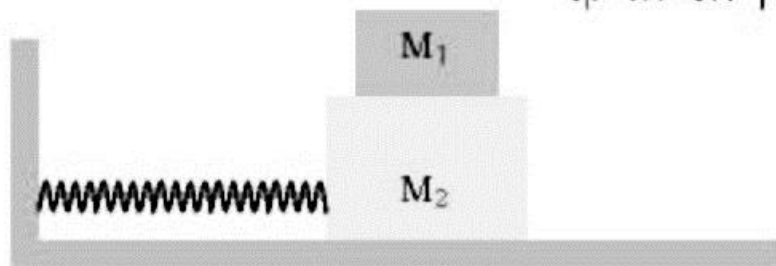


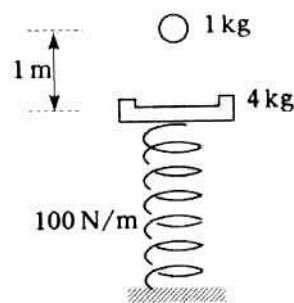
Problems to Oscillations

1.

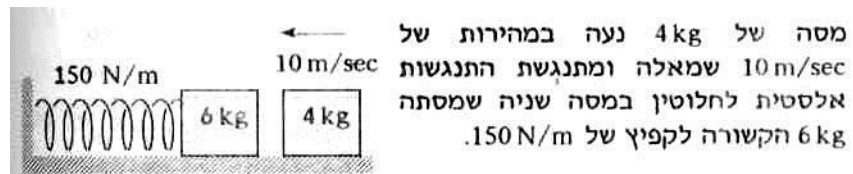
1. נתונים שני גופים אחד מעל לשני כמתואר באיור. מסת הגוף העליון היא 1.22 ק"ג, ומסת הגוף השני היא 19.25 lb. מקדם החיכוך בין שני הגופים הוא $\mu_s=0.42$ וקבוע הקפיץ הוא $k=344 \text{ N/m}$. מצא/י את האמפליטודה המכסימלית (בכיתה הגדרנו אותה כ- X_{\max}) כך שדגוף העליון לא יחליק.



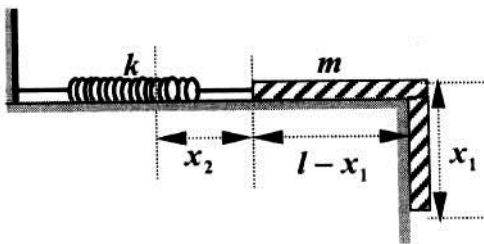
2.



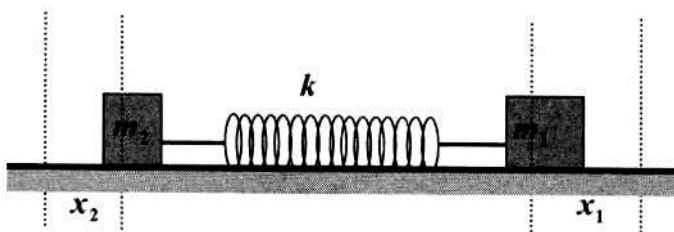
מגש שמסתו 4 kg מונח על קפיץ אנכי, שקבוע הקפיץ שלו 100 N/m. מגובה 1 m נופל עליו כדור שמסתו 1 kg ומתנגש בו התנגשות פלסטית. א. מהי משרעת התנודות? ב. מהו זמן המחזור של התנודות? ג. מהו הביטוי להעתק כפונקציה של הזמן? ד. מהו הביטוי למהירות כפונקציה של הזמן? ה. מהי האנרגיה הכללית של התנועה, ביחס לנקודת שיווי המשקל?



