

2.7.2012

הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל
הפקולטה לפיסיקה

בחינת מועד א' בפיסיקה 1מ' – 114071

טור 0

שם משפחה שם פרטי פקולטה

- ♦ מלאו את פרטיכם האישיים בטופס המצורף, בהתאם להנחיות בטופס.
- ♦ רשמו את מספר הטור של השאלון שבידכם בטופס המצורף.
- ♦ סמנו את מספרי התשובות הנכונות במקומות המיועדים לכך בטופס המצורף.
- ♦ בתום הבחינה, מסרו את טופס התשובות.
- ♦ משך הבחינה 3 שעות.
- ♦ הבחינה כוללת 10 שאלות. יש לענות על כולן.
- ♦ לכל שאלה יש תשובה נכונה אחת בלבד.
- ♦ בתשובות לשאלות מספריות בחרו את התשובה הקרובה ביותר.
- ♦ מותר השימוש בשני דפים בגודל A4 (ארבעה עמודים) עם רשימות אישיות.

ב ה צ ל ח ה !

לשימושכם:

$$\int e^{-\gamma x} dx = -\frac{1}{\gamma} e^{-\gamma x}$$

שאלה 1

שני שקי חול בעלי מסה שווה m_0 , תלויים במצב מנוחה על גלגלת חסרת חיכוך (ראו ציור).
ברגע $t = 0$ נוצר חור באחד השקים ונופל ממנו חול בקצב λ כך שמסתו היא $m(t) = m_0 - \lambda t$.

מהי תאוצתו של השק השלם כפונקציה של הזמן?

א. $a(t) = \frac{\lambda g t}{m_0}$

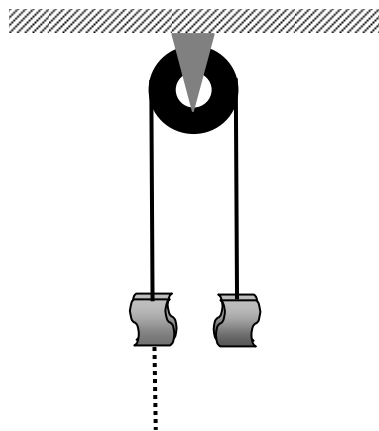
ב. $a(t) = \frac{g}{2}$

ג. $a(t) = g(1 + e^{\lambda t/m_0})$

ד. $a(t) = \frac{\lambda g t}{2m_0 - \lambda t}$

ה. $a(t) = g(1 - e^{-\lambda t/m_0})$

ו. $a(t) = g$

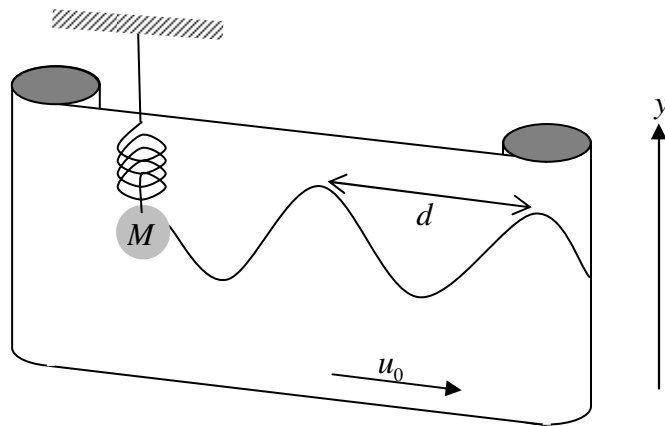


(הבהרה: השאלה מתייחסת לפרק הזמן שבו השק עדיין לא התרוקן והחול עדיין נשפך ממנו בקצב הקבוע λ .)

שאלה 2

משקולת שמסתה $M = 50\text{gr}$ תלויה בקצה קפיץ אנכי. מושכים את המשקולת כלפי מטה, ומשחררים אותה ממנוחה במרחק 10cm מנקודת שיווי המשקל שלה. המשקולת מבצעת תנודות אנכיות, כאשר כיוון התנועה החיובי נקבע כלפי מעלה. אל המשקולת מחובר סמן הרושם את מיקומה על גבי סרט נייר הנע ימינה במהירות קבועה $u_0 = 15\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$, כמתואר בתרשים (החיכוך בין הסמן לסרט הנייר זניח). המרחק הנמדד בין שני שיאים עוקבים על סרט הנייר הוא $d = 30\text{cm}$.

