

פיסיקה 1 ב' 1391-1-203  
מרצים: פרופ' מיכאל גדלין  
מועד א' 27.09

- 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) גוף נקודתי נזרק מקרקע. ברגע מסוים גדול המהירות שלו  $v = 5 \text{ m/s}$  והזווית בין וקטור המהירות לאופק היא  $\theta = 60^\circ$ . מהו רדיוס העקמומיות של המסלול ברגע זה?  $g = 10 \text{ m/s}^2$  ?

A	B	C	D	E
10m	5m	20m	0m	חסרים נתונים

2) מערכת מורכבת משני גופים נקודתיים, בעלי מסות  $m_1$  ו-  $m_2$ . ברגע מסוים תאוצה של הגוף  $m_1$  היא  $\vec{a}_1$ . באותו רגע על הגוף השני פועל כוח שקול  $\vec{F}_2$ . מהי תאוצת מרכז המסה של המערכת באותו רגע?

A	B	C	D	E
$\vec{a}_1 + \frac{\vec{F}_2}{m_2}$	$\frac{m_1 \vec{a}_1 + \vec{F}_2}{m_1 + m_2}$	$\frac{m_1 \vec{a}_1}{m_1 + m_2} + \frac{\vec{F}_2}{m_2}$	$\vec{a}_1 + \frac{\vec{F}_2}{m_1}$	$\frac{m_1 \vec{a}_1}{m_2} + \frac{\vec{F}_2}{m_2}$

3) כדורגלן בועט בכדור ניח שמסתו  $m = 0.5 \text{ kg}$ . אחרי הבעיטה מהירות הכדור  $v = 40 \text{ m/s}$ . הכוח הממוצע שמפעילה רגל על הכדור הוא  $F = 200 \text{ N}$ . מהו משך זמן המגע בין הרגל לכדור?

A	B	C	D	E
1 s	0.1 s	0.01 s	0.001 s	חסרים נתונים

4) איזו מהטענות הבאות לגבי מערכת גופים לא תמיד נכונה?

A	B	C	D	E
סכום הכוחות הפנימיים שווה לאפס	סכום מומנטי הפיתול (מומנטי הכוח) הפנימיים שווה לאפס	עבודת כוחות פנימיים שווה לאפס	אנרגיה קינטית פנימית איננה שלילית	אנרגיה פוטנציאלית של כוח הכבידה תלויה רק במרכז המסה

5) גליל אחיד מתגלגל ללא החלקה במדרון בעל זווית  $\theta$ . מהו מקדם חיכוך סטטי מינימלי המאפשר גלגול זה?  $I_{cm} = mR^2/2$  ?

A	B	C	D	E
$\tan \theta$	$\frac{1}{2} \tan \theta$	$\frac{1}{3} \tan \theta$	$\frac{1}{4} \tan \theta$	חסרים נתונים

6) איזו מהטענות הבאות איננה נכונה ?

A	B	C	D	E
קצב השינוי של אנרגיה קינטית של גוף נקודתי שווה להספק של הכוח השקול המופעל על הגוף	קצב השינוי של אנרגיה קינטית סיבובית של גוף קשיח, המסתובב סביב ציר מקובע, שווה להספק 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 זהים. בהתחלה הגופים במנוחה. לאחר זמן מה לגופים מהירויות  $\vec{v}_A = 3\hat{x}$  m/s ו-  $\vec{v}_B = 4\hat{y}$  m/s. מהו כיוון הכוח השקול הממוצע אשר פעל על המערכת במשך זמן זה ?

A	B	C	D	E
$\frac{3}{5}\hat{x} + \frac{4}{5}\hat{y}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}\hat{x} + \frac{1}{\sqrt{2}}\hat{y}$	$\frac{1}{2}\hat{x} + \frac{\sqrt{3}}{2}\hat{y}$	0	חסרים נתונים

8) בהחלקת קרח אומנותית מחליק קרח מסתובב סביב צירו כך שאנרגיה סיבובית שלו היא  $K = 135$  J. הוא מקרב את ידיו לגופו ומגדיל את המהירות הזוויתית שלו פי שניים. איזו עבודה הוא עושה ? להזניח חיכוך.

A	B	C	D	E
135 J	270 J	-135 J	$\frac{135}{2}$ J	חסרים נתונים

9) מטוס טס בתאוצה  $a = g$  בזווית  $\theta = 45^\circ$  מעל לאופק (המטוס עולה). איזה כוח (גודל) מפעיל על מושבו טייס שמסתו  $m$  ?

A	B	C	D	E
$(\sqrt{1 + \sqrt{2}}) mg$	$(\sqrt{2 + \sqrt{2}}) mg$	$(\sqrt{2}) mg$	$mg$	$mg/2$

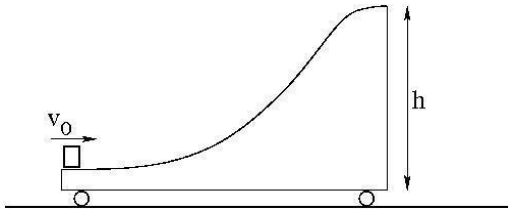
10) גוף נקודתי בעל מסה  $m$  נמצא בתנועה חד-מדמית כאשר פועל עליו כוח  $F = -ax - \frac{1}{2}bx^2$ ,  $a > 0$  ו-  $b > 0$ . האם קיימת אפשרות שהגוף מבצע תנודות הרמוניות ואם כן, מה התדירות ?

