

תאריך הבחינה: 13.02.2020  
 שם המרצה: עדי ציטרין, ויקטור מאירוביץ  
 שם הקורס: \_\_ פסיקה 1א  
 מספר הקורס: 203.1.1371\_\_  
 שנה: 2020 סמסטר: א' מועד: א'  
 משך הבחינה: \_\_ 3 שעות  
 חומר עזר: \_\_ מחשבון

מס' נבחן: \_\_\_\_\_

- יש לענות על כל שאלות המבחן.
- בשאלות האמריקאיות נבדקות רק תשובות סופיות (בטופס).
- בשאלות הפתוחות יש לרשום את הפתרון באמצעות נתוני השאלה.
- אם נתונים גדלים מספריים אז יש להגיע לנוסחה סופית (עם אותיות) ולהציב את המספרים בנוסחה זו.

חלק א': שאלות אמריקאיות: כל שאלה שווה 5 נק'. יש לסמן את התשובה הנכונה על ידי X תחת האות המתאימה בטבלה בלבד.

מס'	א	ב	ג	ד	ה
1					
2					
3					
4					
5					
6					

1. רכבת בעלת מסה  $m$  נעה במהירות קבועה  $V_0$ . לפתע הנהג רואה מכשול על הפסים ומפעיל את מערכת הבלמים. מערכת הבלמים יוצרת כוח תלוי בזמן לפי:

$$F = -kt$$

כאשר  $k$  קבוע חיובי,  $t$  הוא הזמן מרגע הפעלת הבלמים. משמעות סימן המינוס היא שהכוח פועל נגד כיוון התנועה. כעבור כמה זמן  $t_1$  תיעצר הרכבת?

$$t_1 = \frac{mV_0}{k} \quad (\text{א})$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{kV_0}{m}} \quad (\text{ב})$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{mV_0}{2k}} \quad (\text{ג})$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{2mV_0}{k}} \quad (\text{ד})$$

$$t_1 = \frac{m}{kV_0} \quad (\text{ה})$$

2. תיבה נחה על מישור בעל מקדם חיכוך סטטי  $\mu_s = 0.4$ . על התיבה מופעל כוח קבוע מצידה השמאלי כמתואר בתרשים. באיזה מהכיוונים הבאים גודל הכוח שנדרש להפעיל כדי שהתיבה תתחיל לנוע הוא הקטן ביותר?

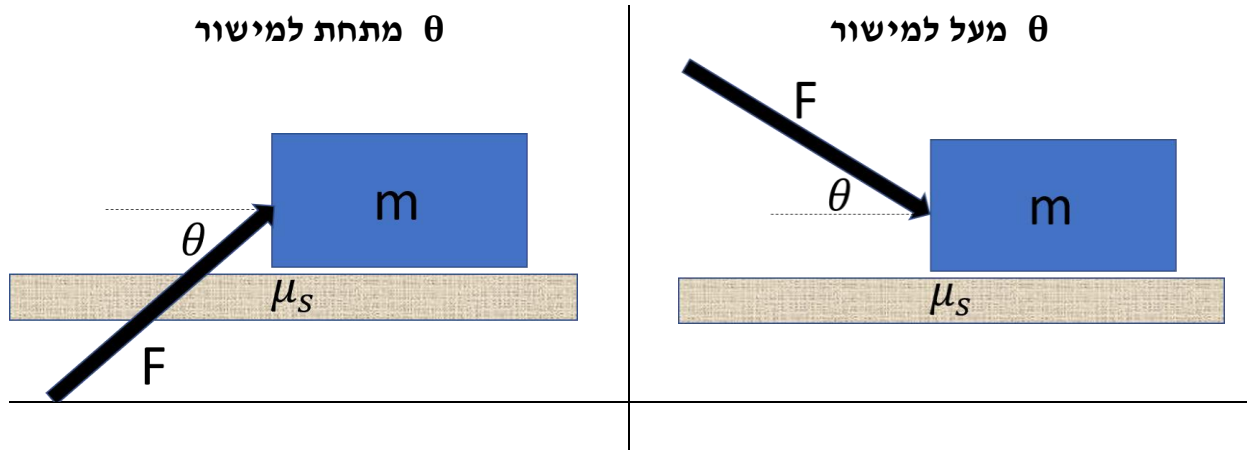
(א) זווית  $25^\circ$  מתחת למישור.

(ב) זווית  $22^\circ$  מעל למישור.

