

פיסיקה 1 ב' 1391-1-203  
 מרצים: גולן בל, משה שכטר, מיכאל גדלין  
 מועד ב' 03.08.2017  
 משך המבחן 3 שעות  
 חומר עזר: דף נוסחאות מצורף, מחשבון אסור  
 בהצלחה!

חלק א' - שאלות אמריקאיות (כל שאלה - 5 נק') - יש לסמן תשובה נכונה בטבלה בלבד

No.	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				

1) גליל חלול אחיד מונח על מדרון ללא חיכוך בגובה  $h$  ומתחיל להחליק. מודדים את המהירות של מרכז המסה של הגליל בתחתית המדרון. אילו אותו מדרון היה מחוספס והגליל היה מתגלגל ללא החלקה, באיזה גובה התחלתי היה צריך להניח אותו כדי שיגיע לאותה מהירות בתחתית?

A	B	C	D
$h$	$2h$	$h/2$	חסרים נתונים

2) איזו מהטענות נכונה תמיד?

A	B	C	D
אם אין כוחות משמרים, לא חיצוניים, ולא פנימיים, אז הקינטית של מרכז המסה נשמרת	אם אין כוחות חיצוניים אז האנרגיה הקינטית של המערכת נשמרת	אם אין כוחות חיצוניים לא משמרים אז האנרגיה הקינטית של המערכת נשמרת	אף תשובה איננה נכונה

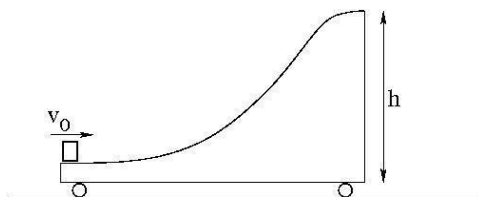
3) קליע שמהירותו  $v = 400 \text{ m/s}$  חדר לתור קיר לעומק  $l = 10 \text{ cm}$ . לאיזה עומק יחדור קליע זה שמהירותו  $v = 200 \text{ m/s}$ ? כל קליע נע לאורך קו ישר והכוחות הפועלים על שניהם זהים וקבועים.

A	B	C	D
10 cm	5 cm	2.5 cm	1 cm

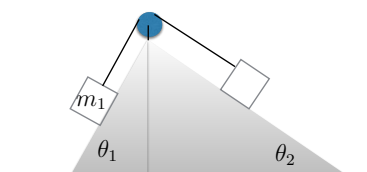
4) כוח ניתן ע"י ביטוי  $\vec{F} = (ax - bx^3)\hat{x}$  כאשר  $a > 0, b > 0$ . מהי האנרגיה הפוטנציאלית בנקודת שיווי משקל יציב אם  $U(x=0) = 0$ ?

A	B	C	D
0	$\frac{a^2}{4b}$	$-\frac{a^2}{2b}$	$-\frac{a^2}{4b}$

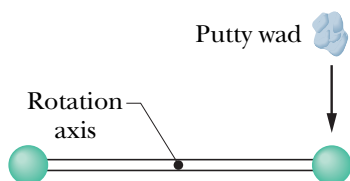
חלק ב' - שאלות פתוחות, כל שאלה 20 נק', אין סעיפים פתרון חייב להיות רשום בדף המסומן בצד אחד בלבד



1) תיבה שמסתה  $m$  מונחת על עגלה שמסתה  $M$ . העגלה יכולה לנוע ללא חיכוך על משטח אופקי (ראו איור). מעניקים לתיבה מהירות התחלתית  $v$ . מהו הגובה המינימלי  $h$  של העגלה שימנע את מעבר התיבה לצידה השני? אין חיכוך בין העגלה לתיבה.



2) במערכת שבשרטוט אין חיכוך בין הגופים למשולש ובין המשולש לרצפה. מה התאוצות של הגופים אם המשולש לא נע? זוויות המשולש הן  $\theta_1, \theta_2$ .



3) שני גופים נקודתיים זהים בעלי מסה  $m$  מחוברים באמצעות מוט ללא מסה. המוט יכול להסתובב סביב ציר אופקי העובר דרך אמצעו. בהתחלה המוט במצב אופקי. מגובה  $h$  נופלת עליו פלסטילינה שמסתה  $M$  ונדבקת מידית. מה תהיה המהירות הזוויתית המירבית של המוט? אורך המוט  $2l$ .

