

פיסיקה 1 ב' 1391-1-203
מרצים: ד"ר גולן בל, פרופ' יפים גולברייך, פרופ' מיכאל גדלין
מועד ב' 24.07.14

- 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')

נא לסמן תשובות בטבלה זו

לכל שאלה רק תשובה אחת נכונה

No.	A	B	C	D	E
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

1) שני גופים שמסתם 1 kg ו- 3 kg, נעים במעגל בעל רדיוס 1 m כך שבכל רגע הם נמצאים בקצוות מנוגדים של קוטר המעגל. מה התנועה של מרכז המסה של השניים ?

A	B	C	D	E
לא נע	נע לאורך קו ישר	נע במעגל שרדיוסו 0.5 m	נע במעגל שרדיוסו 0.25 m	ניתן לדעת, חסרים נתונים

2) כדור שמסתו 1 kg מתחיל ליפול בגובה 30 m מעל הקרקע ובו-זמנית כדור אחר שמסתו 2 kg נזרק מהקרקע למעלה אנכית לאורך אותו קו ישר במהירות 15 m/s. הכדורים מתנגשים אלסטית. כעבור 1 s אחרי ההתנגשות מרכז המסה של שני הכדורים נע במהירות (חץ מסמן כיוון):

A	B	C	D	E
10 m/s ↑	10 m/s ↓	20 m/s ↑	20 m/s ↓	0

3) חלקיק מבצע תנועה הרמונית פשוטה עם זמן מחזור T . ברגע $t = 0$ הוא נמצא במרחק שווה בין נקודת שיווי משקל ואחד הקצוות של מסלולו, ונע לקראת הקצה. בפעם הבאה הוא נמצא באותו מקום כאשר

A	B	C	D	E
$t = T$	$t = T/2$	$t = T/4$	$t = T/8$	אף תשובה איננה נכונה

4) גוף נקודתי נע במסלול עקום. גודל המהירות גדל ואילו רכיב הכוח המאונך למהירות נשאר קבוע. רדיוס העקמומיות של המסלול

A	B	C	D	E
גדל	קטן	לא משתנה	ניתן לדעת, חסרים נתונים	לא ניתן לדעת בשום מקרה

5) כדור מלא בעל רדיוס R , מסה M ומומנט התמד $I = 2MR^2/5$, מתגלגל ללא החלקה על משטח אופקי. כוח מופעל על צירו בכיוון אופקי. ותאוצה זוויתית של סיבוב סביב צירו היא α . גודל הכוח המופעל על הציר F וכוח החיכוך עם המשטח f הנם:

A	B	C	D	E
$F = MR\alpha$ $f = 0$	$F = 7MR\alpha/5$ $f = 2MR\alpha/5$	$F = 2MR\alpha/5$ $f = 7MR\alpha/5$	$F = 2MR\alpha$ $f = MR\alpha$	$F = 3MR\alpha/2$ $f = MR\alpha/2$

6) מרכז המסה של דיסקה לא אחידה נמצא במרחק h ממרכזה. מסת הדיסקה M , רדיוס R , ומומנט התמד ביחס לציר העובר דרך מרכז המסה הנו I_{cm} . הדיסקה מסתבוב סביב ציר מקביל העובר דרך מרכזה במהירות זוויתית ω . התנע הזוויתי שלה הוא

A	B	C	D	E
$I_{cm}\omega$	$(I_{cm} + Mh^2)\omega$	$(I_{cm} + M(R - h)^2)\omega$	$(I_{cm} + MR^2)\omega$	$MR^2\omega/2$

7) אנרגיה פוטנציאלית של גוף נקודתי ניתנת ע"י הביטוי $U(x) = -a^2x^2 + b^2x^4$. מה האנרגיה של הגוף אם הוא נמצא בשיווי משקל יציב?

A	B	C	D	E
$E = 0$	$E = a^4/b^2$	$E = -a^4/4b^2$	$E = -a^4/2b^2$	$E = a^4/4b^2$

8) אנרגיה קינטית של חלקיק משתנה בזמן כך ש $K/t^4 = C_1$, כאשר C_1 קבוע ו- t זה זמן. הכוח המופעל תלוי בזמן כך ש

A	B	C	D	E
$F/t = C_2$ כאשר C_2 קבוע	$F/t^2 = C_2$ כאשר C_2 קבוע	$Ft = C_2$ כאשר C_2 קבוע	$F = C_2$ כאשר C_2 קבוע	לא ניתן לדעת, חסרים נתונים

9) כדור נזרק מבניין שגובהו 20 m אופקית במהירות 20 m/s. מה המרחק בין תחתית הבניין למקום פגיעת הכדור הקרקע? $g \approx 10 \text{ m/s}^2$

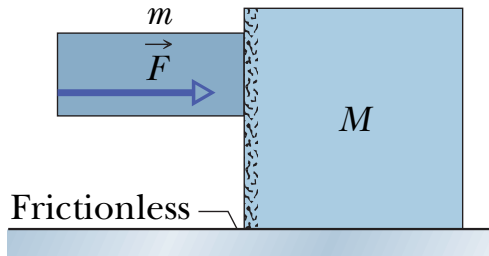
A	B	C	D	E
10 m	40 m	50 m	70 m	אף תשובה איננה נכונה

10) אבן מחוברת לחוט שאורכו 0.5 m ומסתובבת במישור אנכי כך שגודל המהירות נשאר קבוע ושווה 4 m/s. מהי תאוצת האבן בנקודה העליונה של מסלולו?

