופן מפעילה על המערכת (רוכב, נוסע ואופנוע, 320 kg) במהירות זו.
($6\frac{1}{3}$ נקודות)

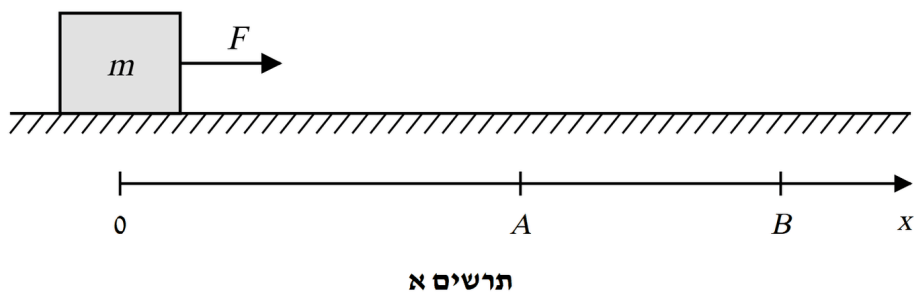
4. ארגז שמסתו $m = 20 \text{ kg}$ מונח על רצפה אופקית מחוספסת. מקדם החיכוך הקינטי בין הארגז לבין הרצפה הוא $\mu = 0.25$.

מגדירים ציר מקום, x , שראשיתו $x_0 = 0$ במיקום שבו הארגז מונח, וכיוונו החיובי ימינה (ראו תרשים א).

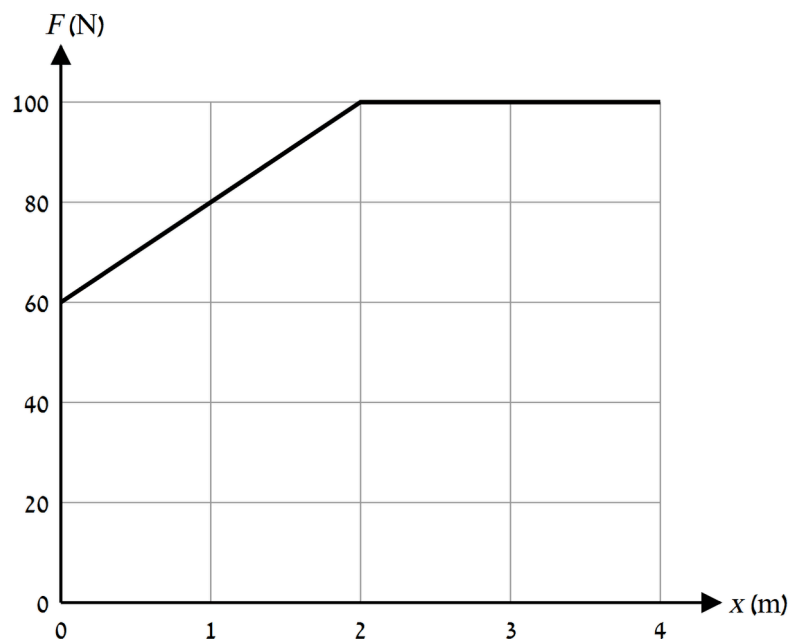
פועל דוחף את הארגז בכוח אופקי F שכיוונו ימינה, והארגז מתחיל לנוע על הרצפה. כאשר הארגז מגיע לנקודה A ששיעורה $x_A = 4 \text{ m}$, הפועל מפסיק לדחוף.

מן הנקודה A הארגז ממשיך לנוע על הרצפה עד שהוא נעצר בנקודה B . נסמן ב- x_B את המיקום של הנקודה B .

שימו לב: תרשים א אינו בקנה מידה.



בגרף שבתרשים ב מוצג גודלו של הכוח F כפונקציה של מיקום הארגז.



תרשים ב

א. קבעו מהו הגודל הפיזיקלי שמבטא השטח הכלוא בין הגרף לבין ציר המקום (x) כאשר הכוח F פועל, וחשבו את גודלו של השטח הכלוא.

(6 נקודות)

ב. חשבו את עבודת כוח החיכוך מתחילת תנועתו של הארגז עד להגעתו לנקודה A .
(8 נקודות)

ג. חשבו את מהירות הארגז בחולפו בנקודה A .
(8 נקודות)

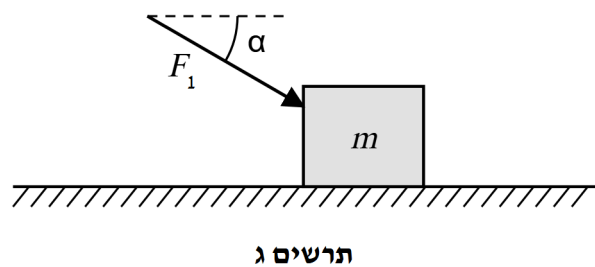
ד. חשבו את x_B , שיעור הנקודה B שבה נעצר הארגז.
(7 נקודות)

במקרה אחר, הפועל דוחף את הארגז באמצעות מוט בכוח F_1 שאינו אופקי, אלא מוטה בזווית α כלפי מטה ביחס לאופק (ראו תרשים ג).

