

פיסיקה 1 ב' 1391-1-203  
מרצים: פרופ' מיכאל גדליון, פרופ' יפים גולברייך, ד"ר גולן בל  
מועד ג' 11.09.2016

- 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') - יש לסמן תשובה נכונה בטבלה בלבד

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

1) טיפות גשם נופלות אנכית במהירות  $v = 15 \text{ m/s}$ . רכב מתחיל לנוע ממצב מנוחה בתאוצה קבועה  $a = 5 \text{ m/s}^2$ . באיזו מהירות פוגעות טיפות הגשם ברכב כעבור זמן  $t = 4 \text{ s}$  ?

A	B	C	D	E
20m/s	25m/s	15m/s	30m/s	35m/s

2) גוף קטן וגוף גדול (יחס המסות גדול מאוד) נעים זה לקראת זה באותו גודל המהירות  $v$ . שני הגופים מתנגשים חזיתית ואלסטית. מהו גודל המהירות של הגוף הקטן אחרי ההתנגשות ?

A	B	C	D	E
$v$	$2v$	$3v$	$4v$	$5v$

3) מערכת מורכבת משלושה גופים בעלי מסות  $m_1, m_2, m_3$ . ברגע מסוים מהירות הגוף הראשון היא  $\vec{v}_1$ , מהירות הגוף השני היא  $\vec{v}_2$ , ואילו מהירות הגוף השלישי שווה למהירות מרכז המסה של המערכת כולה. מהי מהירות הגוף השלישי ?

A	B	C	D	E
$\frac{m_1\vec{v}_1+m_2\vec{v}_2}{m_1+m_2}$	$\frac{m_1\vec{v}_1+m_2\vec{v}_2}{m_1+m_2+m_3}$	$\frac{1}{2}(\vec{v}_1 + \vec{v}_2)$	$\vec{v}_1 - \vec{v}_2$	חסרים נתונים

4) תנע זוויתי של מערכת נשמר ותנע זוויתי של מרכז המסה נשמר. איזו מהטענות הבאות לא תמיד נכונה ?

A	B	C	D	E
סכום מומנטי הפיתול (מומנטי הכוח) החיצוניים שווה לאפס	סכום מומנטי הפיתול (מומנטי הכוח) הפנימיים שווה לאפס	סכום כל הכוחות החיצוניים שווה לאפס	סכום כל הכוחות הפנימיים שווה לאפס	תנע זוויתי פנימי נשמר

5) גלגל אחיד קטן (חישוק) מתגלגל ללא החלקה במדרון מגובה  $h$ . יחד איתו באותו במדרון מאותו גובה מחליק גוף מלבני קטן. שני הגופים מתחילים לנוע באותו רגע וכל הזמן נעים באותה מהירות. מהו מקדם החיכוך בין המלבן למדרון ? זווית המדרון היא  $45^\circ$ .

A	B	C	D	E
1	0.5	2	0.25	חסרים נתונים

(6) איזו מהטענות הבאות איננה נכונה ?

A	B	C	D	E
שינוי אנרגיה קינטית (אנרגיה בסוף פחות אנרגיה בהתחלה) של גוף נקודתי שווה לעבודה של הכוח השקול המופעל על הגוף	שינוי אנרגיה קינטית סיבובית של גוף קשיח שווה לעבודה של סכום מומנטי הפיתול המופעלים על הגוף	קצב השינוי של תנע המערכת שווה לסכום הכוחות החיצוניים המופעלים על הגופים	קצב השינוי של תנע זוויתי של מערכת שווה לסכום מומנטי הכוח החיצוניים	קצב השינוי של תנע זוויתי פנימי של מערכת שווה לסכום מומנטי הפיתול של הכוחות הפנימיים

(7) מערכת מורכבת משני גופים: גוף A, בעל מסה  $m_A = 4 \text{ kg}$  ותנע

$$\vec{p}_A = 16\hat{x} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

וגוף B, בעל מסה  $m_B = 6 \text{ kg}$  ותנע

$$\vec{p}_B = 12\hat{y} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

מהי האנרגיה הקינטית של מרכז המסה ?