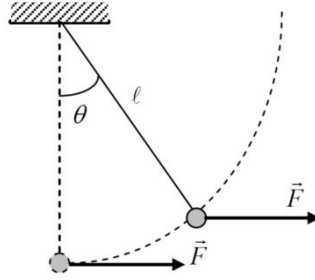
(ג) זווית  $24^\circ$  מעל למישור.

(ד) במקביל למישור.

(ה) זווית  $45^\circ$  מעל למישור.



3. גוף בעל מסה  $m$  מחובר לחוט בעל אורך  $l$  הקשור לתקרה. כוח חיצוני  $F$  פועל על הגוף בכיוון האופקי כך שהגוף עולה לאט עם מהירות קבועה עד הזווית  $\theta$ . עבודת הכוח הנ"ל היא:



- (א)  $F l \theta$   
 (ב)  $F l (1 - \sin \theta)$   
 (ג)  $F l (1 - \cos \theta)$   
 (ד)  $F l \sin \theta$   
 (ה)  $F l \cos \theta$

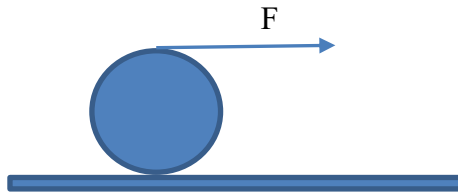
4. גוף בעל מסה  $m_1 = 6 \text{ kg}$  הנע במהירות  $v = 10 \text{ m/s}$  מתנגש פלסטית עם גוף בעל מסה  $m_2 = 12 \text{ kg}$  הנמצא במנוחה. כלומר, הגופים נעים יחד לאחר ההתנגשות. האנרגיה הקינטית שאבדה במהלך ההתנגשות היא:

- (א)  $200 \text{ Joule}$   
 (ב)  $120 \text{ Joule}$   
 (ג)  $600 \text{ Joule}$   
 (ד)  $60 \text{ Joule}$   
 (ה)  $1200 \text{ Joule}$

5. גוף נע בתנועה הרמונית פשוטה. איזה ממהיגדים הבאים לגבי הגוף נכון:

- א. תאוצתו קבועה.
- ב. תאוצתו אינה קבועה ומקסימלית בנקודת שיווי המשקל.
- ג. סך האנרגיה המכנית שלו קבוע.
- ד. סך האנרגיה המכנית שלו אינו קבוע ומקסימלי בנקודת שיווי המשקל.
- ה. אף אחת מהתשובות הנ"ל אינה נכונה.

6. גליל אחד מונח על שולחן אופקי. על הגליל מלופף חוט אשר נמשך בכוח אופקי  $F$  כמתואר בתרשים. מהי העבודה של כוח  $F$  בפרק הזמן בו ציר הגליל התקדם מרחק  $l$  ללא החלקה?



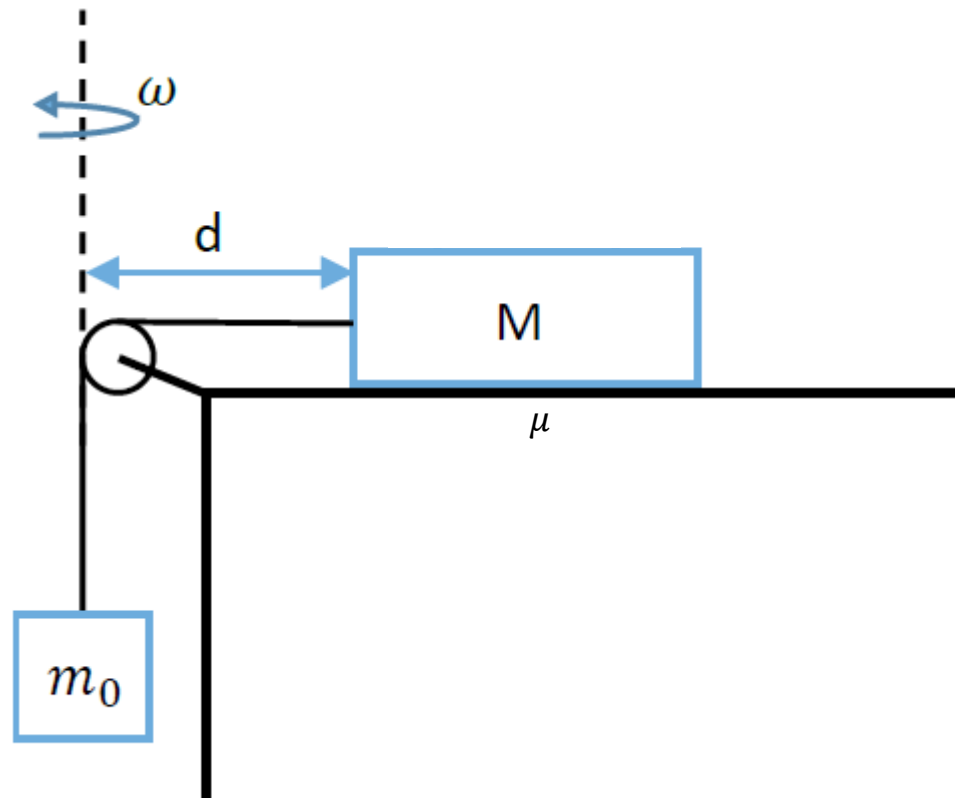
- א)  $F l$
- ב)  $2F l$
- ג)  $4F l$
- ד)  $\frac{1}{2} F l$
- ה) 0