הגרף שבתרשים ב מתאר גם את גודל הרכיב האופקי של הכוח F_1 כפונקציה של מיקום הארגז. בהשפעת הכוח F_1 הארגז מתחיל לנוע על הרצפה מן הנקודה $x_0 = 0$. כאשר הארגז מגיע לנקודה A הכוח F_1 מפסיק לפעול.

מן הנקודה A הארגז ממשיך לנוע על הרצפה עד שהוא נעצר בנקודה C . נסמן ב- x_C את המיקום של הנקודה C .

שימו לב: תרשים ג אינו בקנה מידה.



ה. לפניכם ארבעה ביטויים, 1-4. קבעו מהו הביטוי הנכון. נמקו את קביעתכם.

1. $x_C < x_B$

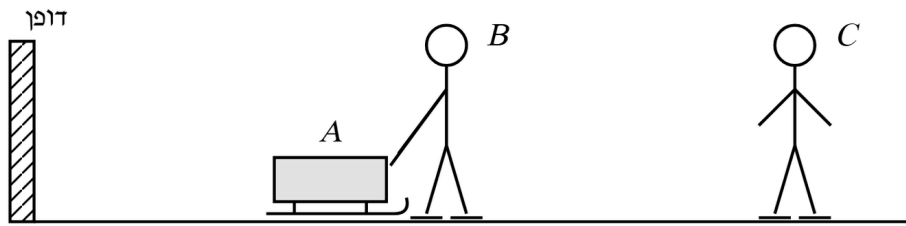
2. $x_C = x_B$

3. $x_C > x_B$

4. אי אפשר לקבוע את הקשר בין x_B לבין x_C ללא מידע נוסף.

(4 1/3 נקודות)

5. בתרשים 1 שלפניכם מוצג משטח קרח אופקי, ובקצהו דופן. על הקרח נמצאים מזחלת A , מחליק B העומד צמוד אליה, ומחליק נוסף C . החיכוך בין הקרח לבין המזחלת והמחליקים זניח.



בתחילה המזחלת והמחליק B במנוחה. המחליק B דוחף את המזחלת בידיו.

נתון: $m_A = 20 \text{ kg}$

$m_B = 60 \text{ kg}$

א. המחליק B דוחף את המזחלת, והמזחלת והמחליק מתחילים לנוע.

(1) מהו התנע של המערכת "מזחלת ומחליק B " מיד לאחר הדחיפה? הסבירו.

(2) מיד לאחר הדחיפה, המזחלת A נעה לכיוון הדופן במהירות שגודלה $v_A = 1.5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

חשבו את המהירות של המחליק B (גודל וכיוון) מיד לאחר הדחיפה.

(7/3 נקודות)

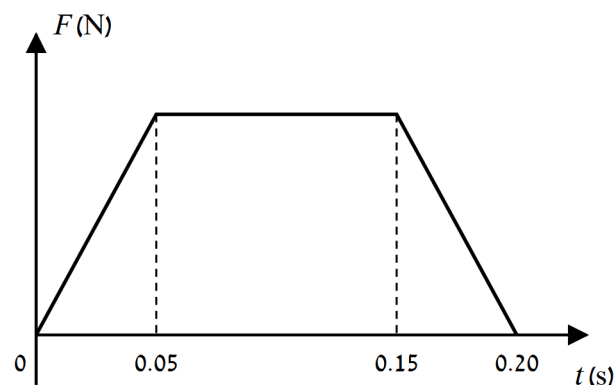
ב. המזחלת A מתנגשת בדופן. לחזית המזחלת מחובר פגוש גומי, וההתנגשות בדופן אלסטית.

(1) מצאו את המהירות של המזחלת (גודל וכיוון) מיד לאחר ההתנגשות בדופן. הסבירו.

(2) חשבו את גודל המתקף שמפעילה הדופן על המזחלת, וציינו את כיוונו.

(8 נקודות)

ג. הגרף שלפניכם מתאר את גודל הכוח שמפעילה הדופן על המזחלת, כפונקציה של הזמן.



(1) קבעו איזה גודל פיזיקלי מייצג השטח הכלוא בין הגרף ובין הציר האופקי (ציר הזמן).

(2) חשבו בעזרת הגרף את הגודל המרבי של הכוח שהפעילה הדופן על המזחלת במהלך

ההתנגשות.

(8 נקודות)

ד. המחליק B , שאת מהירותו חישבתם בתת-סעיף א (2), מתנגש במחליק C שמסתו $m_C = 50 \text{ kg}$, הנע לקראתו במהירות שגודלה v_C . שני המחליקים נאחזים זה בזה ונעים יחד.

(1) נתון שהאנרגייה הקינטית של שני המחליקים יחד אחרי ההתנגשות היא אפס.

חשבו את v_C , המהירות של המחליק C לפני ההתנגשות.