A	B	C	D	E
$\sqrt{\frac{a}{m}}$	$\sqrt{\frac{b}{m}}$	$\sqrt{\frac{2a}{m}}$	$\sqrt{-\frac{a}{m}}$	אין אפשרות לתנודות הרמוניות

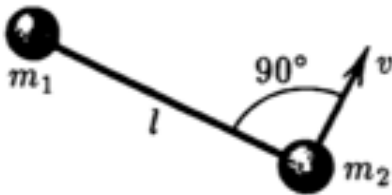
חלק ב' - שאלות פתוחות, כל שאלה 20 נק', אין סעיפים

(1)

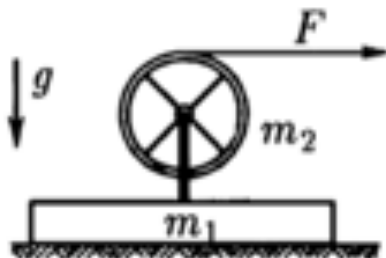
תיבה שמסתה  $m$  מונחת על עגלה שמסתה  $M$  היכולה לנוע ללא חיכוך על משטח אופקי (ראה/י שרטוט). מעניקים לתיבה מהירות התחלתית  $v$ . מהו הגובה המינימלי של העגלה שימנע את מעבר התיבה לצידה השני?



(2) שני גופים קטנים בעלי מסות  $m_1$  ו- $m_2$  נעים על שולחן אופקי חלק (ללא חיכוך), כאשר הם מחוברים באמצעות חוט מתוח שאורכו  $l$ . ברגע מסוים מהירות של הגוף  $m_1$  היא אפס ואילו גודל המהירות של הגוף  $m_2$  הוא  $v$  וכיוון מהירות זו בניצב לחוט. מהו כוח המתיחות של החוט?



(3) על שולחן אופקי חלק (ללא חיכוך) נמצא גוף מלבני שמסתו  $m_1$ . לגוף זה מחובר מתקן ללא מסה הכולל ציר אופקי שסביבו יכול להסתובב ללא חיכוך גליל חלול בעל מסה  $m_2$  ורדיוס  $R$ . סביב הגליל כרוך חוט ללא מסה. מושכים את החוט בכיוון אופקי בכוח  $F$ . מיצאו את התאוצה של הגוף המלבני ואת התאוצה הזוויתית של הגליל.



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.

$$R = \frac{v^2}{a_n} = \frac{v^2}{g \cos \theta} \quad (1)$$

2.

$$\vec{a}_{cm} = \frac{\vec{F}_1 + \vec{F}_2}{m_1 + m_2} = \frac{m_1 \vec{a}_1 + \vec{F}_2}{m_1 + m_2} \quad (2)$$

3.

$$\Delta t = \frac{m \Delta v}{F} \quad (3)$$

4. עבודת כוחות פנימיים יכולה להיות שונה מאפס: שני גופים מחוברים באמצעות קפיץ.

5.

$$\mu \geq \frac{\tan \theta}{1 + mR^2/I_{cm}} \quad (4)$$

6.

סכום מומנטי הפיתול של כוחות פנימיים תמיד שווה לאפס.

7.

$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} \quad (5)$$

$$\vec{F} = \frac{m}{\Delta t} (\vec{v}_2 - \vec{v}_1) \quad (6)$$

כיוון של הכוח הממוצע זהה לכיוון של

$$\vec{v}_2 - \vec{v}_1 = 3\hat{x} + 4\hat{y} \quad (7)$$

וקטור יחידה בכיוון זה הוא

$$\frac{3\hat{x} + 4\hat{y}}{\sqrt{3^2 + 4^2}} \quad (8)$$

8. תנע זוויתי נשמר, לכן מומנט ההתמד קטן פי שניים. לכן העבודה

$$W = K_f - K_i = \frac{I_f \omega_f^2}{2} - \frac{I_i \omega_i^2}{2} = \frac{I_i \omega_i^2}{2} \quad (9)$$

9.

$$\vec{F} + m\vec{g} = m\vec{a} \quad (10)$$

$$\vec{F} = m(\vec{a} - \vec{g}) \quad (11)$$

$$\vec{W} = -\vec{F} = m(\vec{g} - \vec{a}) \quad (12)$$

$$|\vec{W}| = \sqrt{\vec{W} \cdot \vec{W}} = m\sqrt{g^2 + a^2 - 2ag \cos 135^\circ} \quad (13)$$

$$|\vec{W}| = mg\sqrt{2 + \sqrt{2}} \quad (14)$$

10. היא נקודת שיווי משקל יציב. קרוב לנקודה זו רק החלק  $-ax$  חשוב,  $x = 0$   
לכן  $\omega = \sqrt{a/m}$

1.

