

פיסיקה 1 ב' 1391-1-203  
מרצים: פרופ' מיכאל גדליון, פרופ' יפים גולברייך, ד"ר גולן בל  
מועד א' 14.07.2016

- 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 רב-ברירה (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) רכב נוסע לאורך קו ישר באותו כיוון. הוא התחיל ממנוחה ובמשך  $t_1 = 5$  s נע בתאוצה קבועה  $a = 10$  m/s. לאחר מכן המשיך במהירות קבועה. כעבור 25 s מתחילת התנועה מהי התאוצה הממוצעת?

A	B	C	D	E
$10 \text{ m/s}^2$	$2 \text{ m/s}^2$	$5 \text{ m/s}^2$	0	חסרים נתונים

2) מטוס טס לאורך המסלול שצורתו ריבוע: לצפון, למזרח, לדרום ולמערב. במשך כל הטיסה נושבת רוח מזרחית. האם זמן הטיסה ארוך או קצר ביחס לטיסה דומה ללא רוח? גודל מהירות המטוס ביחס לרוח קבוע.

A	B	C	D	E
ארוך יותר	קצר יותר	אותו זמן	תלוי במהירות הרוח	תלוי באורך המסלול

3) גליל אחד בעל רדיוס  $R$  מונח על מישור אופקי מחוספס (חיכוך חזק). באיזה גובה  $h$  מעל המישור צריך להפעיל כוח אופקי כדי שהגליל יתחיל להתגלגל ללא החלקה?

A	B	C	D	E
$h = \frac{3}{2}R$	$h = R$	$h = 2R$	$0 \leq h \leq 2R$	המשימה בלתי אפשרית

4) אנרגיה מכנית של הגוף נשמרת. איזו מהטענות הבאות נכונה תמיד?

A	B	C	D	E
תנע זוויתי נשמר	תנע נשמר	לא פועלים על הגוף כוחות לא משמרים שעושים עבודה	לא פועלים כוחות על הגוף	אנרגיה פוטנציאלית נשמרת

5) גליל מלא אחד מתגלגל במדרון ללא החלקה מגובה  $h$  ומגיע למהירות  $v$  בסוף. מאיזה גובה צריך להתגלגל ללא החלקה באותו מדרון גליל חלול כדי להגיע בסוף לאותה מהירות? מומנט התמד של גליל מלא  $I_{cm} = mR^2/2$ .

A	B	C	D	E
$\frac{5}{4}h$	$\frac{3}{2}h$	$\frac{4}{3}h$	$h$	$\frac{1}{2}h$

6) גוף נקודתי שמסתו  $m$  יכול לנוע לאורך קו ישר  $x$ . אנרגיה פוטנציאלית שלו ניתנת ע"י הביטוי  $U(x) = ax^3 - bx$ , כאשר  $a > 0, b > 0$ . מהי אנרגיית הגוף השיווי משקל יציב?

A	B	C	D	E
$-b$	$-2a \left(\frac{b}{3a}\right)^{3/2}$	$2a \left(\frac{b}{3a}\right)^{3/2}$	$-b \left(\frac{b}{3a}\right)^{3/2}$	$-2a \left(\frac{b}{3a}\right)^{1/2}$

7) במשך התנועה סכום הכוחות שפועלים על מערכת הוא אפס ואילו סכום מומנטי הפיתול (מומנטי הכוח) אינו אפס. מסת המערכת לא משתנה. איזו מהטענות הבאות איננה נכונה?

A	B	C	D	E
תנע המערכת נשמר	תנע זוויתי של המסה נשמר	תנע זוויתי נשמר	אנרגיה קינטית של מרכז המסה נשמרת	מרכז המסה נע לאורך קו ישר

8) ברגע מסוים גוף שמסתו  $m = 1 \text{ kg}$  נע במהירות  $v = 2 \text{ m/s}$  בזווית  $\theta = 30^\circ$  מעל לאופק (עולה). מהו ההספק של כוח הכבידה ברגע זה?  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

A	B	C	D	E
10 W	-10 W	20 W	-20 W	0 W

9) גוף נקודתי שמסתו  $m$  מחובר באמצעות חוט ללא מסה לתקרה ומסתובב במעגל במישור אופקי במהירות זוויתית קבועה  $\omega$ . הזווית בין החוט לאנך היא  $\theta$ . מהו גודל מומנט הפיתול של המתיחות ביחס למרכז מעגל הסיבוב? אורכו של החוט  $l$ .

