

פיסיקה 1 ב' 1391-1-203
 מרצים: גולן בל
 מועד ב' 9.11.17
 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) גוף m_1 נע במהירות \vec{v}_1 , גוף m_2 נע במהירות \vec{v}_2 , ואילו גוף m_3 נע במהירות ששווה למהירות מרכז המסה של שלושת הגופים. מהי ?

A	B	C	D
$\frac{m_1\vec{v}_1+m_2\vec{v}_2}{m_1+m_2+m_3}$	$\frac{m_1\vec{v}_1+m_2\vec{v}_2}{m_1+m_2}$	$\frac{\vec{v}_1+\vec{v}_2}{2}$	$\frac{m_1\vec{v}_1-m_2\vec{v}_2}{m_1+m_2+m_3}$

2) איזו מהטענות נכונה תמיד ?

A	B	C	D
שינוי אנרגיה קינטית של מערכת שווה לעבודת כל הכוחות החיצוניים	שינוי אנרגיה קינטית פנימית שווה לעבודת כל הכוחות הפנימיים	שינוי אנרגיה קינטית של מרכז המסה שווה לעבודת כל הכוחות	אף אחת מהתשובות A, B, C

3) גוף קטן נזרק אופקית מבניין גבוה. איך משתנה רדיוס העקמומיות של מסלולו עם הזמן במשך תנועתו ?

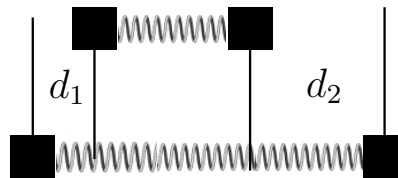
A	B	C	D
קטן	גדל	לא משתנה	חסרים נתונים

4) אנרגיה פוטנציאלית ניתנת ע"י ביטוי $U = U_0 \cos kx$, כאשר $U_0 > 0$ ו- $k > 0$ הם קבועים. גוף נקודתי נמצא במנוחה בנקודת שיווי משקל יציב. איזו אנרגיה קינטית יש לספק לו כדי שמהירותו לא תחליף כיוון לעולם ?

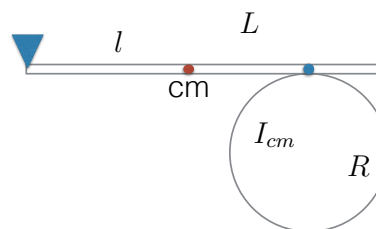
A	B	C	D
0	U_0	$2U_0$	זה בלתי אפשרי

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

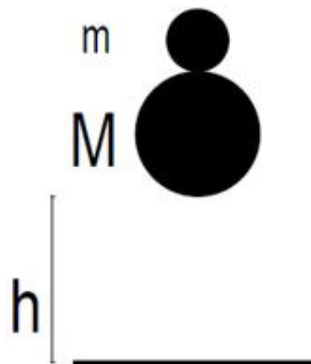
1) שני גופים קטנים מוחזקים כך שהם נוגעים בשני קצוות של קפיץ מכווץ. לאחר שחרורם ועד שהקפיץ מגיע למצב רפוי שני הגופים עוברים דרכים d_1 ו- d_2 , בהתאמה. מה אנרגיות הקינטיות של כל אחד מהגופים ברגע זה? קבוע הקפיץ הוא k .



2) בשרטוט מוט מחובר בקצה השמאלי לציר סיבוב ומונח במצב אופקי על גלגל. המרחק מציר הסיבוב עד מרכז המסה הוא l והמרחק מציר הסיבוב עד נקודת המגע עם הגלגל הוא L . רדיוס הגלגל הוא R , הוא יכול להסתובב סביב צירו, אשר מקובע, ומומנט ההתמד ביחס לציר זה הוא I_{cm} . בהתחלה, ברגע $t = 0$, הגלגל מסתובב במהירות זוויתית ω_0 . תוך כמה זמן הוא יעצור אם מקדם החיכוך בין המוט לגלגל הוא μ ?



3) שני כדורים מסודרים האחד מעל לשני כמתואר באיור משוחררים ממנוחה מגובה h . מסת הכדור הגדול M ומסת הכדור הקטן m . כל ההתנגשויות אלסטיות לחלוטין ומיידיות. בנוסף, ניתן להניח כי $m \ll M$. מהו הגובה המקסימאלי אליו יגיע הכדור הקטן? יש להתייחס לכדורים כאל גופים נקודתיים.



