

פיזיקה 1 ב' 1391-1-203  
מרצה: מיכאל גדליון, מתרגל: תומר יגאל  
מועד ב' 14/10/2018

- 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
- בהצלחה !

חלק א' - שאלות אמריקאיות (כל שאלה - 6 נק') - יש לסמן תשובה נכונה בטבלה בלבד

No.	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				
5				

1) קליע שמתו  $m = 10 \text{ g}$  פוגע בקיר במהירות  $v = 500 \text{ m/s}$ , ממשיך בו לאורך קו ישר ונעצר תוך  $t = 0.01 \text{ s}$ . מהו גודל הכוח הממוצע המופעל על הקיר ?

A	B	C	D
50 N	500 N	500 N	5000 N

2) בדיסקה אחידה שרדיוסה  $R$  עשו חור מעגלי בעל רדיוס  $R/4$ . מרכז החור נמצא במרחק  $R/4$  ממרכז הדיסקה. מהו המרחק  $d$  בין מרכז הדיסקה למרכז המסה של הגוף שנוצר ?

A	B	C	D
$d = R/4$	$d = R/16$	$d = R/60$	$d = R/15$

3) במערכת שני גופים. לגוף שמסתו  $m_1$  תאוצה  $\vec{a}_1$ . לגוף שמסתו  $m_2$  תאוצה  $\vec{a}_2$ . הגוף  $m_2$  מפעיל על  $m_1$  כוח  $\vec{F}_{2 \rightarrow 1}$ . איזה כוח חיצוני מופעל על  $m_2$  ?

A	B	C	D
$-\vec{F}_{2 \rightarrow 1}$	$m_2 \vec{a}_2$	$m_2 \vec{a}_2 + \vec{F}_{2 \rightarrow 1}$	$m_1 \vec{a}_1 - \vec{F}_{2 \rightarrow 1}$

4) איזו מהטענות הבאות נכונה תמיד ?

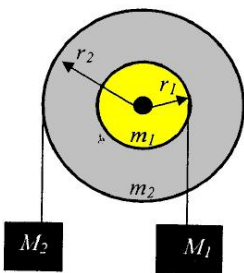
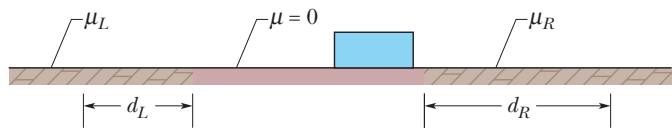
A	B	C	D
תנועת כל מערכת ניתן לתאר כתנועת מרכז המסה וסיבוב סביב מרכז המסה	תנועת כל גוף קשיח ניתן לתאר כתנועת מרכז המסה וסיבוב סביב מרכז המסה	כיוון וקטור תנע זוויתי של גוף קשיח בכיוון ציר הסיבוב המקובע שלו	אם תנע זוויתי של גוף קשיח לא משתנה אז אפשר להסיק שכוחות חיצוניים לא מופעלים עליו

5) גוף מבצע תנועה הרמונית פשוטה. ברגע הראשון האנרגיה הקינטית שלו שווה לאנרגיה הפוטנציאלית שלו. מה אפשר לומר על המופע (פאזה)  $\varphi$  ?

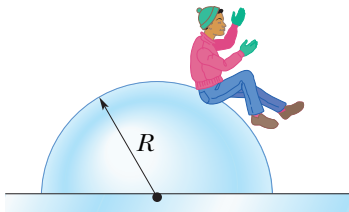
A	B	C	D
$\varphi = 0$	$\varphi = \pi$	$ \varphi  = \pi/2$	$ \varphi  = \pi/4$

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

1) בשרטוט הגוף, שהיה במנוחה, מתפוצץ לשני גופים,  $L$  ו- $R$ , אשר מחליקים שמאלה וימינה, בהתאמה. הגוף  $L$ , שמסתו  $m_L$ , מגיע לאזור מחוספס עם מקדם חיכוך קינטי  $\mu_L$  ועוצר אחרי שעובר מרחק  $d_L$  מתחילת הקטע המחוספס. הגוף  $R$  מגיע לאזור מחוספס עם מקדם חיכוך קינטי  $\mu_R$  ועוצר אחרי שעובר מרחק  $d_R$  מתחילת הקטע המחוספס הזה. מהי כמות האנרגיה שהשתחררה בפיצוץ?



2) אל שתי דיסקות אחידות צמודות, האחת ברדיוס  $r_1$  ומסה  $m_1$ , והשנייה ברדיוס  $r_2$  ומסה  $m_2$ , מחברים בעזרת חוטים (שמסותיהם זניחות) שני גופים בעלי מסות  $M_1$  ו- $M_2$  כמודגם באיור. שתי הדיסקות חופשיות להסתובב כגוף אחד סביב ציר קבוע העובר במרכזן. החוטים כרוכים סביב הדיסקות, לא מתארכים ולא מחליקים על הדיסקות. מהן תאוצות שני הגופים? מומנט התמד של דיסקה אחידה הוא  $I_{cm} = \frac{1}{2}mR^2$ .



