

פיסיקה 1 ב' 1391-1-203
 מרצים: מיכאל גדלין
 מועד א' 3.10.2017
 משך המבחן 3 שעות
 חומר עזר: דף נוסחאות מצורף, מחשבון אסור
 בהצלחה !

חלק א' - שאלות אמריקאיות (כל שאלה - 5 נק') - יש לסמן תשובה נכונה בטבלה בלבד

No.	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				

1) לחישוק וכדור אחיד מספקים ברגע הראשון אותה מהירות למעלה באותו מדרון. שניהם מתגלגלים ללא החלקה. איזה מהם יעצור ראשון ?

A	B	C	D
חישוק	כדור	בו זמנית	חסרים נתונים

2) איזו מהטענות נכונה תמיד ?

A	B	C	D
עבודת כוחות לא משמרים תמיד שלילית	אם כל הכוחות הם כוחות משמרים, אנרגיה קינטית נשמרת	אם תנע זוויתי של מרכז המסה נשמר אז גם תנע קווי של מרכז המסה נשמר	אם תנע קווי של מרכז המסה נשמר אז גם תנע זוויתי של מרכז המסה נשמר

3) כדור בעל מסה 1 kg נופל על הרצפה מגובה 5 m ומתנגש ברצפה אלסטית. משך ההתנגשות הוא 0.01 s. מהו הכוח הממוצע שמפעילה הרצפה על הכדור במשך ההתנגשות ?

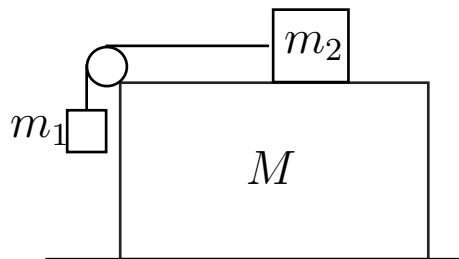
A	B	C	D
100 N	200 N	1000 N	2000 N

4) אנרגיה פוטנציאלית נתונה ע"י ביטוי $U(x) = A \sin kx$, כאשר $A > 0$ ו- $k > 0$ הם קבועים. מהי האנרגיה המכנית המינימלית שיכולה להיות לגוף ?

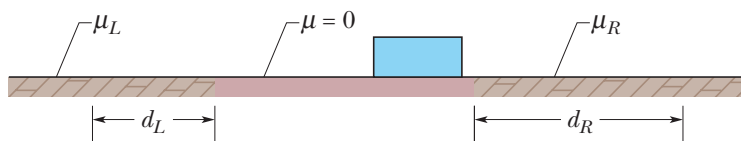
A	B	C	D
תלויה במסת הגוף	A	-A	kA

חלק ב' - שאלות פתוחות, כל שאלה 20 נק', אין סעיפים
פתרון חייב להיות רשום בדף המסומן בצד אחד בלבד

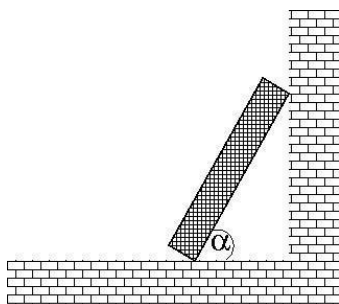
1) במערכת שבשרטוט הגופים m_1 ו- m_2 מחוברים באמצעות חוט ללא מסה. החוט לא מתארך, בין החוט לגלגת אין חיכוך. לגלגת אין מסה. בין m_2 ו- M אין חיכוך. הגופים m_1 ו- m_2 משוחררים ומתחילים לנוע. מה גודל הכוח שמפעילה המערכת על הרצפה אם הגוף M נשאר במקום?



2) בשרטוט הגוף, שהיה במנוחה, מתפוצץ לשני גופים, L ו- R , אשר מחליקים שמאלה וימינה, בהתאמה. הגוף L , שמסתו m_L , מגיע לאיזור מחוספס עם מקדם חיכוך קינטי μ_L ועוצר אחרי שעובר מרחק d_L מתחילת הקטע המחוספס. הגוף R מגיע לאיזור מחוספס עם מקדם חיכוך קינטי μ_R ועוצר אחרי שעובר מרחק d_R מתחילת הקטע המחוספס הזה. מה הייתה מסת הגוף המקורי?