תנע אופקי ואנרגיה נשמרים. כאשר התיבה מגיעה לגובה המקסימלי שלה  $h_{max}$ , מהירותה ביחס לעגלה היא אפס, ז"א שני הגופים נעים ביחד במהירות  $u$ .

$$mv_0 = (M + m)u \quad (15)$$

$$\frac{mv_0^2}{2} - \frac{(M + m)u^2}{2} = mgh_{max} \quad (16)$$

כדי שהתיבה לא תעברו מעל העגלה, גובה העגלה חייב להיות גדול מ  $h_{max}$ , לכן  $h_{max}$  הוא הגובה המינימלי של העגלה הנדרש לפי השאלה.

### טעויות:

שאלה זאת לקוחה מתרגילי בית ופתרונה פורסם:

[http://physweb.bgu.ac.il/COURSES/Physics1B/16Summer\\_Physics1B/Sol/Sol9.pdf](http://physweb.bgu.ac.il/COURSES/Physics1B/16Summer_Physics1B/Sol/Sol9.pdf)

טעות 1: עגלה לא נעה בכלל. לא יכול להיות כי בין הגופים פועלים כוחות פנימיים. תנע של המערכת נשמר.

טעות 2: בגובה המקסימלי מהירות התיבה היא אפס. לא יכול להיות, זה היה אומר שהתיבה כבר מחליקה חזרה ביחס לעגלה.

טעות 3: חיבור תנע ואנרגיה במשוואה אחת.

טעות 4: תנע נשמר ומהירות יש לשני הגופים אבל אנרגיה קינטית יש רק לאחד מהם.

טעות 5: אנרגיה קינטית לעגלה גם בהתחלה, בניגוד לתנאי השאלה.

טעות 6: הפרש  $M - m$  במכנה בתשובה סופית. משמעות הביטוי שכאשר  $M = m$  הגובה אינסופי.



2. תנע נשמר, לכן מהירות מרכז המסה קבועה ושווה

$$v_{cm} = \frac{m_2 v}{m_1 + m_2} \quad (17)$$

מהירויות הגופים ביחס למרכז המסה הן

$$u_1 = -v_{cm} = \frac{m_2 v}{m_1 + m_2}, \quad u_2 = v - v_{cm} = \frac{m_1 v}{m_1 + m_2} \quad (18)$$

כל גוף נע בתנועה מעגלית סביב מרכז המסה, כל אחד ברדיוס משלו:

$$R_1 = \frac{m_2 l}{m_1 + m_2} \quad (19)$$

$$R_2 = \frac{m_1 l}{m_1 + m_2} \quad (20)$$

כוח המתיחות מספק תאוצה צנטריפטלית, לכן

$$T = \frac{m_1 u_1^2}{R_1} = \frac{m_2 u_2^2}{R_2} = \frac{m_1 m_2 v^2}{(m_1 + m_2) l^2} \quad (21)$$

### טעויות:

- טעות 1: גוף 2 מסתובב סביב גוף 1 ו-  $T = m_v^2/l$ . לפי הגיון זה חגוף 2 אין תאוצה אבל פועל עליו כוח  $T$  בכיוון הפוך.
- טעות 2:  $T = m a_{cm}$ . כוח המתיחות הוא כוח פנימי ולא יכול להשפיע על תנועה של מרכז המסה.
- טעות 3: "מרגע זה גוף 2 מסתובב סביב גוף 1, גוף 1 לא זז". בלתי אפשרי. חוק שלישי של ניוטון.
- טעות 4: היות ניצב למהירות לכן הכוח שווה לאפס. אין מילים.

3. תנועה קווית של שני הגופים ביחד:

$$F = (m_1 + m_2)a \quad (22)$$

$$a = \frac{F}{m_1 + m_2} \quad (23)$$

תנועה סיבובית של הגליל

$$I_{cm}\alpha = \tau \quad (24)$$

$$(m_2 R^2)\alpha = FR \quad (25)$$

$$\alpha = \frac{F}{m_2 R} \quad (26)$$

### טעויות:

- טעות 1: גוף מלבני לא נע כי לא פועל עליו כוח. הגופים מחוברים.
- טעות 2: אותו כוח  $F$  מופעל על הגוף המלבני. לא יכול להיות.
- טעות 3:  $a_{cm} = \alpha R$ . אין כאן גלגול ללא החלקה.
- טעות 4: נורמל גורם למומנט פיתול. לא יכול להיות, כי זרוע שלו שווה לאפס.
- טעות 5:  $m_1 - m_2$  במכנה, ז"א תאוצה אינסופית אם  $m_1 = m_2$ .
- טעות 6:  $F = m_2 a$ . הגוף התחתון מתפרק ונשאר במקום?
- טעות 7:  $F = m_2 a_{cm}$ . מרכז המסה של שני הגופים ומסה של אחד מהם?