פיזיקה קלאסית 1
תרגיל 7

22 בדצמבר 2024

1. לגוף במסה M מחובר קפיץ חסר מסה בעל קבוע קפיץ k ואורך מנוחה l. הגוף עם הקפיץ מצוי במנוחה על משטח חסר חיכוך. גוף אחר בעל מסה m נע במהירות v לכיוון הקפיץ, כמתואר באיור (הבעיה חד-מימדית).

(א) הניחו התנגשות אלסטית. מהי מהירות המסות לאחר ההתנגשות אם:

i. הקפיץ 'תקין', כלומר הוא מתכווץ ונמתח כרגיל.

ii. הקפיץ 'לא תקין', ומשמש כמוט קשיח חסר מסה. האם המהירויות השתנו?

(ב) מצאו את מהירות ומיקום מרכז המסה כפונקציה של הזמן. נתון שהמרחק ההתחלתי בין המסות הוא L.

(ג) חוזרים על הניסוי, אך הפעם המסה m נדבקת לקפיץ בתחילת ההתנגשות. במערכת מרכז המסה, מצאו את מהירות המסה M כפונקציה של המיקום שלה, כאשר:

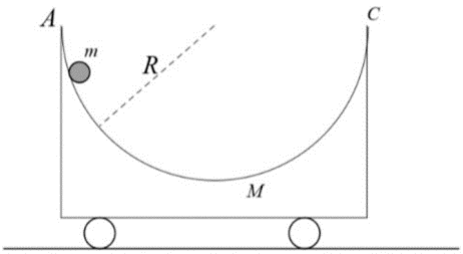
i. הקפיץ 'תקין', כלומר הוא מתכווץ ונמתח כרגיל (הניחו שימור אנרגיה).

ii. הקפיץ 'לא תקין', ומשמש כמוט קשיח חסר מסה. האם המהירויות השתנו?

2. עגלה במסה M עומדת על מישור אופקי חלק. על העגלה מותקן משטח בעל חתך של חצי מעגל ברדיוס R. מאפשרים למסה נוספת m להחליק מנקודה A, ללא חיכוך, תחת השפעת כוח הכובד.

(א) רשמו את המשוואות לשימור תנע ושימור אנרגיה של המערכת, כפונקציה של המסות ורכיבי המהירויות של המסות בלבד.

(ב) האם המסה m תגיע לנקודה C? אם כן, מצאו את מהירות המסה m ואת המרחק שעברה העגלה כאשר המסה m מגיעה לנקודה C.



3. מסה נקודתית m_1 מוצבת בתחתית מסה נקודתית נוספת: $m_2 = \alpha m_1$. מרימים את המסות יחד לגובה h מהרצפה ומשחררים ממנוחה (תחת כוח הכובד). המסה m_1 מבצעת התנגשות אלסטית עם הרצפה ומיד לאחר מכן מתנגשת אלסטית עם המסה m_2.

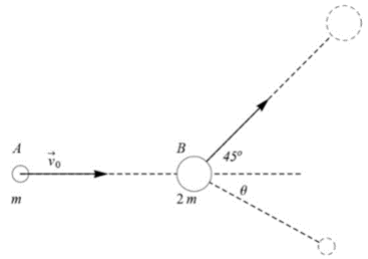
(א) מהו הגובה המקסימלי אליו תגיע המסה m_2 לאחר ההתנגשות? מהו גובה זה עבור הגבול בו המסה m_2 קלה בהרבה ממסה m_1 ($\alpha \ll 1$)?

(ב) חוזרים על הניסוי עם 3 מסות. המסה השלישית מקיימת: $m_3 = \beta m_2$, והיא מונחת מעל המסה m_2. לאיזה גובה מקסימלי תגיע המסה m_3? בדקו את מקרה הקצה בו $\beta \ll 1$. (לא חובה: מצאו חוקיות עבור n מסות).

