

פיסיקה 1 ב' 1391-1-203
מרצים: ד"ר גולן בל, פרופ' יפים גולברייך, פרופ' מיכאל גדלין
מועד א' 3.07.14

- משך המבחן 3 שעות
- חומר עזר: דף נוסחאות מצורף, מחשבון אסור
- בשאלות פתוחות יש לרשום פתרון באמצעות אותיות בלבד, להגיע לנוסחה סופית ולהציב מספרים רק בה
- בשאלות עם מספרים חובה להגיע למספר סופי (בקירוב)
- בשאלות אמריקאיות רק תשובות סופיות (בטופס) נבדקות
- שאלות פתוחות יש לפתור במחברת
- אסור לכתוב בעפרון, אסור להשתמש בצבע אדום
בהצלחה !

חלק א' - שאלות אמריקאיות (כל שאלה - 4 נק')

נא לסמן תשובות בטבלה זו

לכל שאלה רק תשובה אחת נכונה

No.	A	B	C	D	E
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

1) איזו מהטענות הבאות נכונה תמיד ?

A	B	C	D	E
במרכז המסה של מערכת כלשהי נמצא גוף כלשהו בהכרח	אם תנע המערכת הנו אפס אז מהירות מרכז המסה הינה אפס	מרכז המסה לא יכול לנוע אם הכוח השקול הנו אפס	מרכז המסה של כדור נמצא במרכזו	אף אחת מהן

2) גוף A בעל מסה 4 kg נע במהירות 2 m/s צפונה, ואילו גוף B בעל מסה 6 kg נע במהירות 3 m/s מזרחה. מרכז המסה של שני הגופים נע במהירות

A	B	C	D	E
צפונה 2 m/s ו 3 m/s מזרחה	צפונה 2 m/s ו 3 m/s מערבה	0.8 m/s צפונה ו 1.8 m/s מזרחה	צפונה 1 m/s ו 1.5 m/s מזרחה	לא אז בכלל

3) אילו מהטענות הבאות נכונות: א) כוח משמר לא עושה עבודה, ב) עבודת כוח משמר לא תלויה במסלול אלא רק בנקודת התחלה ונקודת סוף, ג) עבודת כח משמר בכל מסלול סגור הנה אפס, ד) כח משמר תלוי רק במסה.

A	B	C	D	E
א' וב'	ב' וג'	ג' וד'	כולן	אף אחת

4) קואורדינטת הגוף המתנדנד מתוארת ע"י $x(t) = x_m \cos(\omega t + \phi)$. אם ברגע $t = 0$ הגוף נמצא בראשית, $x(0) = 0$, ומהירותו בכיוון השלילי של x , אז ϕ שווה

A	B	C	D	E
0	$\pi/2$	π	$3\pi/2$	2π

5) גלגל בעל רדיוס 0.5 m מתגלגל ללא החלקה על משטח אופקי. הגלגל מתחיל ממצב מנוחה. הגוף מתגלגל בתאוצה זוויתית קבועה ושווה ל- 6 rad/s^2 . המרחק שמרכז הגלגל עובר מ $t = 0$ עד $t = 3$ שניות הוא:

A	B	C	D	E
0	27 m	13.5 m	18 m	אף תשובה איננה נכונה

6) אבן שמסתה 2 kg מחוברת לחוט שאורכו 0.5 m ומסתובבת במעגל בתאוצה זוויתית קבועה 12 rad/s^2 . מומנט הכוח הכולל ביחס למרכז המעגל הנו:

A	B	C	D	E
0	6.0 N · m	12 N · m	72 N · m	140 N · m

7) משקל של גוף על הירח הנו שישית ממשקלו על כדור הארץ. יחס האנרגיות הקינטיות של גוף הנע באותה מהירות על כדור הארץ ועל הירח הנו

A	B	C	D	E
6:1	36:1	1:1	1:6	1:36

8) שני גופים בעלי מסות m_1 ו $m_2 = 4m_1$ נעים על פני אותו משטח אופקי. לשניהם אותו מקדם חיכוך קינטי עם המשטח ואותה אנרגיה קינטית בהתחלה. מהו יחס המרחקים l_2/l_1 שהגופים עוברים עד העצירה ?