- תוך כמה זמן תיעצר המסה הקשורה בפעם הראשונה לאחר ההתנגשות, בכל אחד מהמצבים הבאים של המסה של 6 kg:
- המסה נמצאת במנוחה לפני ההתנגשות.
 - המסה נמצאת בנקודה הימנית הקיצונית של תנועה הרמונית במשרעת של 50 cm.
 - המסה נמצאת בנקודה השמאלית הקיצונית של תנועה הרמונית במשרעת של 50 cm.
 - המסה נמצאת בנקודת שיווי המשקל של תנועה הרמונית במשרעת של 50 cm, כאשר היא נעה ימינה.
 - המסה נמצאת בנקודת שיווי המשקל של תנועה הרמונית במשרעת של 50 cm, כאשר היא נעה שמאלה.
 - המסה נמצאת 20 cm מימין לנקודת שיווי המשקל בתנועה הרמונית במשרעת של 50 cm, כאשר היא נעה שמאלה.

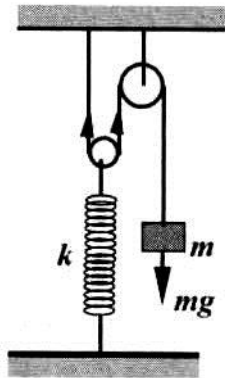


- חבל אחיד שמסתו m ואורכו l מונח על שולחן אופקי וחלק. קצהו האחד של החבל רתום לקפיץ בעל קבוע כוח k . המערכת בשיווי משקל במצב בו קצהו השני של החבל משתלשל בשיעור x_1 והקפיץ מתוח בשיעור של x_2 ביחס למצבו הרפוי. ממצב זה מושכים את החבל כלפי מטה בשיעור נוסף, x ומרפים ממנוחה.
- רשום ביטוי לכוח השקול הפועל על החבל כפונקציה של x .
 - מה התנאי שהמערכת תהיה: בשיווי משקל יציב, רופף או אדיש?
 - באיזה מהמצבים לעיל, תנוע המערכת בתה"פ ומה יהיה זמן המחזור?



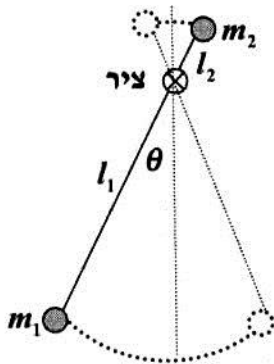
- מצא תדירות של מערכת המורכבת משני בולים בעלי מסות m_1, m_2 המחוברות ביניהן על ידי קפיץ בעל קבוע כוח k .

6.



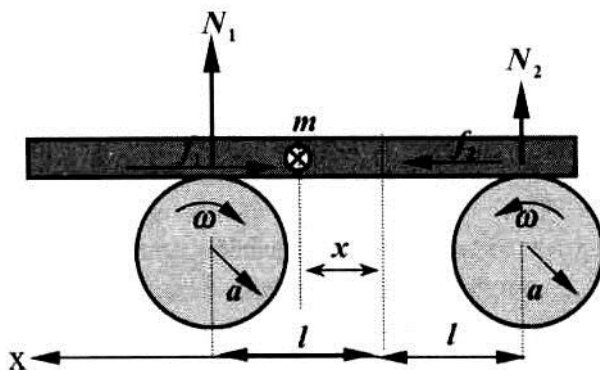
- במערכת שנתונה מוצגים בתרשים:
 א. חשב בכמה מתארך הקפיץ במצב של שיווי משקל.
 ב. מושכים את הכול בשיעור x מהנש"מ ועוזבים אותו ממנוחה מה הכוח השקול הפועל עליו?
 ג. חשב את זמן המחזור של התנועה.
 ד. מהי המשרעת המקסימלית המותרת כך שהחוט לא יתרופף?

7.

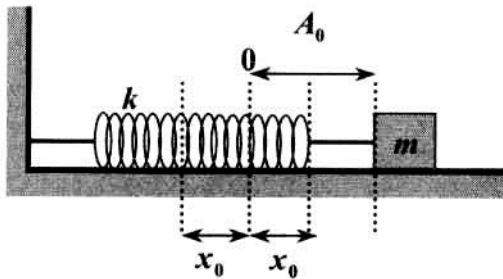


- שני כדורים קטנים בעלי מסות זהות $m_1 = m_2 = m$ מחוברים בקצות מוט קשיח שאורכו l_0 ומשקלו זניח. מחברים את המוט לציר אופקי וחלק העובר במרחק l_1 מקצהו התחתון ו- l_2 מקצהו העליון ($l_1 > l_2$). במצב זה המערכת מבצעת תנודות קטנות במישור אנכי.
 א. חשב את זמן המחזור.
 ב. חקור את מקרי הגבול בהם: 1. $l_1 = l_2$ ו 2. $l_2 = 0$.