A	B	C	D	E
$mgl$	$mgl / \cos \theta$	$mgl \sin \theta$	0	$mgl \cos \theta$

10) שני גופים מבצעים תנועה הרמונית פשוטה באותה תדירות אבל תנופות (אמפליטודות) ומופעים (פאזות) שלהם שונים:

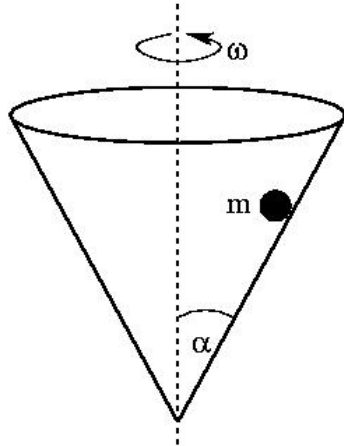
$$x_2 = A_2 \cos(\omega t + \phi_2), x_1 = A_1 \cos(\omega t + \phi_1)$$

אם ברגע כלשהו  $x_1 > 0, x_2 > 0, v_1 > 0, v_2 > 0$ , מה אפשר להסיק על  $\phi_1, \phi_2$ ?

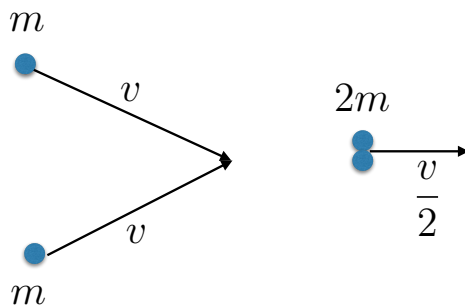
A	B	C	D	E
$\phi_2 = \phi_1$	$\phi_2 > \phi_1$	$ \phi_2 - \phi_1  < \pi/2$	$ \phi_2 - \phi_1  > \pi/2$	לא ניתן להסיק שום דבר

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

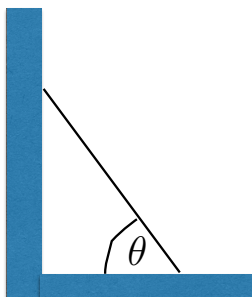
1) גוף נקודתי בעל מסה  $m$  נמצא על המשטח הפנימי של חרוט בעל זווית ראש  $\alpha$ . החרוט מסתובב סביב צירו במהירות זוויתית קבועה  $\omega$ . מקדם החיכוך הסטטי בין הגוף והחרוט הוא  $\mu_s$ . הגוף נמצא בגובה  $h$  מעל קודקוד החרוט. מהו טווח המהירות הזוויתיות האפשרי?



2) שני גופים בעלי מסות שוות וגודלן המהירויות שווים מתנגשים התנגשות אי-אלסטית וממשיכים לנוע ביחד במהירות שגודלו הוא חצי מהגודל המהירות התחלתית. מה הייתה הזווית בין מהירויות שני הגופים לפני ההתנגשות?



3) מוט אחד באורכו  $l$  מוחזק בפינה כך שהזווית בין המוט לרצפה היא  $\theta$ . אין חיכוך בין הרצפה למוט ובין הקיר למוט. באיזו מהירות פוגע ברצפה הקצה העליון של המוט אחרי ששחררו אותו?



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.

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{10 \cdot 5}{25} = 2 \quad (1)$$

2.

$$t_{nowind} = \frac{4L}{V_{plane}} \quad (2)$$

$$t_{wind} = \frac{2L}{\sqrt{V_{plane}^2 - V_{wind}^2}} + \frac{L}{V_{plane} - V_{wind}} + \frac{L}{V_{plane} + V_{wind}} \quad (3)$$

$$\frac{2L}{\sqrt{V_{plane}^2 - V_{wind}^2}} + \frac{2LV_{plane}}{V_{plane}^2 - V_{wind}^2} > t_{nowind} \quad (4)$$

3. חיכוך חזק (מקדם החיכוך גדול מאוד) מונע החלקה.

4. אין עבודה של כוחות לא משמרים.

5.

$$a = \frac{g \sin \theta}{1 + I_{cm}/mR^2} \quad (5)$$

$$v^2 = 2al = \frac{2ah}{\sin \theta} \quad (6)$$

$$a_1 h_1 = a_2 h_2, \quad \frac{h_2}{h_1} = \frac{a_1}{a_2} \quad (7)$$

מלא:

$$I_{cm}/mR^2 = 1/2, \quad a_1 = \frac{g \sin \theta}{3/2} \quad (8)$$

חלול:

$$I_{cm}/mR^2 = 1, \quad a_1 = \frac{g \sin \theta}{2} \quad (9)$$

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{4/3 h_2}{h_1} \quad (10)$$

6.

$$\frac{dU}{dx} = 0 \Rightarrow x = \pm \sqrt{\frac{b}{3a}} \quad (11)$$

$$\min(U) = U(x = \sqrt{\frac{b}{3a}}) = a \left(\frac{b}{3a}\right)^{3/2} - b \left(\frac{b}{3a}\right)^{1/2} \quad (12)$$

$$= a \left(\frac{b}{3a}\right)^{3/2} - 3a \left(\frac{b}{3a}\right) \left(\frac{b}{3a}\right)^{1/2} = -2a \left(\frac{b}{3a}\right)^{1/2} \quad (13)$$

7. אם סכום הכוחות הוא אפס אז מהירות (וקטור) של מרכז המסה לא משתנה.

