

פיסיקה 1 ב' 1391-1-203
מרצים: פרופ' מיכאל גדליון, פרופ' יפים גולברייך, ד"ר גולן בל
מועד ב' 4.08.2016

- 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 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) רכב נוסע אופקית לאורך קו ישר בתאוצה $a = 5 \text{ m/s}^2$. נוסע אחד זורק אבן ישר למעלה במהירות $v = 10 \text{ m/s}$. באיזה מרחק מהרכב האבן נופלת על הקרקע?
 $g = 10 \text{ m/s}^2$

A	B	C	D	E
20m	10m	5m	0	חסרים נתונים

2) כדור שמסתו $m = 2 \text{ kg}$ נופל מגובה $h = 5 \text{ m}$ ומתנגש ברצפה אלסטית. משך ההתנגשות הוא $t = 0.1 \text{ s}$. מהו הכוח הממוצע שפועל על הכדור במהלך ההתנגשות?
 $g = 10 \text{ m/s}^2$?

A	B	C	D	E
400 N	200 N	20 N	4000 N	חסרים נתונים

3) מערכת מורכבת משני גופים בעלי מסות m_1 ו- m_2 . על הגופים פועלים כוחות חיצוניים \vec{F}_1 ו- \vec{F}_2 , בהתאמה. מהי מהירות מרכז המסה של המערכת?

A	B	C	D	E
$\frac{\vec{F}_1}{m_1} + \frac{\vec{F}_2}{m_2}$	$\frac{\vec{F}_1 + \vec{F}_2}{m_1 + m_2}$	$\frac{\vec{F}_1}{m_1} - \frac{\vec{F}_2}{m_2}$	$\frac{\vec{F}_1 - \vec{F}_2}{m_1 + m_2}$	לא ניתן לדעת

4) תנע זוויתי של מערכת נשמר. איזו מהטענות הבאות נכונה תמיד?

A	B	C	D	E
תנע נשמר	תנע זוויתי של המסה נשמר	סכום כל הכוחות החיצוניים שווה לאפס	אנרגיה קינטית נשמרת	אף אחת מהתשובות $A - D$

5) ילד, אשר עמד על קרוסלה מסתובבת, החליט לעבור למקום קרוב יותר לציר הסיבוב. איך השתנתה האנרגיה הקינטית של המערכת בעקבות מעבר זה?

A	B	C	D	E
גדלה	קטנה	לא השתנתה	השינוי תלוי במהירות הזוויתית של הקרוסלה בהתחלה	השינוי תלוי במסלול הילד

6) איזו מהטענות הבאות איננה נכונה ?

A	B	C	D	E
עבודת כוח משמר איננה תלויה במסלול	עבודת כוח לא משמר תלויה במסלול	עבודה שווה לשינוי של אנרגיה קינטית	עבודת כוחות לא משמרים שווה לשינוי של אנרגיה מכנית	עבודת כוחות משמרים שווה לשינוי של אנרגיה פוטנציאלית

7) מערכת מורכבת משני גופים: גוף A, בעל מסה $m_A = 4 \text{ kg}$ ותנע

$$\vec{p}_A = 16\hat{x} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

וגוף B, בעל מסה $m_B = 6 \text{ kg}$ ותנע

$$\vec{p}_B = 12\hat{y} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

מהי האנרגיה הקינטית הפנימית של המערכת (אנרגיה קינטית במערכת מרכז המסה) ?

A	B	C	D	E
32 J	12 J	44 J	20 J	24 J

8) מהירות זוויתית של גוף קשיח ניתנת ע"י הביטוי $\omega = at^{5/4}$, כאשר t זה זמן ו- a הוא קבוע. מהי תלות בזמן של ההספק של מומנט הפיתול (מומנט הכוח) הפועל על הגוף ?

A	B	C	D	E
$P = ct^{3/2}$, $c = \text{const}$	$P = ct^{5/4}$, $c = \text{const}$	$P = ct^{5/2}$, $c = \text{const}$	$P = c$, $c = \text{const}$	חסרים נתונים

9) מוט אחיד שמסתו $m = 1 \text{ kg}$ יכול להסתובב במישור אנכי סביב קצהו העליון. איזה כוח יש להפעיל בקצה התחתון בכיוון אופקי כדי להסיט את המוט לזווית $\theta = 45^\circ$ מאנך ? $g = 10 \text{ m/s}^2$

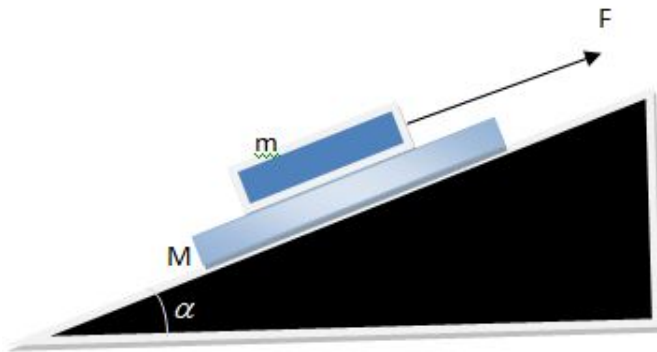
A	B	C	D	E
10 N	20 N	5 N	1 N	0.5 N

10) גוף מבצע תנועה הרמונית פשוטה כאשר התנופה (אמפליטודה) היא $|x|_{max} = 5 \text{ cm}$. ברגע כלשהו קואורדינטת הגוף היא $x = -4 \text{ cm}$ ומהירותו $v_x = 30 \text{ cm/s}$. מהי תדירות התנודות ω ?