3) ילד (גוף נקודתי!) מתחיל להחליק מהנקודה העליונה של חצי כדור בעל רדיוס  $R$ . באיזה גובה הילד מאבד מגע עם הכדור?

פתרון שאלה פתוחה 1 (צד אחד בלבד של הדף, לא לרשום חישובי ביניים):

פתרון שאלה פתוחה 2 (צד אחד בלבד של הדף, לא לרשום חישובי ביניים):

פתרון שאלה פתוחה 3 (צד אחד בלבד של הדף, לא לרשום חישובי ביניים):

<p>תנע זוויתי:</p> $\vec{J} = \vec{r} \times \vec{p}$ <p>מומנט פיתול (מומנט כוח):</p> $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$ <p>תנע זוויתי של מערכת:</p> $\vec{J} = \sum_i \vec{r}_i \times \vec{p}_i = \vec{J}_{cm} + \vec{J}_{int}$ $\vec{J}_{cm} = M \vec{R}_{cm} \times \vec{V}_{cm}$ $\vec{J}_{int} = \sum_i m_i (\vec{r}_i - \vec{R}_{cm}) \times (\vec{v}_i - \vec{V}_{cm})$ <p>חוק שני של ניוטון לתנועה סיבובית:</p> $\frac{d\vec{J}}{dt} = \sum_i \vec{r}_i \times \vec{F}_{i,ext}$ $\frac{d\vec{J}_{cm}}{dt} = \vec{R}_{cm} \times (\sum_i \vec{F}_{i,ext})$ $\frac{d\vec{J}_{int}}{dt} = \sum_i (\vec{r}_i - \vec{R}_{cm}) \times \vec{F}_{i,ext}$ <p>רכיב תנע זוויתי בכיוון ציר הסיבוב של גוף קשיח:</p> $J = I\omega$ <p>מומנט התמד:</p> $I = \sum_i m_i R_i^2$ <p>משפט שטיינר:</p> $I_O = I_{cm} + m d_{O,cm}^2$ <p>אנרגיה קינטית של גוף קשיח:</p> $K = \frac{mv_{cm}^2}{2} + \frac{I_{cm}\omega^2}{2}$ <p>תנועה הרמונית פשוטה:</p> $x = A \cos(\omega t + \phi)$ <p>צורת משוואת התנועה:</p> $m \frac{d^2x}{dt^2} = -kx, \quad \omega^2 = \frac{k}{m}$ <p>צורת האנרגיה המכנית:</p> $E = \frac{m}{2} \left( \frac{dx}{dt} \right)^2 + \frac{k}{2} x^2$ $\omega^2 = \frac{k}{m}, \quad k = \left( \frac{d^2U}{dx^2} \right)_{x=x_e}$	<p>אנרגיה פוטנציאלית של כבידה:</p> $U_g = -m\vec{g} \cdot \vec{r} = mgh$ <p>אנרגיה פוטנציאלית של קפיץ:</p> $U_k = \frac{k(\Delta l)^2}{2}$ <p>תנע המערכת:</p> $\vec{P} = \sum_i \vec{p}_i = \sum_i m_i \vec{v}_i$ <p>מסת המערכת:</p> $M = \sum_i m_i$ <p>מהירות מרכז המסה:</p> $\vec{V}_{cm} = \frac{\vec{P}}{M} = \frac{\sum_i m_i \vec{v}_i}{\sum_i m_i}$ <p>מיקום מרכז המסה:</p> $\vec{R}_{cm} = \frac{\sum_i m_i \vec{r}_i}{\sum_i m_i}$ <p>חוק שני של ניוטון למערכת:</p> $\frac{d\vec{P}}{dt} = \sum \vec{F}_{ext}$ $M \frac{d\vec{V}_{cm}}{dt} = \sum \vec{F}_{ext}$ $M \vec{a}_{cm} = \sum \vec{F}_{ext}$ <p>אנרגיה קינטית של מערכת:</p> $K = \sum_i \frac{m_i v_i^2}{2}$ $= K_{cm} + K_{int}$ $K_{cm} = \frac{M V_{cm}^2}{2}$ $K_{int} = \sum_i \frac{m_i (\vec{v}_i - \vec{V}_{cm})^2}{2}$ <p>אנרגיה פוטנציאלית של כבידה למערכת:</p> $U_g = -M\vec{g} \cdot \vec{R}_{cm}$ <p>זווית הסיבוב, מהירות זוויתית, תאוצה זוויתית:</p> $\omega = \frac{d\phi}{dt}, \quad \alpha = \frac{d\omega}{dt}$ $\omega(t) = \omega_0 + \int_{t_0}^t \alpha(t') dt'$	<p>מהירות רגעית ותאוצה רגעית:</p> $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}, \quad \vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$ <p>מהירות כפונקציה של זמן:</p> $\vec{v}(t) = \vec{v}_0 + \int_{t_0}^t \vec{a}(t') dt'$ <p>וקטור המקום כפונקציה של זמן:</p> $\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \int_{t_0}^t \vec{v}(t') dt'$ <p>כוח הכבידה:</p> $\vec{F}_g = m\vec{g}$ <p>כוח הקפיץ:</p> $F = -k\Delta l$ <p>כוח חיכוך סטטי:</p> $ \vec{f}_s  \leq \mu_s N$ <p>כוח חיכוך קינטי:</p> $ \vec{f}_k  = \mu_k N$ <p>חוק שני של ניוטון לגוף נקודתי:</p> $\sum \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = m\vec{a}$ <p>מתקף ותנע:</p> $\vec{p} = m\vec{v}$ $\Delta \vec{p} = \int \vec{F} dt$ <p>אנרגיה קינטית:</p> $K = \frac{mv^2}{2} = \frac{p^2}{2m}$ <p>הספק:</p> $\frac{dK}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v}$ <p>עבודה:</p> $W_{12} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F} \cdot \vec{v} dt$ $W_{12} = \int_1^2 \vec{F} \cdot d\vec{r}$ <p>משפט עבודה-אנרגיה:</p> $\Delta K = K_2 - K_1 = W_{12}$ <p>אנרגיה מכנית:</p> $E = K + U$ <p>משפט עבודה-אנרגיה:</p> $\Delta E = W_{12}, \text{ לא משמרים}$
--	--	---