8.



- קורה אחידה וארוכה שמסתה m מונחת על שני גלילים זהים המסתובבים סביב צירים במהירות זוויתית זהה ω ובמגמות הפוכות כמוראה בתרשים. רדיוס כל גליל הוא a ומקדם החיכוך בינו ובין הקורה הוא μ (סטטי וקינטי). המרחק בין מרכזי הגלילים הוא $2l$. מסיטים את הקורה ימינה בשיעור x כמוראה בתרשים.
 א. חשב את הכוחות הנורמליים הפועלים על הקורה.
 ב. חשב את כוח החיכוך השקול הפועל עליה.
 ג. הראה שהגוף ינוע בתה"פ וחשב את זמן המחזור.



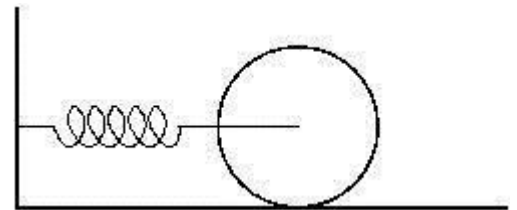
כול בעל מסה m רתום לקפיץ בעל קבוע כוח k ומונח על שולחן אופקי. מקדמי החיכוך בין השולחן והכדור הם: $\mu_k = \mu_s = \mu$. מסיטים את כול בשיעור A_0 מהמצב הרפוי

ומרפים ממנוחה. נתון: $kA_0 > \mu mg$

- תאר איכותית את תנועת הכדור. האם היא תהיה הרמונית?
- לאיזה מרחק מקסימלי, מהמצב הרפוי, יגיע הכדור?
- איזו דרך כוללת יעבור הכדור עד עצירתו הסופית?
- כעבור כמה זמן יגיע הכדור לראשונה לנקודת הרפיון של הקפיץ (המסומנת ע"י 0 בתרשים)

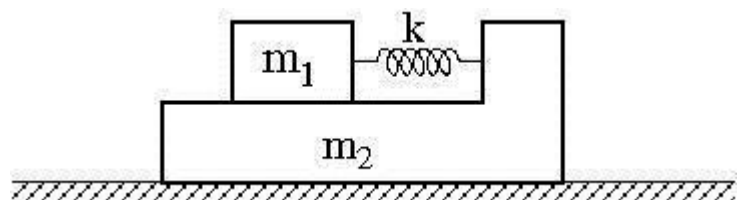
10

- דיסקה בעלת מסה m ורדיוס R מחוברת לקפיץ בעל קבוע קפיץ k . בזמן $t = 0$ מסיטים את המסה ימינה בשיעור x_0 ומשחררים ממנוחה. נתון כי הדיסקה מבצעת גלגול ללא החלקה לכל אורך תנועתה.
- מהי תדירות התנודות שמבצעת הדיסקה?
 - מהם ההעתק המהירות והתאוצה כתלות בזמן $(x(t), v(t), a(t))$?
 - מה גודלו המינימלי של מקדם החיכוך הסטטי μ_s עבורו לא תחליק הדיסקה?