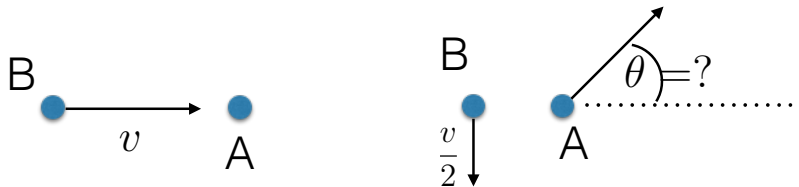
A	B	C	D	E
$\omega = 10\text{s}^{-1}$	$\omega = 1\text{s}^{-1}$	$\omega = 0.1\text{s}^{-1}$	$\omega = 6\text{s}^{-1}$	לא ניתן לדעת

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

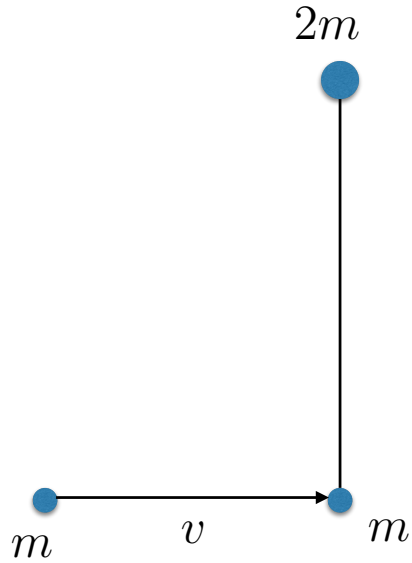
1) במערכת המתוארת בתרשים מקדם החיכוך בין הגוף m והגוף M הוא μ_1 . מקדם החיכוך בין הגוף M לבין המדרון (סטטי טקינטי) הוא μ_2 . זווית המדרון היא α . כוח הופעל על הגוף העליון במקביל למדרון. מה יכול להיות גודל כוח זה אם הגופים נעים ביחד כלפי מעלה?



2) כדור B נע בכיוון חיובי של ציר x במהירות שגודלה v . בראשית הקואורדינטות הוא פוגע בכדור ניח A. מסות הכדורים שונות. אחרי ההתנגשות הכדור B נע בכיוון השלילי של ציר y במהירות שגודלה $v/2$. באיזה כיוון נע הכדור A אחרי ההתנגשות?



3) שני גופים קטנים, בעלי מסות m ו- $2m$, בהתאמה, מחוברים האמצעות מוט ללא מסה ומונחים על מישור אופקי חלק (אין חיכוך). אורכו של המוט הוא l . גוף קטן נוסף שמסתו m פוגע בגוף הקטן בין השניים המחוברים ונדבק אליו מיידית. ברגע הפגיעה גודל מהירות הגוף הפוגע הוא v וכיוונו ניצב למוט. מהו איבוד האנרגיה בהתנגשות? $E_i - E_f$?



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. זמן העליה $t = v/g = 1$ s, זמן הנפילה אותו זמן. בזמן הזריקה מהירות אופקית ביחס לרכב הייתה אפס. תוך 2 s הרכב מתחרק ב $at^2/2 = 10$ m.

2.

$$\Delta \vec{p} = \int \vec{F} dt = \vec{F} \Delta t$$

מהירות הכדור ברגע הפגיעה $v = \sqrt{2gh} = 10$ m/s. שינוי התנע הוא $\Delta p = 2mv$ לכן הכוח הממוצע הוא $F = 2mv/t = 400$ N.

3.

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

כוחות קובעים תאוצה, לא מהירות. אף אחד מהביטויים A-D אינו רלוונטי.

4. תנע זוויתי נשמר אם סכום כל מונטי הפיתול שווה לאפס. אף אחד מהתנאים A-D לא חייב להתקיים.

5. אין כוחות חיצוניים, לכן תנע זוויתי $J = I\omega = \text{const}$. אנרגיה קינטית היא $K = \frac{I\omega^2}{2} = \frac{J^2}{2I}$. כאשר הילד עובר קרוב יותר לציא הסיבוב, מומנט ההתמד קטן, לכן אנרגיה קינטית גדלה.