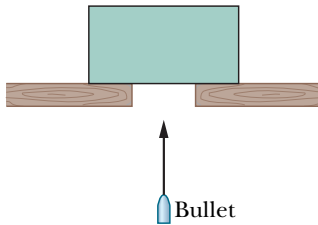
A	B	C	D	E
9.8 m/s ² , כלפי מעלה	9.8 m/s ² , כלפי מטה	8 m/s ² , כלפי מעלה	32 m/s ² , כלפי מעלה	32 m/s ² , כלפי מטה

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

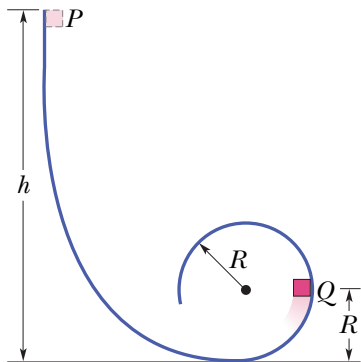
(1) שני הגופים, m ו M שבשרטוט אינם מחוברים. מקדם החיכוך הסטטי בין השניים הנו μ , אין חיכוך עם הרצפה. מהו הכוח המינימלי שצריך להפעיל על m אופקית כדי שלא יחליק למטה?



(2) קליע שמסתו m פוגע בגוף שמסתו M . לפני הפגיעה לקליע מהירות v_0 כלפי מעלה ואילו הגוף נמצא במנוחה. הקליע חודר דרך הגוף וממשיך לנוע למעלה במהירות v_1 מיד אחרי יציאה מהגוף. לאיזה גובה מקסימלי יעלה הגוף?



(3) כדור קטן שמסתו m , רדיוסו r ומונט ההתמד שלו $I_{cm} = 2mr^2/5$ מתחיל להתגלגל ללא החלקה מנקודה P לאורך המסלול כפי שבשרטוט. הכדור מגיע לנקודה העליונה של החלק המעגלי. רדיוס המעגל הנו R , אשר גדול בהרבה מרדיוס הכדור, $R \gg r$. מאיזה גובה מינימלי h צריך להתחיל הכדור להתגלגל?



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 נמצא בקוטר המחבר את שני הגופים במרחק $0.5 m$ $2 \cdot 1 / (1 + 3) = 0.5 m$ מהגוף שמסתו 3 ק"ג.
2. לקל לחשב שהגופים מתנגשים בעוד 2 שניות. מתחילת התנועה עד הרגע הנדרש עברו 3 שניות. התנע התחלתי היה $30 kg \cdot m/s = 2 kg \cdot 15 m/s$ כלפי מעלה. התוספת של תנע למערכת בגלל כוח הכבידה היא $3s = (2 + 1) kg \cdot 10 m/s^2$ כלפי מטה, לכן התנע הכולל ברגע הנדרש הוא $60 kg \cdot m/s$ כלפי מטה. מחלק במסת המערכת ונקבל את מהירות מרכז המסה.
3. זאת איננה תנועת שוות מהירות, לכן הזמנים הדרושים כדי לעבור מרחקים שווים אינם שווים בהכרח.
4. מכיוון שהרכיב האנכי של הכוח לא משתנה, התאוצה הנורמלית לא משתנה, לכן רדיוס העקמומיות $R = v^2/a_n$ גדל.
- 5.

$$F - f = Ma_{cm}$$

$$fR = I_{cm}\alpha$$

$$a_{cm} = \alpha R$$

6. משפט שטיינר.
7. בשיווי משקל מהירות אפס ותאוצה אפס - אנרגיה קינטית אפס וכוח אפס - $dU/dx = 0$. נקודה $x = 0$ היא מקסימום מקומי, $x^2 = a^2/2b^2$ הן נקודות מינימום (שיווי משקל יציב).
8. רכיב הכוח שמאונך למהירות אינו משפיע על אנרגיה קינטית, לכן אי אפשר לדעת אותו אם אין נתונים נוספים.
9. זמן הנפילה הוא 2 שניות.
10. תאוצת האבן היא כל הזמן v^2/R בכיוון המרכז.

חלק ב'

1.

$$F - N = ma \quad (1)$$

$$N = Ma \quad (2)$$

$$f_s = mg \quad (3)$$

$$f_s \leq \mu N \quad (4)$$

$$N = \frac{FM}{M+m} \quad (5)$$

$$mg \leq \frac{\mu FM}{(M+m)} \quad (6)$$

$$F \geq \frac{mg(M+m)}{\mu M} \quad (7)$$

2.

$$mv_0 = mv_1 + Mu \quad (8)$$

$$\frac{Mu^2}{2} = Mgh \quad (9)$$

$$h = \frac{m^2(v_0 - v_1)^2}{2gM^2} \quad (10)$$

3.

$$N + mg = \frac{mv^2}{R} \quad (11)$$

$$N \geq 0 \Rightarrow v^2 \geq gR \quad (12)$$

$$v = \omega r \quad (13)$$

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{I_{cm}\omega^2}{2} = mg(h - 2R) \quad (14)$$

$$h \geq 2R + \frac{R}{2} \left(1 + \frac{I_{cm}}{mr^2}\right) = \frac{27}{10}R \quad (15)$$