3) סולם אחיד נשען על קיר אנכי חסר חיכוך. מקדם החיכוך בין הסולם לרצפה הוא μ . מהי הזווית המינימלית α בה ניתן להעמיד הסולם בשיווי משקל.



פתרון שאלה פתוחה 1 (צד אחד בלבד של הדף):

פתרון שאלה פתוחה 2 (צד אחד בלבד של הדף):

פתרון שאלה פתוחה 3 (צד אחד בלבד של הדף):

דף נוסחאות – פיסיקה 1

	<u>מתקף ותנע</u>		<u>קינמטיקה</u>
	$\vec{p} = m\vec{v}$	תנע	$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$ מהירות
	$\vec{J} = \int_{t_i}^{t_f} \vec{F} dt = \vec{p}_f - \vec{p}_i$	מתקף	$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$ תאוצה
			עבור תנועה בתאוצה קבועה:
			$\vec{r} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2} + \vec{r}_0$ $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a} t$
			$v^2 = v_0^2 + 2\vec{a} \cdot (\vec{r} - \vec{r}_0)$
	<u>מרכז מסה</u>		<u>כוחות</u>
	$\vec{r}_{cm} = \frac{\sum m_i \vec{r}_i}{\sum m_i}$	מקום מרכז מסה של מסות בדידות	$\sum \vec{F} = m\vec{a}$ החוק השני של ניוטון
	$\vec{v}_{cm} = \frac{\sum m_i \vec{v}_i}{\sum m_i}$	מהירות מרכז מסה של מסות בדידות	$ \vec{f}_k = \mu_k \vec{N} $ חיכוך קינטי
			$ \vec{f}_{s\max} = \mu_s \vec{N} $ חיכוך סטטי מקסימלי
	<u>דינמיקה סיבובית</u>		$F = -kx$ חוק הוק
	$I = \sum m_i r_i^2$	מומנט התמד	<u>עבודה ואנרגיה</u>
	$I = I_{cm} + Mh^2$	משפט שטיינר	$W_{A \rightarrow B} = \int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{r} = K_B - K_A$ עבודה
	$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$	מומנט כוח	$W_{A \rightarrow B} = -(U_B - U_A)$ עבודה של כוח משמר
	$\tau = rF \sin(\theta)$	מומנט כוח (הצגה סקלרית)	$K = \frac{mv^2}{2}$ אנרגיה קינטית
	$\sum \vec{\tau} = I\vec{\alpha}$	חוק שני של ניוטון לתנועה סיבובית	$U = mgh$ אנרגיה פוטנציאלית של כבידה
	$K = \frac{I\omega^2}{2}$	אנרגיה קינטית סיבובית	$U = \frac{kx^2}{2}$ אנרגיה פוטנציאלית אלסטית
	$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} = I\vec{\omega}$	תנע זוויתי	$F = -\frac{dU}{dx}$ כוח משמר
	$\vec{L} = \int_{t_i}^{t_f} \vec{\tau} dt = \vec{L}_f - \vec{L}_i$	מתקף זוויתי	$P = \frac{dW}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v}$ הספק
	<u>הקשר שבין משתנים קווים וזוויתיים</u>		<u>קינמטיקה של תנועה מעגלית</u>
	$x = \theta \cdot r$	אורך קשת	$\omega = \frac{d\theta}{dt}$ מהירות זוויתית
	$v = \omega \cdot r$	מהירות קווית (משיקית)	$\alpha = \frac{d\omega}{dt}$ תאוצה זוויתית
	$a_t = \alpha \cdot r$	תאוצה קווית (משיקית)	תנועה בתאוצה זוויתית קבועה:
	$a_r = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$	תאוצה מרכזית (צנטריפטלית)	$\theta = \theta_0 + \omega_0 t + \frac{\alpha t^2}{2}$ $\omega = \omega_0 + \alpha t$
			$\omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha(\theta - \theta_0)$

No.	A	B	C	D
1		X		
2				X
3				X
4			X	

1.

$$a = -\frac{g \sin \theta}{1 + X}, \quad X = \frac{I_{cm}}{mR^2} \quad (1)$$

התאוצה היא נגד כיוון התנועה. לחישוק כל המסות נמצאות במרחק R מציר הסיבוב, לכדור חלק מהמסות נמצאות במרחק קטן יותר, לכן לכדור X קטן יותר וגודל התאוצה גדול יותר. הכדור יעצור ראשון.