פתרון שאלה פתוחה 1 (צד אחד בלבד של הדף):

פתרון שאלה פתוחה 2 (צד אחד בלבד של הדף):

פתרון שאלה פתוחה 3 (צד אחד בלבד של הדף):

No.	A	B	C	D
1		X		
2				X
3			X	
4				X

1. לגליל חלול  $I_{cm} = mR^2$  ובמקרה של גלגול ללא החלקה אנרגיה קינטית של סיבוב שווה לאנרגיה קינטית של מרכז המסה. לפי חוק שימור האנרגיה, האנרגיה הקינטית של מרכז המסה בתחתית המדרון תהיה רק חצי של האנרגיה הקינטית ההתחלתית, לכן כדי שתהיה אותה מהירות כמו במקרה ללא חיכוך, דרוש גובה כפול.

2. כוחות משמרים יכולים לשנות את האנרגיה הקינטית של מרכז המסה. אנרגיה קינטית של המערכת יכולה להשתנות על חשבון אנרגיה פוטנציאלית פנימית. כדי לשנות את האנרגיה הקינטית של מערכת כוחות לא חייבים להיות לא משמרים.

3.

$$\frac{mv^2}{2} = Fl \quad (1)$$

4.

$$F_x = -\frac{dU}{dx} \Rightarrow U(x) = -\frac{ax^2}{2} + \frac{bx^4}{4} \quad (2)$$

$$F_x = 0 \Rightarrow x = 0, \quad x^2 = \frac{a}{b} \quad (3)$$

$$\min U = U_{x^2=a/b} = -\frac{a^2}{4b} \quad (4)$$

1. אם התיבה לא עוברת לצד השני, בגובה  $x$  כלשהו, כאשר  $x < h$ , המהירות היחסית בין התיבה לעגלה מתאפסת, ז"א הן נעות ביחד במהירות  $u$  אופקית. לפי שימור תנע אופקי ואנרגיה

$$mv_0 = (m + M)u \quad (5)$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{(m + M)u^2}{2} + mgx \quad (6)$$

$$x \leq h \quad (7)$$

$$h \geq \frac{Mv_0^2}{2g(m + M)} \quad (8)$$



2.

**דרך קצרה:**

שני הגופים מחוברים, אם לאחד תאוצה למטה במדרון לשני תאוצה למעלה במדרון. לשניהם תאוצה אופקית באותו כיוון. לכן, אם לשני הגופים יש תאוצות והמשולש לא נע, למרכז המסה של המערכת יש תאוצה אופקית. זה לא יכול להיות כי אין כוחות אופקיים חיצוניים. לכן התאוצות הייבות להיות אפס, זה יכול להיות רק כאשר

$$T = m_1 g \sin \theta_1 = m_2 g \sin \theta_2 \rightarrow m_1 \sin \theta_1 = m_2 \sin \theta_2 \quad (9)$$

**דרך ארוכה:**

החוק השני של ניוטון לשלושת הגופים:

$$N_1 - m_1 g \cos \theta_1 = 0 \quad (10)$$

$$m_1 g \sin \theta_1 - T = m_1 a \quad (11)$$

$$N_2 = m_2 g \cos \theta_2 \quad (12)$$

$$T - m_2 g \sin \theta_2 = m_2 a \quad (13)$$

$$T \cos \theta_1 - N_1 \sin \theta_1 - T \cos \theta_2 + N_2 \sin \theta_2 = 0 \quad (14)$$

פותרים ומקבלים

$$a = g \frac{m_1 \sin \theta_1 - m_2 \sin \theta_2}{m_1 + m_2} \quad (15)$$

$$m_1 \sin \theta_1 = m_2 \sin \theta_2 \quad (16)$$

$$a = 0 \quad (17)$$

3.

במהלך ההתנגשות נשמר תנע זוויתי ביחס לציר הסיבוב:

$$J = \text{const} \Rightarrow Mvl = I\omega_0 \quad (18)$$

$$v = \sqrt{2gh} \quad (19)$$

$$I = (2m + M)l^2 \quad (20)$$

כאשר  $\omega_0$  היא מהירות זוויתית של הגוף החדש (מוט עם פלסטילינה) ו- $I$  הוא מומנט ההתמד של גוף זה.

אחרי ההתנגשות נשמרת אנרגיה. מהירות זוויתית מירבית כאשר אנרגיה קינטית מירבית, ז"א כאשר אנרגיה פוטנציאלית הקטנה ביותר. רק אנרגיה פוטנציאלית של הפלסטילינה משתנה, אנרגיה פוטנציאלית של המוט עם שני הגופים נשארת קבועה. אנרגיה פוטנציאלית של הפלסטילינה הקטנה ביותר בנקודה התחתונה של הסיבוב, לכן

$$\frac{I\omega_0^2}{2} = \frac{I\omega_{max}^2}{2} - Mgl \quad (21)$$

$$\omega_{max}^2 = \omega_0^2 + \frac{2Mgl}{I} = \left(\frac{Mvl}{I}\right)^2 + \frac{2Mgl}{I} \quad (22)$$