A	B	C	D	E
32 J	12 J	44 J	20 J	24 J

(8) אנרגיה קינטית סיבובית של גוף קשיח ניתנת ע"י הביטוי  $K = at^4$ , כאשר  $t$  זה זמן ו- $a$  הוא קבוע. מהי תלות בזמן של מומנט הפיתול (מומנט הכוח) הפועל על הגוף ?

A	B	C	D	E
$\tau = ct^4, c = \text{const}$	$\tau = ct^2, c = \text{const}$	$\tau = ct, c = \text{const}$	$\tau = c, c = \text{const}$	חסרים נתונים

(9) גוף קטן מחובר באמצעות חוט שאורכו  $l = 20 \text{ cm}$  לתקרה של קרוסלה מסתבבת. נקודת החיבור נמצאת במרחק  $R = 2.5 \text{ m}$  ממרכז הקרוסלה. הקרוסלה מסתבבת והזווית בין החוט לאנך היא  $\theta = 45^\circ$ . מהי המהירות הזוויתית של הקרוסלה ?  
 $g = 10 \text{ m/s}^2$

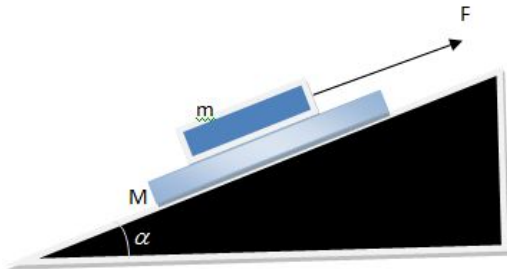
A	B	C	D	E
1 rad/s	2 rad/s	4 rad/s	0.5 rad/s	חסרים נתונים

(10) גוף נקודתי בעל מסה  $m$  נמצא בתנועה חד-ממדית באנרגיה פוטנציאלית  $U = (1/2)kx^4$ . מהי תדירות של תנודות הרמוניות של הגוף ?

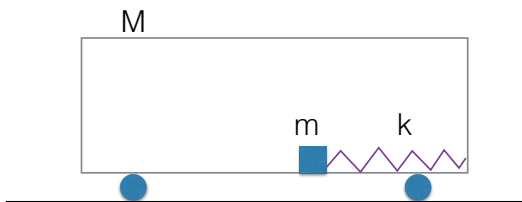
A	B	C	D	E
$\frac{k}{m}$	$\sqrt{\frac{k}{m}}$	$\sqrt{\frac{2k}{m}}$	חסרים נתונים	אין תנודות הרמוניות

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

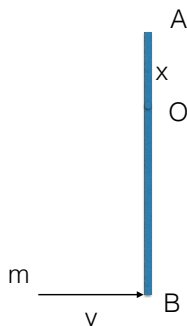
1) במערכת המתוארת בתרשים מקדם החיכוך (סטטי וקינטי) בין הגוף  $m$  והגוף  $M$  הוא  $\mu_1$ . מקדם החיכוך בין הגוף  $M$  לבין המדרון (סטטי וקינטי) הוא  $\mu_2$ . זווית המדרון היא  $\alpha$ . כוח הופעל על הגוף העליון במקביל למדרון כלפי מעלה. הגופים יורדים במדרון. אין תנועה יחסית בין הגופים. מצאו את כל הערכים של גודל הכוח  $F$  אשר מאפשרים קיום מצב זה.



2) גוף קטן שמסתו  $m$  נמצא על רצפה חלקה (ללא חיכוך) של קרון שמסתו  $M$ . הגוף מחובר לקיר הקרון באמצעות קפיץ שקבוע הקפיץ שלו הוא  $k$ . בהחתלה הקפיץ מתוח באורך  $l$  וגהופים מוחזקים במנוחה. מהי גודל המהירות המירבי של הגוף הקטן ביחס לרצפה אחרי שמשחרים את הגופים? אין חיכוך בין הקרון לרצפה.



