

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. מרכז המסה לא חייב להיות בתוף גוף כלשהו, אם הכוח השקול הוא אפס מהירות מרכז המסה קבועה אך לא בהכרח אפס ולא ידועה מהכוח בלבד, מרכז המסה של כדור לא חייב להיות במרכזו אם הכדור אינו אחיד.

2.

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

3. כעבור זמן  $3T$  לגוף אותה קואורדינטה ואותה מהירות כפי שהיו בהתחלה.  $0.35T$  זה בין  $T/4$  (ברגע זה הוא בקצה החיובי ומהירותו אפס) לבין  $T/2$  (ברגע זה הוא בראשית ונע ביכוון הקצה השלילי).

4. מרכז המסה היא הנקודה שאפשר לשייך את כל תנע המערכת אליה ז"א תנע הוא של מרכז המסה. אנרגיה מתחלקת לאנרגית מרכז המסה ואנרגיה פנימית, גם תנע זוויתי מתחלק כך. אין תנע פנימי.

5. פתרנו את התרגיל בכיתה:

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

6. אם מהירות זוויתי לא משתנה אם תנע זוויתי לא משתנה ולכן מומנט הכוח הוא אפס.

7. אנרגיה קינטית לא תלויה במשקל אלה רק במסה ומהירות.

8. לשני הגופים אותו תנע בהתחלה ופועל על שניהם אותו כוח, לכן הם נעצרים תוך אותו זמן. בכל רגע מהירות הגוף השני גדולה פי-4 (ביחס הפוך ליחס המסות), לכן הוא גם יעבור מרחק גדול פי-4.

9. אפשר להתייחס לריבוע כאילו הוא מורכב ממספר רב של מוטות מקבילים בעלי אותו אורך. מומנט ההתמד של כל מוט כזה שווה למסה לו כפול אותו  $l^2/3$ . מומנט ההתמד של הריבוע הוא סכום המומנטים של המוטות.

10.

$$R = \frac{v^2}{a_n}$$

$$a_n^2 + a_t^2 = a^2$$

$$a = F/m$$

חלק ב'

1.

אם מופעל כוח  $F$  והגופים נעים ביחד, אז התאוצה המשותפת שלהם היא

$$a = \frac{F}{m_1 + m_2} \quad (1)$$

על הגוף התחתון פועל רק כוח חיכוך סטטי, לכן

$$f_s = m_1 a = \frac{F m_1}{m_1 + m_2} \quad (2)$$

מהתנאי  $|f_s| \leq \mu N = \mu m_2 g$  נקבל

$$\frac{F m_1}{m_1 + m_2} \leq \mu m_2 g \quad (3)$$

$$F \leq \frac{\mu m_2 (m_1 + m_2) g}{m_1} \quad (4)$$

כאשר מופעל כוח  $2F$  יש שתי אפשרויות: (א) הגופים נעים ביחד (חיכוך סטטי בין השניים) (וב) הגוף העליון מחליק על התחתון (חיכוך קינטי).  
נניח שהם נעים ביחד, אז התאוצה המשותפת תהיה

$$a = \frac{2F}{m_1 + m_2} \quad (5)$$

כוח החיכוך יהיה

$$f_s = m_1 a = \frac{2F m_1}{m_1 + m_2} \quad (6)$$

והתנאי שמקרה זה מתממש יהיה

$$\frac{2F m_1}{m_1 + m_2} \leq \mu m_2 g \quad (7)$$

$$F \leq \frac{\mu m_2 (m_1 + m_2) g}{2m_1} \quad (8)$$

אם

$$F > \frac{\mu m_2 (m_1 + m_2) g}{2m_1} \quad (9)$$

הגופים לא יכולים לנוע ביחד וכוח החיכוך הקינטי הוא

$$f_k = \mu m_2 g \quad (10)$$

לכן

$$2F - \mu m_2 g = m_2 a_2 \quad (11)$$

$$\mu m_2 g = m_1 a_1 \quad (12)$$

$$a_1 = \frac{\mu m_2 g}{m_1} \quad (13)$$

$$a_2 = \frac{2F}{m_2} - \mu g \quad (14)$$

2. נסמן את המרחק ב  $x$ . לפי משפט עבודה-אנרגיה

$$E_f - E_i = W \quad (15)$$

$$E_i = \frac{kl^2}{2} \quad (16)$$

$$E_f = mgx \sin \theta \quad (17)$$

$$W = -f_k x = -\mu mg \cos \theta x \quad (18)$$

$$mgx \sin \theta - \frac{kl^2}{2} = -\mu mg \cos \theta x \quad x = \frac{kl^2}{2mg(\sin \theta + \mu \cos \theta)} \quad (19)$$

לפי תנאי השאלה  $x > l$  לכן

$$l > \frac{2mg(\sin \theta + \mu \cos \theta)}{k} \quad (20)$$

3.

$$F_1 R - \tau = I \alpha_1 \quad (21)$$

$$F_2 R - \tau = I \alpha_2 \quad (22)$$

$$I = \frac{F_1 R - \tau}{\alpha_1} \quad (23)$$

$$\alpha_2 = \frac{(F_2 R - \tau) \alpha_1}{F_1 R - \tau} \quad (24)$$

$\alpha_2$  נגד השעון. אם  $F_2 R < \tau$  הדיסקה לא תסתובב.