11

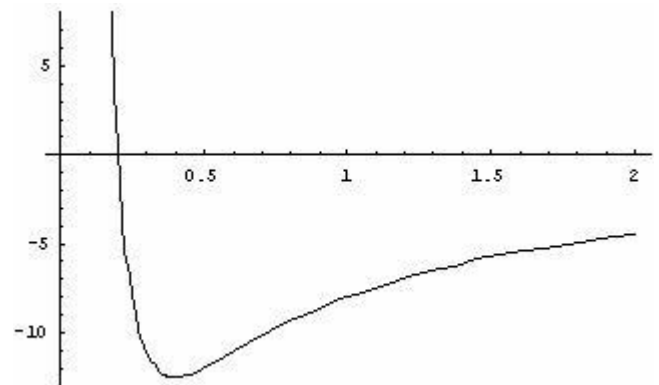
- גוף נקודתי שמסתו m_1 חופשי לנוע אופקית ללא חיכוך על עגלה שמסתה m_2 . הגוף הנקודתי מחובר לעגלה בקפיץ בעל קבוע k . העגלה מונחת על משטח אופקי חסר חיכוך. מותחים את הקפיץ ומשחררים את המערכת ממנוחה.
- מהי תדירות התנודות שיבצעו הגוף הנקודתי והעגלה?
 - מהי התדירות בגבולות $m_1 \ll m_2$ ו- $m_1 \ll m_2$?



מולקולה דו-אטומית

נתונה מולקולה דו אטומית המורכבת משני אטומים בעלי מסה של m . הקשר הבינאטומי התון על ידי הפוטנציאל:

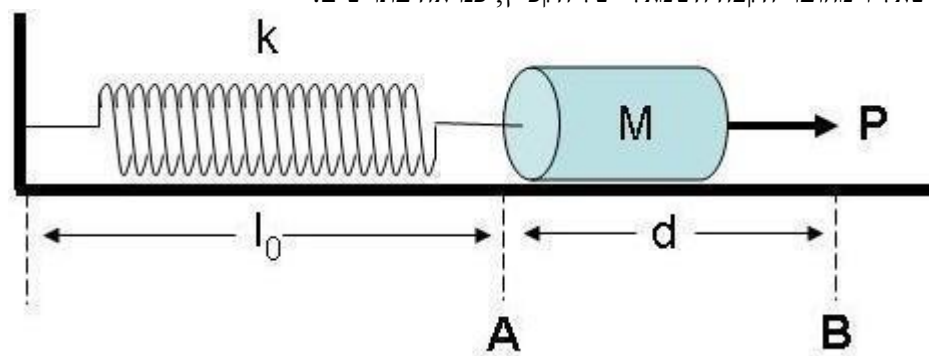
$$E_p = -\frac{A}{x} + \frac{B}{x^2}$$



- (א) מהי נקודת שיווי המשקל של המולקולה?
 (ב) מהי המסה המצומצמת בבעיה?
 ג הראה/י כי עבור תנודות קטנות סביב נקודת שיווי המשקל, ניתן לפתח את הכוח לטור טיילור בסדר I , כך שהמולקולה תנדנד בתנועה הרמונית פשוטה.
 (ד) מהו זמן המחזור של התנודה?

13.

בול שמסתו $M=0.5\text{kg}$ נמצא על שולחן אופקי חלק ומחובר אל קצהו הימני של קביץ שקבועו $k=40\text{N/m}$. אורכו הרפוי של הקביץ הוא $l_0=0.6\text{m}$. מתחיל לפעול על הבול כאשר הוא נמצא במנוחה בנקודה A , המרוחקת $l_0=0.6\text{m}$ מהקיר האנכי שאליו מחובר הקצה השמאלי של הקביץ, כנראה בתרשים.



1. מהי מהירות הגוף בעוברו בנקודה B הנמצאת במרחק $d=0.25\text{m}$ מימין לנקודה A ?
2. בנקודה B מפסיק הכח P לפעול והגוף ממשיך לבצע תנודות אפקיות. לאיזה מרחק מינימלי מהקיר האנכי מגיע הבול במהלך תנודותיו?
3. כמה זמן חולף מרגע הפסקת פעולת הכח P , עד הפעם הראשונה בה מגיע הגוף אל הנקודה הקרובה ביותר אל הקיר האנכי?

שמאלה מנקודת שווי cm הגוף מוסט $20 N/m$ קשור משני צדדיו לשני קפיצים זהים שקבוע הקפיץ שלהם $200 kg$ גוף שמסתו 1 המשקל ומשוחרר.



1. מהי תדירות התנועה?
2. מהי האנרגיה הכללית של הגוף?
3. $x(t)$?
4. מימין לנקודת שווי המשקל cm תוף כמה זמן יגיע הגוף לנקודה הנמצאת 5 ?