A	B	C	D	E
1/4	4	1/2	2	1

9) אילו מהטענות הבאות נכונות: א) תנע המערכת שווה לתנע של מרכז המסה של המערכת, ב) האנרגיה הקינטית של המערכת שווה לאנרגיה הקינטית של מרכז המסה של המערכת, ג) התנע הזוויתי של המערכת שווה לתנע הזוויתי של מרכז המסה של המערכת.

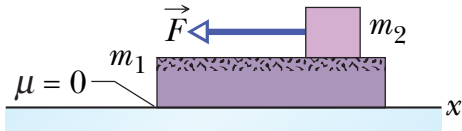
A	B	C	D	E
'א	'א' וב'	כולן	אף אחת	'ב' וג'

10) גליל אחיד עשוי עץ וגליל אחיד עשוי זהב מתגלגלים ללא החלקה באותו מדרון. לאיזה גליל תאוצה גדולה יותר ?

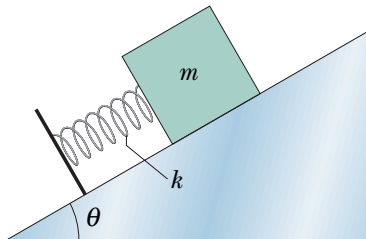
A	B	C	D	E
לגליל מעץ	לגליל מזהב	לזה שמסתו גדולה יותר	התאוצות שוות	תלוי ברדיוסים

חלק ב' - שאלות פתוחות, כל שאלה 20 נק', אין סעיפים

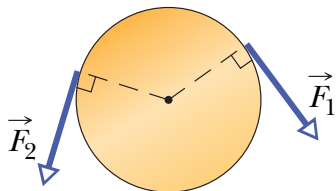
(1) בשרטוט הגוף בעל מסה m_1 מונח על הרצפה ללא חיכוך. עליו מונח גוף בעל מסה m_2 ובין השניים יש חיכוך עם מקדם החיכוך μ (סטטי וקינטי). תאוצת הגוף התחתון היא a . מהו הכוח האופקי F המינימלי אשר פועל על הגוף העליון?



(2) גוף בעל מסה m מוחזק כך שהוא נוגע בקפיץ (אבל לא מחובר אליו), על מישור משופע בזווית θ (ראו שרטוט). הקפיץ, בעל קבוע קפיץ k , מכווץ כך שאורכו קטן ב l מאורכו במצב רפוי. ברגע מסוים משחררים את הגוף והוא מתחיל לנוע בכיוון למעלה במדרון. מה צריך להיות l כדי שזה יקרה? מה המהירות המקסימלית של הגוף? אין חיכוך.



(3) הדיסקה האחידה שבשרטוט יכולה להסתובב סביב מרכזת ללא חיכוך. מסת הדיסקה הנה m ורדיוס שלה הנו R . הדיסקה נמצאת במנוחה עד שברגע $t = 0$ מתחילים לפעול עליה שני כוחות כפי שרואים בשרטוט. ברגע $t = T$ לדיסקה מהירות זוויתית ω נגד השעון. גודל F_1 ידוע. מהו גודל F_2 ? מומנט התמד של דיסקה אחידה הנו $I = mR^2/2$.



No.	A	B	C	D	E
1		X			
2			X		
3		X			
4		X			
5			X		
6		X			
7			X		
8	X				
9	X				
10				X	

חלק א'

1. מהירות מרכז המסה שווה לתנע המערכת חלקי מסת המערכת.
2. ראו 1.
3. כוח משמר זה כוח שמקיים ב' או ג' (שהם אותו דבר).
- 4.

$$x(0) = x_m \cos \varphi$$
$$v(0) = -\omega x_m \sin \varphi$$

5.

$$a_{cm} = \alpha R$$
$$x = a_{cm} t^2 / 2$$

6.