6. עבודה של כוח משמר שווה לשינוי של אנרגיה פוטנציאלית עם סימן מינוס.

7. אנרגיה קינטית כוללת היא

$$K = \frac{m_A v_A^2}{2} + \frac{m_B v_B^2}{2} = \frac{p_A^2}{2m_A} + \frac{p_B^2}{2m_B}$$

אנרגיה קינטית של מרכז המסה היא

$$K_{cm} = \frac{M \vec{V}_{cm}^2}{2} = \frac{(M \vec{V}_{cm})^2}{2M}$$

$$K_{cm} = \frac{(\vec{p}_A + \vec{p}_B)^2}{2(m_A + m_B)}$$

מכיון ש $\vec{p}_A \perp \vec{p}_B$, אנרגיה קינטית פנימית היא

$$K_{int} = \frac{p_A^2}{2m_A} + \frac{p_B^2}{2m_B} - \frac{p_A^2 + p_B^2}{2(m_A + m_B)}$$

$$K_{int} = \frac{16^2}{2 \cdot 4} + \frac{12^2}{2 \cdot 6} - \frac{16^2 + 12^2}{2 \cdot 10} = 24$$

8.

$$P = \frac{dK}{dt} = \frac{d}{dt} \frac{Ia^2 t^{5/2}}{2} = \frac{5Ia^2}{4} t^{3/2}$$

9. בשיווי המשקל סכום המומנטים ביחס לציר הסיבוב חייב להיות אפס, לכן

$$mg(l/2) \sin \theta - Fl \cos \theta = 0 \rightarrow F = mg/2$$

10.

$$\begin{aligned}x &= |x|_{max} \cos(\omega t + \phi) \\v_x &= -\omega |x|_{max} \sin(\omega t + \phi) \\|x|_{max}^2 &= x^2 + \frac{v_x^2}{\omega^2} \\\omega &= \frac{|v_x|}{\sqrt{|x|_{max}^2 - x^2}} = 10 \text{ s}^{-1}\end{aligned}$$

1.

יש לרשום חוק שני של ניוטון לכל אחד מהגופים ולהוסיף את התנאי שכוח החיכוך בין הגופים הוא כוח חיכוך סטטי. בין הגוף התחתון לבין המדרון חיכוך קינטי.

$$F - mg \sin \theta - f_1 = ma \quad (1)$$

$$f_1 - Mg \sin \theta - f_2 = Ma \quad (2)$$

$$|f_1| \leq \mu_1 mg \cos \theta \quad (3)$$

$$f_2 = \mu_2 (M + m)g \cos \theta \quad (4)$$

$$F - (M + m)g \sin \theta - \mu_2 (M + m)g \cos \theta = (m + M)a \quad (5)$$

$$a = \frac{F}{M + m} - g \sin \theta - \mu_2 g \cos \theta \quad (6)$$

$$F > (M + m)g(\sin \theta + \mu_2 \cos \theta) \quad (7)$$

$$f_1 = F - mg \sin \theta - ma = \frac{FM}{M + m} + \mu_2 mg \cos \theta \quad (8)$$

$$F \leq \frac{(M + m)mg}{M}(\mu_1 - \mu_2) \cos \theta \quad (9)$$

מצב זה אפשרי רק אם

$$\sin \theta + \mu_2 \cos \theta \leq \frac{m}{M}(\mu_1 - \mu_2) \cos \theta \quad (10)$$

2. מתקיים שימור תנע:

$$m_B v = m_A u \cos \theta \quad (11)$$

$$0 = m_A u \sin \theta - m_B v / 2 \quad (12)$$

$$\tan \theta = 1/2 \quad (13)$$

לא ניתן להסיק על שימור אנרגיה בלי לדעת את המסות.

3.

מתקיימים שימור תנע (קווי) ותנע זוויתי. אנרגיה לא נשמרת. כדי לרשום שימור תנע זוויתי צריך לבחור נקודת יחוס. נוח לבחור את מרכז המסה של המערכת מיד אחרי ההתנגשות, כי אז תנע זוויתי של מרכז המסה הוא אפס ונשאר לרשום רק את התנע הזוויתי הפנימי $I_{cm}\omega$. מרכז המסה הזה נמצא באמצע המוט.

$$p = \text{const} \quad (14)$$

$$mv = (4m)V_{cm} \rightarrow V_{cm} = \frac{v}{4} \quad (15)$$

$$J = \text{const} \quad (16)$$

$$mv(l/2) = I_{cm}\omega \quad (17)$$

$$I = 2(2m)(l/2)^2 = ml^2 \quad (18)$$

$$\omega = \frac{v}{2l} \quad (19)$$

$$E_i - E_f = \frac{mv^2}{2} - \frac{(4m)V_{cm}^2}{2} - \frac{I_{cm}\omega^2}{2} = \frac{mv^2}{4} \quad (20)$$