עבור מטוטלת הרמונית ידוע שאורך החוט 2 מטר.
ב $t=0$ ידוע ש :

$$\theta = 0$$

$$v = 0.75 m/s$$

- א. מצא את האמפליטודה של הזווית ושל ההעתק
- ב. רשום משוואות עבור

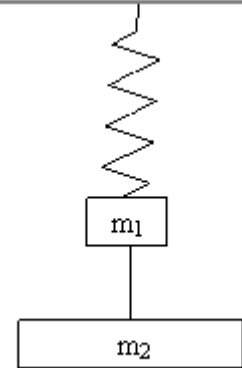
$$x(t), v(t), a(t)$$

$$\theta(t), \omega(t), \alpha(t)$$

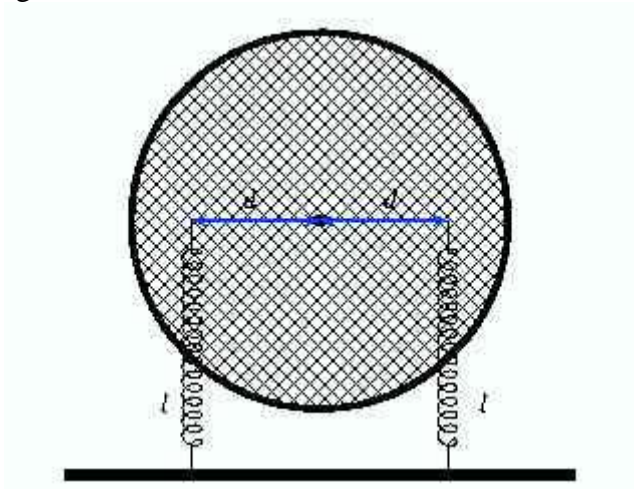
- כדור באולינג במסה $3 kg$ מונח על ריצפה חלקה וקשור לקפיץ כמראה. קבוע הקפיץ 111 ניוטון/מטר. כדור באולינג זהה המגיע במהירות $10 m/s$ מתנגש בו אלסטית (זמן ההתנגשות זניח).
א. מהי האמפליטודה של התנועה? A ?
ב. מהו זמן מחזור התנועה?
ג. כתבו את $x(t)$ מיקום הכדור הקשור מרגע הפגיעה ואילך.
ד. תוך כמה זמן יגיע הכדור למרחק של $A/2$ מנקודת שיווי המשקל (בפעם הראשונה)?



מסה $m_2=2 \text{ kg}$ קשורה למסה $m_1=1 \text{ kg}$ ע"י חוט דק m_1 . קשורה לקפיץ אנכי (ראו ציור) שקבוע קפיצו $k=100 \text{ N/m}$ המערכת נמצאת במנוחה ואז נקרע החוט.
 א. מהו המיקום ההתחלתי של התנועה יחסית למצב הרפוי של הקפיץ?
 ב. מהו מיקום נקודת שיווי המשקל יחסית למצב הרפוי של הקפיץ? מהי האמפליטודה של התנועה ההרמונית?
 ג. מצאו ביטוי למיקום הגוף כפונקציה של הזמן (מרגע היקרע החוט).
 ד. מדוע התנועה ההרמונית נקראת תנועה הרמונית פשוטה?



A disk of the mass m and radius r is connected to two parallel identical springs (k, l) as shown in the figure.



Find the frequency of rotational oscillations around the center of the disk.

Solution:

Let the disk rotate by a small angle $\theta \ll 1$. The total energy is $E = I\dot{\theta}^2/2 + 2 \cdot \frac{1}{2}k(d\theta)^2$, so that $\omega^2 = 2kd^2/I$, where $I = mr^2/2$.

כבידה ותנועה הרמונית

מנהרה צרה וחלקה נחפרה לאורך קוטרו של כדור"ה (א'). עוזבים בפתחה כדור. בהנחה שצפיפות כדור"ה קבועה, הראה/י כי: (א) תנועת הכדור היא תה"פ. (ב) האם תנועתו תהיה תה"פ גם עבור מקרים ב' וג'?