מהו קבוע הקפיץ, ומהי מהירות המשקולת בעוברת בפעם הראשונה דרך נקודת שיווי המשקל?



א. $k = 0.49\text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$, $v = 31\hat{y}\text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$

ב. $k = 0.49\text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$, $v = -31\hat{y}\text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$

ג. $k = 4.9 \cdot 10^{-3}\text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$, $v = 15\hat{y}\text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$

ד. $k = 1.25 \cdot 10^{-3}\text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$, $v = -15\hat{y}\text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$

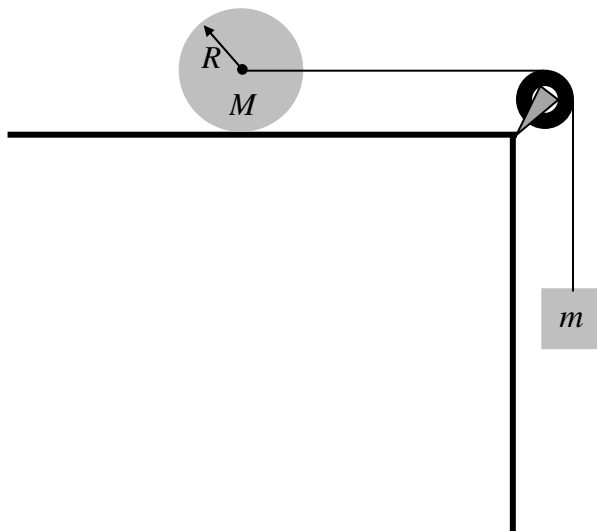
ה. $k = 1.25 \cdot 10^{-2}\text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$, $v = 5\hat{y}\text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$

ו. $k = 1.25 \cdot 10^{-2}\text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$, $v = -5\hat{y}\text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$

שאלה 3

גלגל בעל מסה M , רדיוס R ומומנט אינרציה I מונח על שולחן. חוט העובר דרך גלגל מחבר בין ציר העובר במרכז הגלגל לבין המשקולת m , כמתואר בתרשים. המשקולת נמשכת כלפי מטה בהשפעת כוח הכובד, ומושכת עימה את הגלגל, שמתגלגל על השולחן ללא החלקה. אין חיכוך בין החוט לגלגל.

מהי תאוצת מרכז המסה של הגלגל?



א. $\frac{mg}{M + m + I / R^2}$

ב. $\frac{mg}{M + m}$

ג. $\frac{mg}{M - m + I / R^2}$

ד. $\frac{Mg}{M - m + I / R^2}$

ה. $\frac{mg}{M + I / R^2}$

ו. $\frac{Mg}{m + I / R^2}$

שאלה 4

סירת מפרש שמסתה 200 kg שטה באגם. נתון שכאשר הסירה נעה, המים מפעילים עליה כוח התנגדות ("כוח גרר") $\vec{F}_w = -b\vec{v}$, כאשר b הוא קבוע כלשהו (שאיננו נתון), ואילו $\vec{v}$ היא מהירות הסירה. כמו כן, כאשר נושבת רוח והמפרש מונף, הרוח מפעילה כוח $\vec{F}_s$ על הסירה. בשלב הראשון נושבת רוח חזקה שמפעילה כוח של $F_s = 200\text{ N}$ (בכיוון קבוע), וכתוצאה מכך הסירה נעה במהירות קבועה $v_0 = 10\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. ברגע מסוים $t = 0$ המפרש נשבר, ומרגע זה והלאה $F_s = 0$, ומהירות הסירה מתחילה לקטון בגלל כוח הגרר.

לאיזה מרחק מנקודת שבירת המפרש תגיע הסירה בזמן מאוחר $(t \rightarrow \infty)$?

א. 50 מטר

ב. 100 מטר

ג. 150 מטר

ד. 200 מטר

ה. 300 מטר

ו. 400 מטר

שאלה 5

ביקום מקביל, כוח המשיכה בין שתי מסות m_1 ו- m_2 נתון ע"י חוק הכוח:

$$\vec{F}(\vec{r}) = -Am_1m_2e^{-\alpha r}\hat{r}$$

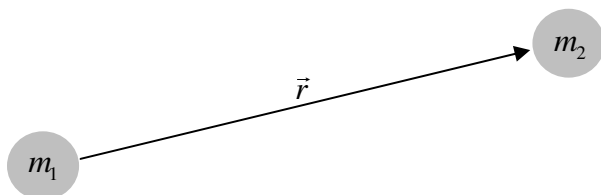
כאשר $\vec{r} = r\hat{r}$ הוא וקטור ההעתקה בין שתי המסות, ואילו A, α הם קבועים:

$$A = 5 \cdot 10^{-9} \text{ N} \cdot \text{kg}^{-2}, \alpha = 5 \cdot 10^{-6} \text{ meter}^{-1}$$

כל שאר חוקי הפיזיקה ביקום זהים לחוקים ביקום שלנו.