חלק ב'

## שאלה 1 (20 נק')

גוף בעל מסה  $M$  מונח על גבי שולחן עם מקדם חיכוך סטטי  $\mu$ . המסה  $M$  קשורה בחוט חסר מסה, דרך גלגלת חסרת מסה וחסרת חיכוך, למסה נוספת  $m_0$  התלויה באוויר. השולחן כולו מסתובב במהירות זוויתית קבועה  $\omega$  סביב ציר אנכי שחופף לחוט עליו תלויה המסה  $m_0$  (ראו תרשים).

מצאו את טווח המהירויות הזוויתיות  $\omega$  עבורן הגוף  $M$  יכול להסתובב במרחק קבוע  $d$  מציר הסיבוב. בטאו את תשובתכם באמצעות נתוני השאלה בלבד ( $d, g, M, \mu, m_0$ ).



## שאלה 2 (20 נק')

שתי מסות  $m_1$  ו- $m_2$  מונחות על משטח חלק ומחוברות בניהן באמצעות קפיץ בעל קבוע  $k$ . שתי המסות נמצאות במנוחה כאשר מסה שלישית  $m_3$  הנעה במהירות  $v$  מתנגשת חזיתית במסה  $m_1$  בהתנגשות אלסטית.



$$\text{נתון כי } m_1 = m_2 = m \text{ וגם כי } m_3 = \frac{1}{2}m$$

(א) מצאו את מהירות כל אחת מהמסות מיד לאחר ההתנגשות. הניחו כי בזמן ההתנגשות הקפיץ נשאר רפוי.

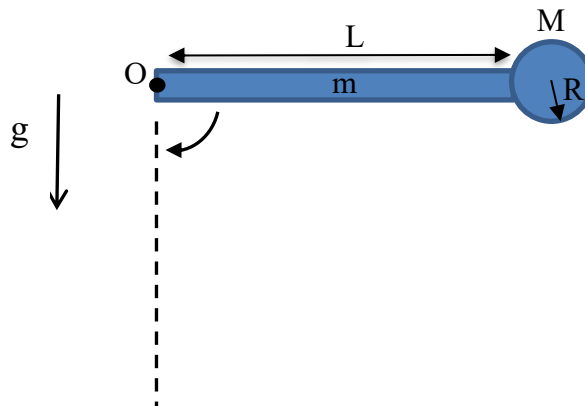
(ב) מהו הכיוון המקסימאלי של הקפיץ במהלך התנועה?

## שאלה 3 (20 נק')

גוף מורכב ממוט אחיד עם מסה  $m$  ואורך  $L$  המחובר בקצהו לכדור מלא עם מסה  $M$  ורדיוס  $R$ . המוט מחובר בקצהו השני לציר מקובע (נקודה  $O$  בתרשים), שסביבו הוא מסתובב ללא חיכוך. משחררים את הגוף ממנוחה כאשר הוא במצב אופקי.

(א) מהו הכוח שמפעיל הגוף על הציר ומהי תאוצת מרכז המסה של הגוף כאשר הוא נמצא במצב אופקי (מיד לאחר השחרור)?

(ב) מהו הכוח שמפעיל הגוף על הציר ומהי תאוצת מרכז המסה של הגוף (משיקית ורדיאלית) כאשר הוא מגיע למצב אנכי (תחתית הסיבוב)?