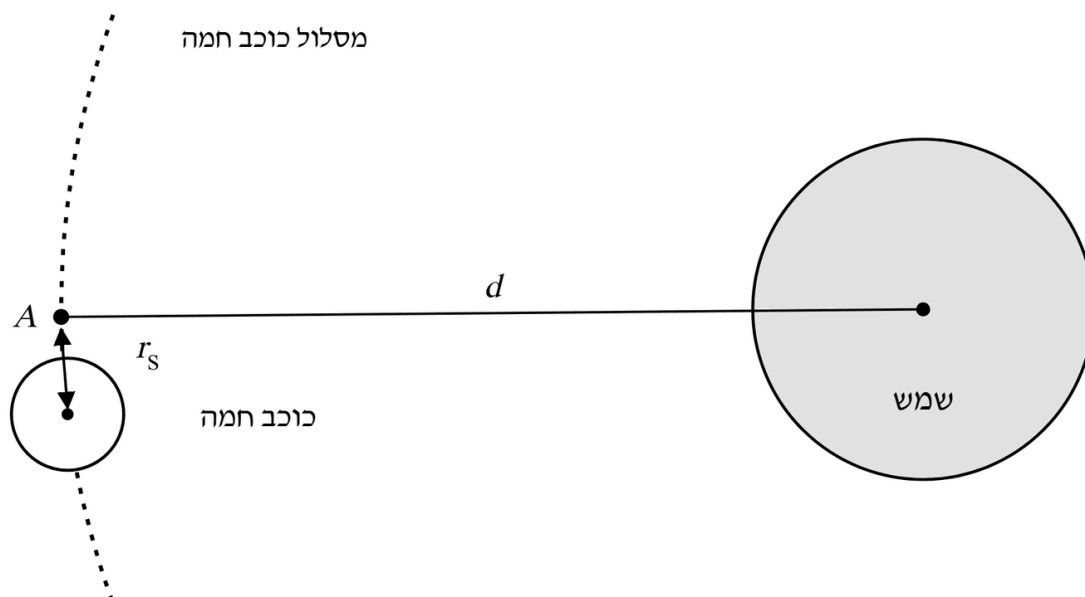
(2) אם גודל המהירות של המחליק C לפני ההתנגשות יהיה גדול מגודל המהירות

שחישבתם בתת-סעיף ד (1), לאיזה כיוון ינועו שני המחליקים יחד? קבעו והסבירו בלי

חישוב.

(10 נקודות)

6. גשושית דמיונית נשלחה אל כוכב הלכת כוכב חמה. כשהגשושית הגיעה לנקודה A , היא התחילה לנוע במסלול מעגלי סביב כוכב חמה (ראו תרשים - קנה המידה אינו מדויק). בהמשך הופעלו מנועיה, היא האטה, ולבסוף נחתה נחיתה רכה על פני כוכב חמה (מהירות אפס בקרבת פני הכוכב).



d - הרדיוס של מסלול כוכב חמה סביב השמש (הנקודה A נמצאת על מסלול זה).

r_s - מרחק הנקודה A ממרכז כוכב חמה.

נתון: גובה הנקודה A מעל פני כוכב חמה הוא $h = 400 \text{ km}$. לכוכב חמה אין אטמוספירה.

א. חשבו את היחס בין הגודל של כוח הכבידה F_S שהשמש מפעילה על הגשושית לבין הגודל של

כוח הכבידה F_H שכוכב חמה מפעיל עליה, ברגע שבו היא חולפת בנקודה A .

(8 נקודות)

ב. חשבו את גודל המהירות של הגשושית, v_A , במסלולה המעגלי סביב כוכב חמה.

(6 נקודות)

רון ומאיה רוצים לחשב את T_S , זמן המחזור של הגשושית במסלול המעגלי r_S , בעזרת החוק השלישי של קפלר.

רון טוען שאפשר לעשות זאת בעזרת רדיוס המסלול וזמן המחזור של כוכב חמה סביב השמש, הנתונים בדף הנוסחאות.

מאיה טוענת שאי אפשר להשתמש בנתונים של כוכב חמה, ושיש להשתמש ברדיוס המסלול ובזמן המחזור הידועים של גשושית אחרת שהקיפה בעבר את כוכב חמה במסלול מעגלי, אף שמסתה שונה ממסת הגשושית שלנו.

ג. קבעו מי צודק, רון או מאיה. נמקו את קביעתכם.

(6 נקודות)

הניחו כי מסת הגשושית קבועה, $m = 500 \text{ kg}$, וכי הגשושית נחתה על פני כוכב חמה במהירות אפס.

ד. חשבו את העבודה W שביצע כוח המנועים על הגשושית מרגע שהייתה במסלול r_S ועד נחיתה הרכה על פני כוכב חמה.

בחישובכם הזניחו את השפעת השמש על הגשושית.

(8 נקודות)

בשלב האחרון של הנחיתה הגשושית יורדת **אנכית** אל פני כוכב חמה ומאטה, ומנועיה פולטים גזים **כלפי מטה** - בכיוון תנועתה.

ה. השתמשו בשיקולים פיזיקליים והסבירו מדוע המנועים פולטים את הגזים בכיוון זה.

(5⅓ נקודות)

כל הבגרויות בפיזיקה עם פתרונות מלאים: www.guyai.co.il/bagrut/physics