ביקום מקביל זה, לוויין שמסתו 500 kg ממוקם במרחק 50 km מכוכב שמסתו $5 \cdot 10^{12} \text{ kg}$ (ניתן להתייחס לכוכב והלוויין כאל מסות נקודתיות). ברגע $t = 0$ משגרים את הלוויין בכיוון הרדיאלי, ומקנים לו מהירות $\vec{v} = v\hat{r}$.

מהו הגודל המינימלי של המהירות v , הנדרש על-מנת שהלוויין "יברח" מהכוכב (כלומר שהלוויין לא ישוב לעולם לכוכב)?



א. 44 ק"מ לשנייה

ב. 88 ק"מ לשנייה

ג. 158 ק"מ לשנייה

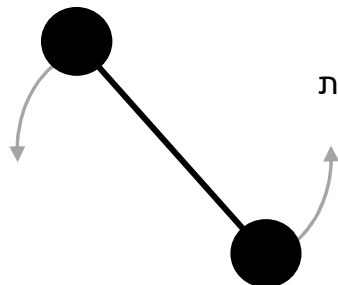
ד. 176 ק"מ לשנייה

ה. 306 ק"מ לשנייה

ו. 412 ק"מ לשנייה

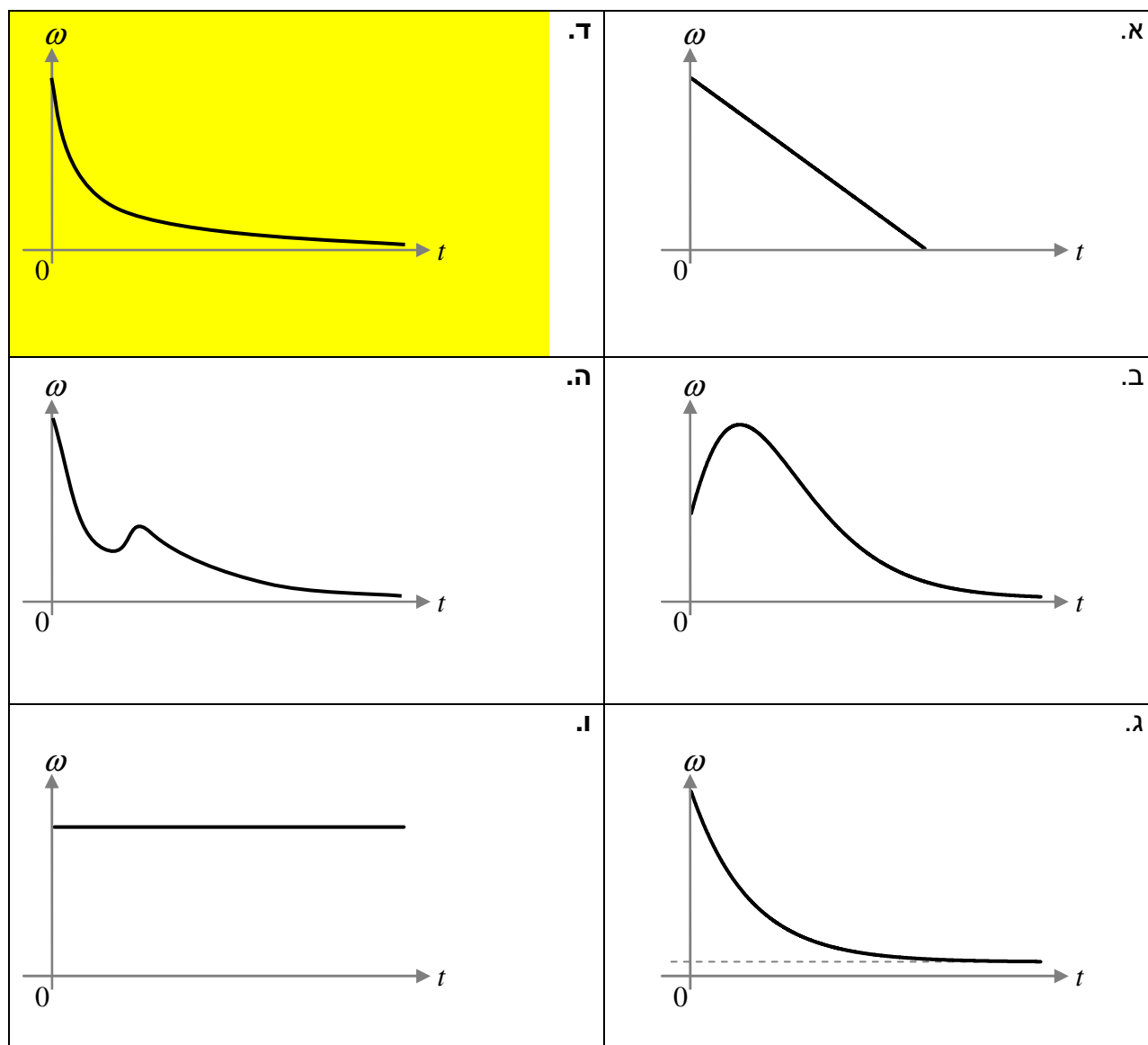
שאלה 6

אל מוט שמסתו זניחה מחוברים שני כדורים זהים, מצופים בדבק. המוט מונח על שולחן מכוסה חול. ברגע $t = 0$ מסובבים את המוט סביב מרכז המסה שלו ומקנים לו מהירות זוויתית התחלתית ω_0 . אין

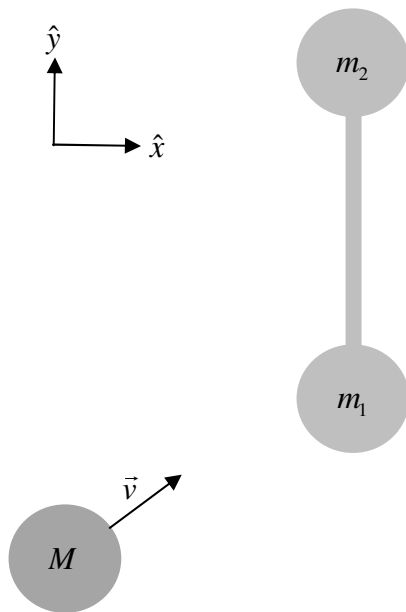