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

אנרגיה קינטית של כל גוף:

$$K_1 = \frac{p_1^2}{2m_1}, \quad K_2 = \frac{p_2^2}{2m_2} \quad (1)$$

אין כוחות לא משמרים - אנרגיה נשמרת:

$$K_1 + K_2 = \frac{k(d_1 + d_2)^2}{2} \quad (2)$$

כאן $d_1 + d_2$ היא התכווצות הקפיץ במצב התחלתי, בהתאם בצד ימין אנרגיה פוטנציאלית של הקפיץ במצב התחלתי.

אין כוחות חיצוניים - תנע נשמר:

$$p_1 + p_2 = 0 \Rightarrow \frac{K_2}{K_1} = \frac{m_1}{m_2} \quad (3)$$

תנע נשמר ושווה לאפס - מרכז המסה לא זז:

$$m_1 d_1 - m_2 d_2 = 0 \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{d_2}{d_1} \quad (4)$$

מכאן

$$K_2 = K_1 \frac{d_2}{d_1} \quad (5)$$

$$K_1 \left(1 + \frac{d_2}{d_1}\right) = \frac{k(d_1 + d_2)^2}{2} \quad (6)$$

$$K_1 = \frac{k d_1 (d_1 + d_2)}{2}, \quad K_2 = \frac{k d_2 (d_1 + d_2)}{2} \quad (7)$$

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

$$I_{cm} \frac{d\omega}{dt} = \tau = -fR \quad (8)$$

$$f = \mu N \quad (9)$$

$$NL - mgl = 0 \Rightarrow N = \frac{mgl}{L} \quad (10)$$

$$\omega = \omega_0 - \frac{\mu mgRt}{I_{cm}L} \quad (11)$$

$$\omega = 0 \rightarrow t = \frac{I_{cm}\omega_0L}{\mu mgRl} \quad (12)$$

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

נסמן את מהירות הכדורים ברגע הגעה לרצפה באמצעות v . שני הכדורים נעים כלפי מטה ברגע זה. בהתנגשות הכדור הגדול עם הרצפה מהירות הכדור הגדול משנה כיוון אבל הגודל לא משתנה. מיד לאחר התנגשות זה מהירות הכדור הגדול היא $-v$. מהירות הכדור הקטן ביחס לגדול לפני התנגשות שני הכדורים היא $v - (-v) = 2v$ (כלפי מטה). הגלל יחס המסות, אחרי ההתנגשות חכדור הקטן תהיה מהירות $-2v$ (כלפי מעלה) ביחס לכדור הגדול. ביחס לרצפה מחירות הכדור הקטן תהיה $(-2v) + (-v) = -3v$ (כלפי מעלה). מכאן

$$v^2 = 2gh, \quad (-3v)^2 = 2gH \Rightarrow H = 9h \quad (13)$$

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

1.

$$\vec{V}_{cm} = \frac{m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 + m_3\vec{v}_3}{m_1 + m_2 + m_3} \quad (14)$$

$$\vec{v}_3 = \vec{V}_{cm} \quad (15)$$

$$(m_1 + m_2 + m_3)\vec{V}_{cm} = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 + m_3\vec{V}_{cm} \quad (16)$$

$$\vec{V}_{cm} = \frac{m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2}{m_1 + m_2} \quad (17)$$

2. (א) שינוי האנרגיה היקנטית של מערכת שווה לעבודת כל הכוחות, חיצוניים ופנימיים ביחד.
 (ב) עבודת כוחות חיצוניים יכולה לשנות אנרגיה קינטית פנימית.
 (ג) עבודת כל הכוחות הולכת לשינוי אנרגיה קינטית של מרכז המסה וגם אנרגיה קינטית פנימית.

3.

$$R = \frac{v^2}{|\vec{a}_n|} \quad (18)$$

גודל המהירות גדל, גודל התאוצה קבוע, הזוויתי בין התאוצה למהירות נעשית יותר ויותר חדה, לכן $|\vec{a}_n|$ קטן.

4.

נקודת שיווי משקל יציב היא נקודת מינימום של אנרגיה פוטנציאלית, לכן לגוף אנרגיה מכנית $E_0 = -U_0$ כאשר הוא במנוחה בנקודה זו. כדי שינוע ומהירותו לא תשנה כיוון, אנרגיה מכנית חייבת להיות מעל למקסימום של אנרגיה פוטנציאלית, $E > E_{min} = U_0$. כדי להקפיץ את הגוף מ- E_0 ל- E_{min} צריך לספק לו אנרגיה קינטית לפחות $K = E_{min} - E_0 = 2U_0$.