2. א) עבודת כוחות לא משמרים לא חייבת להיות שלילית. דוגמה: עבודת כוחות פנימיים בפיצוץ. ב) אם כל הכוחות משמרים זה לא אומר שאנרגיה קינטית נשמרת. אנרגיה מכנית נשמרת, אבל היא אנרגיה קינטית+אנרגיה פוטנציאלית.

ג) תנע זוויתי יכול להישמר ללא שימור תנע קווי. דוגמה: סיבוב כדור הארץ סביב השמש.

ד) אם תנע קווי של מרכז המסה נשמר אז

$$\sum \vec{F}_{ext} = 0 \quad (2)$$

$$\frac{d\vec{J}_{cm}}{dt} = \vec{R}_{cm} \times (\sum \vec{F}_{ext}) = 0 \quad (3)$$

3.

$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} \quad (4)$$

$$\vec{F} = \frac{mv - (-mv)}{t} = \frac{2mv}{t} \quad (5)$$

$$v = \sqrt{2gh} \quad (6)$$

4.

$$E = K + U, \quad \min(K) = 0, \quad \min(U) = A \min(\sin kx) = -A \quad (7)$$

1. נסמן ב \vec{F} את הכוח שהרצפה מפעילה על המערכת. לפי חוק שני של ניוטון למערכת

$$\sum \vec{F}_{ext} = \frac{d\vec{P}}{dt} \quad (8)$$

$$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{F} + (m_1 + m_2 + M)\vec{g} \quad (9)$$

$$\vec{P} = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 + V\vec{v}_M \quad (10)$$

$$\vec{F} + (m_1 + m_2 + M)\vec{g} = m_1\vec{a}_1 + m_2\vec{a}_2, \quad \vec{a}_M = 0 \quad (11)$$

גודל התאוצה $|\vec{a}_1| = a$ וכיוונה למטה. גודל התאוצה $|\vec{a}_2| = a$ וכיוונה שמאלה. ציור x בכיוון \vec{a}_2 , ציר y בכיוון \vec{a}_1 .

$$F_x = m_2a \quad (12)$$

$$(m_1 + m_2 + M)g + F_y = m_1a \quad (13)$$

לכל גוף בנפרד:

$$m_1g - T = m_1a \quad (14)$$

$$T = m_2a \quad (15)$$

$$a = \frac{m_1g}{m_1 + m_2} \quad (16)$$

$$F_x = \frac{m_1m_2g}{m_1 + m_2} \quad (17)$$

$$F_y = \frac{m_1^2g}{m_1 + m_2} - (m_1 + m_2 + M)g \quad (18)$$

$$|\vec{F}| = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} \quad (19)$$

2. נסמן: v_L גודל המהירות של הגוף השמאלי (כיוונו שמאלה), v_R גודל המהירות של הגוף הימני (כיוונו ימינה). משימור המסה והתנע בפיצוץ:

$$M = m_L + m_R \quad (20)$$

$$m_L v_L - m_R v_R = 0 \quad (21)$$

$$m_R = m_L \left(\frac{v_L}{v_R} \right) \quad (22)$$

$$M = m_L \left(1 + \frac{v_L}{v_R} \right) \quad (23)$$

משפט עבודה-אנרגיה לכל גוף בנפרד:

$$K_f - K_i = W \quad (24)$$

$$0 - \frac{m_L v_L^2}{2} = -\mu_L m_L g d_L \quad (25)$$

$$0 - \frac{m_R v_R^2}{2} = -\mu_R m_R g d_R \quad (26)$$

$$\frac{v_L}{v_R} = \sqrt{\frac{\mu_L d_L}{\mu_R d_R}} \quad (27)$$

3. סכום הכוחות שווה לאפס וסכום המומנטים שווה לאפס:

$$f_s - N_{wall} = 0 \Rightarrow f_s = N_{wall} \quad (28)$$

$$N_{floor} - mg = 0 \Rightarrow N_{floor} = mg \quad (29)$$

$$N_{wall}l \sin \alpha - mg(l/2) \cos \alpha = 0 \Rightarrow N_{wall} = \frac{mg \cos \alpha}{2 \sin \alpha} \quad (30)$$

$$f_s \leq \mu_s N_{floor} \rightarrow N_{wall} \leq \mu_s mg \quad (31)$$

$$\tan \alpha \geq \frac{1}{2\mu_s} \quad (32)$$