8.

$$P = \vec{F} \cdot \vec{v} = -mgv \sin \theta \quad (14)$$

9.

$$|\tau| = TR \sin(\pi/2 - \theta) = TR \cos \theta \quad (15)$$

$$T \cos \theta = mg \quad (16)$$

$$R = l \sin \theta \quad (17)$$

$$|\tau| = mgl \sin \theta \quad (18)$$

10.

$$\cos(\omega t + \phi_1) > 0, \quad \sin(\omega t + \phi_1) < 0 \quad (19)$$

$$\Rightarrow -\pi/2 < \omega t + \phi_1 < 0 \quad (20)$$

$$\cos(\omega t + \phi_2) > 0, \quad \sin(\omega t + \phi_2) < 0 \quad (21)$$

$$\Rightarrow -\pi/2 < \omega t + \phi_2 < 0 \quad (22)$$

$$\Rightarrow |\phi_2 - \phi_1| < \pi/2 \quad (23)$$



1.

$$N - mg \sin \alpha = m\omega^2 R \cos \alpha \quad (24)$$

$$mg \cos \alpha - f_s = m\omega^2 R \sin \alpha \quad (25)$$

$$R = h \tan \alpha \quad (26)$$

$$|f_s| \leq \mu_s N \quad (27)$$

$$|mg \cos \alpha - m\omega^2 R \sin \alpha| \leq \mu_s (mg \sin \alpha + m\omega^2 R \cos \alpha) \quad (28)$$

$$- \mu_s (mg \sin \alpha + m\omega^2 R \cos \alpha) \leq mg \cos \alpha - m\omega^2 R \sin \alpha \quad (29)$$

$$mg \cos \alpha - m\omega^2 R \sin \alpha \leq \mu_s (mg \sin \alpha + m\omega^2 R \cos \alpha) \quad (30)$$

הגבול העליון:

$$\omega^2 (\sin \alpha - \mu_s \cos \alpha) \leq \frac{g}{R} (\cos \alpha + \mu_s \sin \alpha) \quad (31)$$

$$(32)$$

אם

$$\sin \alpha - \mu_s \cos \alpha \leq 0$$

אין מהירות זוויתית מירבית, אחרת

$$\omega^2 \leq \frac{g(\cos \alpha + \mu_s \sin \alpha)}{R(\sin \alpha - \mu_s \cos \alpha)} \quad (33)$$

הגבול התחתון:

$$\omega^2 \geq \frac{g(\cos \alpha - \mu_s \sin \alpha)}{R(\sin \alpha + \mu_s \cos \alpha)} \quad (34)$$

אם

$$\cos \alpha - \mu_s \sin \alpha > 0$$

או

$$\omega^2 = 0$$

אם

$$\cos \alpha - \mu_s \sin \alpha \leq 0.$$

2. משימור התנע

$$m\mathbf{v}_1 + m\mathbf{v}_2 = 2m\mathbf{u} \quad (35)$$

$$|\mathbf{v}_1| = |\mathbf{v}_2| = 2|\mathbf{u}| = v \quad (36)$$

$$v^2 + v^2 + 2v^2 \cos \theta = v^2 \quad (37)$$

$$\cos \theta = -\frac{1}{2} \quad (38)$$

$$\theta = 120^\circ \quad (39)$$

3.

אנרגיה נשמרת. בהתחלה יש רק אנרגיה פוטנציאלית, בסוף אנרגיה קינטית אשר מורכב מאנרגיה קינטית של מרכז המסה ואנרגיה קינטית של סיבוב סביב מרכז המסה.

$$\frac{I_{cm}\omega^2}{2} + \frac{mv_{cm}^2}{2} = mg(l/2) \sin \theta \quad (40)$$

ברגע הפגיעה ברצפה מהירות הקצה העליון היא

$$v = v_{cm} + \omega(l/2) \quad (41)$$

ואילו מהירות הקצה התחתון

$$v_{cm} - \omega(l/2) = 0 \Rightarrow \quad (42)$$

$$\omega = v/l, \quad v_{cm} = \omega l/2 = v/2 \quad (43)$$

לכן

$$\frac{mv^2}{8} + \frac{mv^2}{24} = mg(l/2) \sin \theta \quad (44)$$

$$v^2 = 3gl \sin \theta \quad (45)$$