3) מוט אחד שמסתו  $M$  ואורכו  $L$  נמצא על שולחן אופקי חלק (אין חיכוך). המוט יכול להסתובב ללא חיכוך סביב ציר אנכי מקובע, אשר עובר דרך נקודה  $O$ , במרחק  $x$  מקצהו  $A$ . בקצה  $B$  פוגע גוף קטן הנע לפני הפגיעה במהירות שגודלה  $v$  וכיוונה אופקי וניצב למוט. ההתנגשות היא אלסטית. מהי מהירות זוויתית של המוט מיד אחרי ההתנגשות? מומנט התמד של מוט אחיד, ביחס לציר העובר דרך מרכז המסה בניצב למוט, הוא  $I_{cm} = ML^2/12$ .



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

1.

$$v_{rel} = \sqrt{v^2 + (at)^2} \quad (1)$$

2. מהירות הגוף הקטן ביחס לגוף הגדול לפני ההתנגשות היא  $-2v$ . אחרי ההתנגשות כיוון המהירות מתהפך ומהירות הגוף הקטן ביחס לגוף הגדול אחרי ההתנגשות היא  $2v$ , וביחס לצופה העומד המהירות היא  $2v + v = 3v$ .

3.

$$\vec{v}_{cm} = \frac{m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 + m_3\vec{v}_3}{m_1 + m_2 + m_3} \quad (2)$$

$$\vec{v}_3 = \vec{v}_{cm} \quad (3)$$

$$\vec{v}_{cm} = \frac{m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 + m_3\vec{v}_{cm}}{m_1 + m_2 + m_3} \quad (4)$$

$$(m_1 + m_2 + m_3)\vec{v}_{cm} = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 + m_3\vec{v}_{cm} \quad (5)$$

$$\vec{v}_{cm} = \frac{m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2}{m_1 + m_2} \quad (6)$$

4. סכום המומנטים החיצוניים שווה לאפס  $\vec{R}_{cm} \times (\sum \vec{F}_{ext}) = 0$ . זה יכול להיות אם  $(\sum \vec{F}_{ext}) \neq 0$  ו-  $\vec{R}_{cm} \parallel (\sum \vec{F}_{ext})$ .

5. תאוצה של החישוק

$$a_{cm} = \frac{g \sin \theta}{1 + I_{cm}/mR^2} = \frac{1}{2}g \sin \theta \quad (7)$$

לכן

$$mg \sin \theta - f_s = ma_{cm} \quad (8)$$

$$f_s = \frac{1}{2}g \sin \theta \leq \mu_s mg \cos \theta \quad (9)$$

$$\mu_s \geq \frac{1}{2} \tan \theta \quad (10)$$

6. קצב השינוי  $\square$  של תנע זוויתי פנימי של מערכת שווה לסכום מומנטי הפיתול של הכוחות החיצוניים ביחס למרכז המסה.

7.

$$K_{int} = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} - \frac{(m_1 + m_2) \vec{v}_{cm}^2}{2} \quad (11)$$

$$\vec{v}_{cm} = \frac{m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2}{m_1 + m_2} \quad (12)$$

8.

$$K = \frac{I\omega^2}{2} \quad (13)$$

$$\omega = \sqrt{2K/I} \quad (14)$$

$$J = I\omega = \sqrt{2KI} \quad (15)$$

$$\tau = \frac{dJ}{dt} \quad (16)$$

$l \ll R$  9.

$$m\omega^2 R = mg \tan \theta \quad (17)$$

$$\omega = \sqrt{g \tan \theta / R} \quad (18)$$

10. כדי שתהינה תנודות הרמוניות צריך להיות  $U = \frac{1}{2}kx^2$ , לפחות קרוב לשיווי משקל יציב.

1.

$$(M + m)g \sin \alpha - \mu_2(M + m)g \cos \alpha - F = (M + m)a \quad (19)$$

$$mg \sin \alpha - f_s - F = ma \quad (20)$$

$$|f_s| \leq \mu_1 mg \cos \alpha \quad (21)$$



2.

$$mv + Mu = 0 \tag{22}$$

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{Mu^2}{2} = \frac{kl^2}{2} \tag{23}$$

3.

$$mv(l - x) = mu(l - x) + I\omega \quad (24)$$

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mu^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2} \quad (25)$$

$$I = I_{cm} + M(l/2 - x)^2 \quad (26)$$