חיכוך בין הכדורים לשולחן; עם זאת, במהלך תנועתם הכדורים סופחים חול וכתוצאה מכך מסתם גדלה. נתון כי כמות החול הנדבקת לכדורים פרופורציונית למהירות הקווית הרגעית של הכדורים: בכל רגע נתון (ולכל אחד משני הכדורים), קצב שינוי המסה הוא $\dot{m} = \alpha|v|$, כאשר α הוא קבוע.

סמנו את הגרף המתאר נכונה את $\omega(t)$. [אין צורך למצוא את $\omega(t)$ במפורש].



שאלה 7



בשני קצותיו של מוט חסר מסה בעל אורך L מחוברות שתי דיסקות זהות, בעלות מסה $m_1 = m_2 = m$. המוט מונח על שולחן אופקי חסר חיכוך. בהתחלה המוט נמצא במנוחה, וכיוונו מקביל לציר $\hat{y}$. מסה אחרת M מחליקה על השולחן במהירות $\vec{v} = V(\hat{x} + \hat{y})$. ברגע מסוים המסה הנעה מתנגשת בדיסקה מס' 1 (ראה תרשים). נתון שכתוצאה מההתנגשות (שאיננה בהכרח אלסטית) המסה M נעצרת, והמוט מתחיל לנוע. מימדי המסה M והדיסקות זניחים ביחס ל- L .

מה תהיה המהירות הזוויתית של המוט לאחר ההתנגשות?