$$\tau = I\alpha$$
$$I = mR^2$$

7. אנרגיה קינטית לא תלוייה במשקל אלא במסה, אשר אותה מסה בכל מקום.
- 8.

$$Fl = \Delta K$$

$$\frac{l_2}{l_1} = \frac{F_1}{F_2} = \frac{\mu m_1 g}{\mu m_2 g} = \frac{m_1}{m_2}$$

9. א' נכונה, ב' וג' אינן נכונות: אין תנע פנימי אבל יש אנרגיה פנימית ותנע זוויתי פנימי.
10. התאוצה תלוייה ביחס I_{cm}/mR^2 אשר זהה לשני הגופים.

חלק ב'

1. נסמן ב f את גודל כוח החיכוך בין הגופים. אז

$$F - f = m_2 a_2 \quad (1)$$

$$f = m_1 a_1 = m_1 a \quad (2)$$

$$a_2 \geq a \quad (3)$$

$$F = m_1 a + m_2 a_2 \geq (m_1 + m_2) a \quad (4)$$

$$F_{min} = (m_1 + m_2) a \quad (5)$$

לבנוס: מאחר וכוח החיכוך הסטטי $f_s \leq \mu N = \mu m_2 g$ וכוח החיכוך הקינטי $f_k = \mu m_2 g$ כוח f מקסימלי הנו $f_{max} = \mu m_2 g$, לכן

$$a \leq f_{max} / m_1 \quad (6)$$

$$a \leq \mu m_2 g / m_1 \quad (7)$$

2.

כדי שהגוף יתחיל לנוע למעלה הכוח שמפעיל הקפיץ חייב להיות גדול מרכיב כוח הכבידה בכיוון המדרון:

$$kl > mg \sin \theta \quad (8)$$

מהירות הגוף מקסימלית בנקודה שבה התאוצה שלו הנה אפס. נסמן ב x את התכווצות הקפיץ בנקודה זו, אז

$$kx = mg \sin \theta \quad (9)$$

המרחק בין נקודה זו לבין נקודת ההתחלה הנו

$$l - x = l - \frac{mg \sin \theta}{k} \quad (10)$$

ושינוי הגובה של הגוף הוא

$$(l - x) \sin \theta \quad (11)$$

משימור האנרגיה

$$\frac{kl^2}{2} = \frac{kx^2}{2} + mg(l - x) \sin \theta + \frac{mv^2}{2} \quad (12)$$

$$v^2 = \frac{k}{m}(l^2 - x^2) - 2g(l - x) \sin \theta \quad (13)$$

$$v^2 = \frac{kl^2}{m} + \frac{mg^2 \sin^2 \theta}{k} - 2gl \sin \theta \quad (14)$$

$$v = \sqrt{\frac{k}{m} \left(l - \frac{mg \sin \theta}{k} \right)} \quad (15)$$

אפשר להגיע לתוצאה מהר יותר אם שמים לב שהגוף מבצע תנודות הרמוניות עם תדירות $\omega = \sqrt{k/m}$ ותנופה $A = l - mg \sin \theta / k$. מכאן,

$$A > 0 \rightarrow l > mg \sin \theta / k \quad (16)$$

$$v_{max} = \omega A \quad (17)$$

כדי שהגוף יתנתק מהקפיץ הקפיץ חייב להגיע למצב רפיון. במצב זה

$$\frac{kl^2}{2} = mgl \sin \theta + \frac{mv^2}{2} \quad (18)$$

$$l > \frac{2mg \sin \theta}{k} \quad (19)$$

גם (8) (תנאי לכך שהגוף יתחיל לנוע למעלה) וגם (19) (תנאי לכך שהגוף יתנתק מהקפיץ) התקבלו כתשובה נכונה בתנאי שהוסבר על איזה תנאי מדובר.

3.

$$F_2 R - F_1 R = I \alpha \quad (20)$$

$$\omega = \alpha T \quad (21)$$

$$F_2 = F_1 + \frac{I \omega}{RT} = F_1 + \frac{m R \omega}{2T} \quad (22)$$