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



1.

$$\bar{F} = \frac{|\Delta p|}{\Delta t} = \frac{mv}{t} \quad (1)$$

2.

$$m_{R/4}\left(-\frac{R}{4}\right) + [m_R - m_{R/4}]x_{cm} = 0 \quad (2)$$

$$\frac{m_{R/4}}{m_R} = \left(\frac{1}{4}\right)^2 = \frac{1}{16} \quad (3)$$

$$x_{cm} = \frac{(R/4)(1/16)}{1 - (1/16)} = \frac{R}{60} \quad (4)$$

3.

$$\vec{F}_{2,ext} + F_{1 \rightarrow 2} = m_2 \vec{a}_2 \quad (5)$$

$$F_{1 \rightarrow 2} = -F_{2 \rightarrow 1} \quad (6)$$

D C, A, 4.

5.

$$x_0 = A \cos \varphi, \quad v_0 = -\omega A \sin \varphi \quad (7)$$

$$K_0 = \frac{mv_0^2}{2} = \frac{m\omega^2 A^2 \sin^2 \varphi}{2} \quad (8)$$

$$U_0 = \frac{kx_0^2}{2} = \frac{kA^2 \cos^2 \varphi}{2} \quad (9)$$

$$\omega^2 = \frac{k}{m} \quad (10)$$

$$\frac{K_0}{U_0} = \tan^2 \varphi \quad (11)$$

1. שימור תנע בפיצוץ:

$$m_L v_L = m_R v_R \quad (12)$$

$$m_R = \frac{m_L v_L}{v_R} \quad (13)$$

משפט עבודה-אנרגיה:

$$0 - \frac{mv_0^2}{2} = -\mu mgL \Rightarrow \quad (14)$$

$$v_L^2 = 2\mu_L g d_L \quad (15)$$

$$v_R^2 = 2\mu_R g d_R \quad (16)$$

דרוש

$$E = \frac{m_L v_L^2}{2} + \frac{m_R v_R^2}{2} \quad (17)$$

$$E = m_L \mu_L g d_L + m_R \mu_R g d_R \quad (18)$$

$$m_R = m_L \sqrt{\frac{\mu_L d_L}{\mu_R d_R}} \quad (19)$$

$$E = m_L g \sqrt{\mu_L d_L} \left( \sqrt{\mu_L d_L} + \sqrt{\mu_R d_R} \right) \quad (20)$$

2.

$$T_2 r_2 - T_1 r_1 = \left( \frac{m_1 r_1^2}{2} + \frac{m_2 r_2^2}{2} \right) \alpha \quad (21)$$

$$M_2 g - T_2 = M_2 a_2 \quad (22)$$

$$T_1 - M_1 g = M_1 a_1 \quad (23)$$

$$a_1 = \alpha r_1 \quad (24)$$

$$a_2 = \alpha r_2 \quad (25)$$

$$T_2 r_2 = M_2 g r_2 - M_2 r_2^2 \alpha \quad (26)$$

$$T_1 r_1 = M_1 g r_1 + M_1 r_1^2 \alpha \quad (27)$$

$$\alpha = \frac{(M_2 r_2 - M_1 r_1) g}{M_1 r_1^2 + M_2 r_2^2 + \frac{m_1 r_1^2}{2} + \frac{m_2 r_2^2}{2}} \quad (28)$$

$$a_1 = \alpha r_1 \quad (29)$$

$$a_2 = \alpha r_2 \quad (30)$$

3.

$$\frac{mgh}{R} - N = \frac{mv^2}{R} \quad (31)$$

$$v^2 \leq gh \quad (32)$$

$$\frac{mv^2}{2} = mg(R - h) \quad (33)$$

$$2(R - h) \leq h \quad (34)$$

$$h \geq \frac{2R}{3} \quad (35)$$