4. גוף בעל מסה m נע במהירות v_0 ומתנגש בגוף בעל מסה $2m$ שנמצא במנוחה. הגופים מתנגשים אנאלסטית (אין שימור אנרגיה), ונתון שהאנרגיה שאבדה בהתנגשות היא חצי ממקסימום האנרגיה שיכולה להיאבד בהתנגשות כללית. לאחר ההתנגשות, הגוף בעל המסה $2m$ מתפזר בזווית של 45 מעלות ביחס לציר ההתנגשות (כמתואר באיור).

(א) רשמו את כל המשוואות שאפשר להסיק מהתיאור. כמה נעלמים יש בבעיה? האם יש מספיק משוואות כדי לחלץ את זווית הפיזור θ של הגוף עם המסה m?

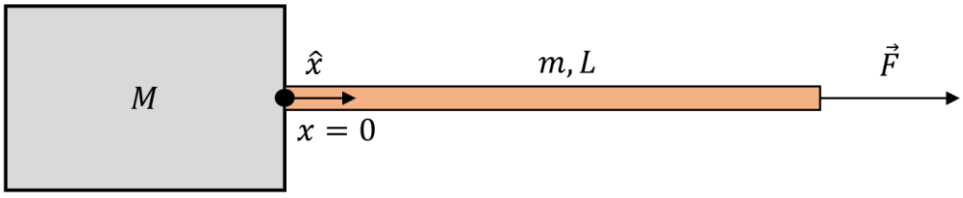
(ב) חשבו את θ.



.5

מסה M מחוברת לחבל כמתואר באיור. החבל הינו באורך L, בעל מסה כוללת m אשר מפולגת לאורך החבל בצפיפות מסה אחידה $\lambda = L/m$. המסה והחבל נמצאים בחלל ללא כבידה.

מושכים את החבל בכוח $\vec{F}$ כמתואר באיור. נתון כי החבל לא יכול לשנות את אורכו.

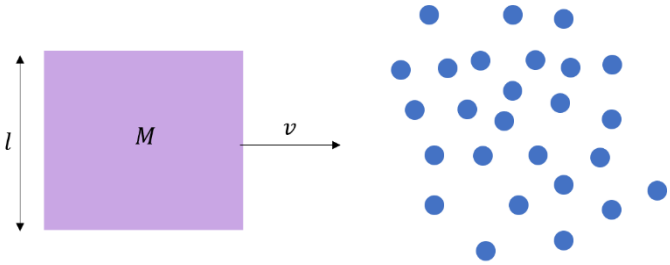


א. מה תאוצת המסה M?

ב. נסמן ב- $x = 0$ את נקודת החיבור של החבל עם המסה (ראו איור). מה המתיחות בחבל כתלות במרחק מנקודה זו? כלומר, מה היא $T(x)$?

.6

קוביה בעלת מסה M ואורך l, נעה בתוך גז בעל צפיפות ρ במהירות $v\hat{x}$ ימינה. כאשר המסה מתנגשת בחלקיקי הגז, הם מתפזרים בהתנגשות אלסטית. בתירגול, הנחנו שחלקיקי הגז נייחים, כעת נניח הנחה קצת יותר ריאלית, והיא שחלקיקי הגז נעים בכיוונים אקראיים במהירות u כך ש- $u > v$.



משום שהקובייה נעה רק בציר ה-x, ניתן להתעלם מהתנע של הגז בצירים y,z, ולכן נניח שחלקיקי הגז רק נעים בציר ה-x. כמו כן, למרות שכל אחד מחלקיקי הגז נע במהירות גדולה, המהירות הממוצעת שלהם היא 0, ולכן נניח שחצי מחלקיקי הגז נעים במהירות $u\hat{x}$ ימינה, וחצי במהירות $-u\hat{x}$ שמאלה.

תחת הנחות אלו, מצאו את הכח הפועל על הקובייה.