א. $\frac{2m}{M} \frac{V}{L}$

ב. $\frac{2M}{m} \frac{V}{L}$

ג. $\frac{V}{2L}$

ד. $\frac{m}{M} \frac{V}{L}$

ה. $\frac{M}{m} \frac{V}{L}$

ו. $\frac{V}{L}$

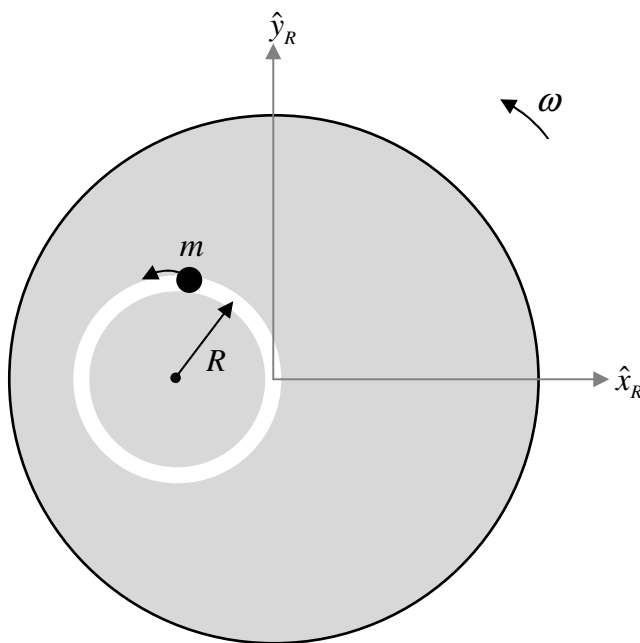
שאלה 8

דיסקה מישורית גדולה מסתובבת סביב ציר אנכי במהירות זוויתית קבועה ω . הדיסקה ממוקמת במישור $x_R - y_R$ (דהיינו $z_R = 0$) ומסתובבת סביב ציר $\hat{z}_R$, כאשר $(\hat{x}_R, \hat{y}_R, \hat{z}_R)$ מהווים מערכת-צירים קרטזית המסתובבת עם הדיסקה.

על מישור הדיסקה סלולה מסילה מעגלית ברדיוס R שמרכזה ממוקם בנקודה $(\hat{x}_R, \hat{y}_R, \hat{z}_R) = (-R, 0, 0)$ כמתואר בתרשים. על המסילה המעגלית נעה קרונית בעלת מסה m במהירות קבועה (ביחס למערכת המסתובבת) $|\vec{v}_R| = u$.

הן סיבוב הדיסקה והן התנועה המעגלית של הקרונית הם בניגוד למגמת מחוגי השעון.

חשב את הכוח שהקרונית מפעילה על המסילה ברגע שבו הקרונית חולפת בנקודת הראשית, $(\hat{x}_R, \hat{y}_R) = (0, 0)$.



$\text{ד. } m \left(\frac{u^2}{R} - 2u\omega - \omega^2 R \right) \hat{x}_R$	$\text{א. } m \left(\frac{u^2}{R} + 2u\omega \right) \hat{x}_R$
---	--

$\text{ה. } m\omega^2 R \hat{x}_R + 2mu\omega \hat{y}_R$	$\text{ב. } m(2u\omega - \omega^2 R) \hat{x}_R$
--	---

$\text{ו. } \frac{mu^2}{R} \hat{x}_R - mu\omega \hat{y}_R$	$\text{ג. } m(\omega^2 R + u\omega) \hat{x}_R$
--	--

שאלה 9

חללית ממריאה מכדוה"א ומתרחקת במהירות קבועה $v = 0.6c$.
ברגע $\Delta t' = 1000s$ לאחר השיגור - כפי שנמדד בשעון החללית - נשלח מהחללית סיגנל רדיו. הסיגנל נע במהירות האור ונקלט בכדוה"א ברגע Δt לאחר השיגור, כפי שנמדד בשעון כדוה"א.

חשב את Δt .

א. $500s$

ב. $600s$

ג. $1000s$

ד. $1250s$

ה. $1667s$

ו. $2000s$

שאלה 10

כוכב אברק (סיריוס) ממוקם במרחק של 8.6 שנות אור מאיתנו. בני זוג, אסטרונוטית וגיאולוג, נפרדים לצורך עבודתם לתקופה של מספר שנים, שבהם האסטרונוטית תערוך מסע מחקר לאברק, ובן זוגה הגיאולוג ימתין לה בכדור"א. לפני הפרידה שניהם מאפסים את שעוני היד שלהם. הבחורה עולה על חללית וטסה לאברק במהירות קבועה $v = 0.8c$. בהגיעה לאברק היא מתגעגעת וטסה מיידית חזרה לכדור"א, שוב במהירות קבועה $v = 0.8c$. כשהיא נפגשת עם בן-זוגה בכדור"א הם משווים את הזמנים בשעוני היד שלהם.

מה יהיה הפרש הזמנים $\Delta \tau$ בין הזמן שמראה שעון האסטרונוטית לבין הזמן שמראה שעון הגיאולוג?

א. 0

ב. 4.3 שנים

ג. 7.116 שנים

ד. 8.6 שנים

ה. 17.2 שנים

ו. 10.75 שנים