**בהצלחה!**

תנועות מחזוריות	כבידה	קינמטיקה
מהירות זוויתית, זמן מחזור ותדירות: $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$	קבוע הכבידה: $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2}$	מהירות רגעית: $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$
<u>תנועה מעגלית</u> מהירות זוויתית: $\omega = \frac{d\theta}{dt}$ תאוצה זוויתית: $\alpha = \frac{d\omega}{dt}$ תאוצה מרכזית: $a_r = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$ תאוצה משיקית: $a_t = \alpha R$	מסת כדור"א: $M_E = 6 \cdot 10^{24} kg$ רדיוס כדור"א: $R_E = 6.4 \cdot 10^6 m$ כוח הכבידה: $F = \frac{Gm_1 m_2}{r^2}$ אנרגיה פוטנציאלית כובדית: $U_G = -\frac{Gm_1 m_2}{r}$ החוק השלישי של קפלר: $\left(\frac{R_1}{R_2}\right)^3 = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2$	תאוצה רגעית: $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$ תנועה שוות תאוצה: $v = v_0 + at$ $x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$ $x = x_0 + \frac{v_0 + v}{2} \cdot t$ $v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$ מהירות של B ביחס ל A: $\vec{v}_{relative} = \vec{v}_B - \vec{v}_A$
<u>תנועה הרמונית</u> משוואת התנועה: $-\omega^2 x = \frac{d^2 x}{dt^2}$ עבור קפיץ: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ עבור מטולת פשוטה: $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$ מיקום, מהירות ותאוצה כפונקציה של זמן: $x = A \cos(\omega t + \phi)$ $v = -\omega A \sin(\omega t + \phi)$ $a = -\omega^2 A \cos(\omega t + \phi)$ מהירות ותאוצה: $v = \pm \omega \sqrt{A^2 - x^2}$ $a = -\omega^2 x$	<b>מתקף ותנע</b> תנע: $\vec{p} = m\vec{v}$ מתקף: $\vec{J} = \Delta \vec{p} = \int \vec{F} dt$ עבור כוח קבוע: $\vec{J} = \vec{F} \Delta t$ שימור תנע: $m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2$ בהתנגשות אלסטית חד-מימדית: $v_1 + u_1 = v_2 + u_2$	<b>כוחות</b> כוח הכובד: $W = mg$ חוק הוק: $F = k \cdot \Delta x$ חיכוך סטטי: $f_s \leq \mu_s N$ חיכוך קינטי: $f_k = \mu_k N$ החוק השני של ניוטון: $\sum \vec{F} = m\vec{a}$
<b>מכניקה של גוף קשיח</b>		<b>עבודה, אנרגיה והספק</b>
תנע זוויתי של גוף נקודתי: $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$ $L = r_{\perp} p = r p_{\perp} = r p \sin \theta$	מהירות זוויתית: $\omega = \frac{d\theta}{dt}$ תאוצה זוויתית: $\alpha = \frac{d\omega}{dt}$	עבודה של כוח משתנה: $W = \int \vec{F} \cdot d\vec{r} = \int \vec{F} \cdot \vec{v} dt$ עבודה של כוח קבוע: $W = \vec{F} \cdot \Delta \vec{r} = F \cos \theta \Delta r$
תנע זוויתי: $\vec{L} = I \vec{\omega}$	אנרגיה קינטית של סיבוב: $E_k = \frac{I \omega^2}{2}$	אנרגיה קינטית: $E_k = \frac{mv^2}{2}$
מתקף זוויתי: $\Delta \vec{L} = \vec{\tau} \Delta t$	מומנט כוח: $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$ $\tau = r_{\perp} F = r F_{\perp} = r F \sin \theta$	שינוי באנרגיה פוטנציאלית כובדית בשדה אחיד: $\Delta U_G = mg \Delta h$
מומנט התמד גופים נקודתיים: $I = \sum m_i r_i^2$	מומנט כוח: $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$ $\tau = r_{\perp} F = r F_{\perp} = r F \sin \theta$	אנרגיה אלסטית: $E_s = \frac{k \cdot \Delta x^2}{2}$
משפט שטיינר: $I = I_{C.M} + md^2$	חוק שני ניוטון לתנועה סיבובית: $\sum \tau = I \alpha$	עבודה - אנרגיה: $W_{\Sigma \vec{F}} = \Delta E_k$
מומנט התמד יחסית לציר סימטריה מוט: $I = \frac{mL^2}{12}$ גליל חלול דק, טבעת: $I = mR^2$ גליל מלא, דיסקה: $I = \frac{mR^2}{2}$ כדור מלא: $I = \frac{2mR^2}{5}$	מיקום מרכז מסה: $x_{C.M} = \frac{\sum m_i x_i}{\sum m_i}$ $y_{C.M} = \frac{\sum m_i y_i}{\sum m_i}$	עבודת כוחות לא משמרים: $W_{n.c} = \Delta E$
		הספק רגעיי: $P = \frac{dW}{dt}$
		הספק רגעיי: $P = \vec{F} \cdot \vec{v}$