

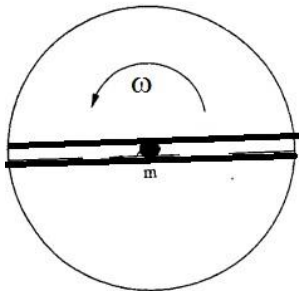
4. מסה מונחת בתוך תעלה החצובה בדיסקה, כך שהיא מסוגלת רק לתנועה חד מימדית כנראה בציר. המסה מחוברת לשני קפיצים המעוגנים בדיסקה (הם לא זזים). לשני הקפיצים קבוע קפיץ זהה k .

א. בהיעדר חכוך, אם המסה נמצאת בנקודת שיווי המשקל שלה ויש לה מהירות התחלתית v_0 ימינה, מה יהיה מיקומה בכל זמן בעתיד? (אפשר לצורך סעיף זה להניח כי הציר לאורך התעלה הוא ציר x) (5 נק)

[אגב, לאורך כל השאלה אין בעיה להחליף את שני הקפיצים בקפיץ בודד עם קבוע $2k$.]

$$x = \frac{v}{\omega_0} \sin(\omega_0 t) \quad \omega_0 = \sqrt{\frac{2k}{m}}$$

ב. חזור על סעיף א' במצב בו יש בתוך התעלה נזל המפעיל כח חיכוך שגודלו bv וכיוונו נגד כיוון התנועה. (אפשר לצורך סעיף זה להניח כי הציר לאורך התעלה הוא ציר x) (4 נק.)



$$x = \frac{v}{\omega_1} e^{-\frac{bt}{2m}} \sin(\omega_1 t) \quad \omega_1^2 = \omega_0^2 - \frac{\gamma^2}{4}$$

ג. נבטל את הקפיצים ואת החיכוך, ונדון במצב בו מתחילים לסובב את הדיסקה במהירות זוויתית קבועה ω . אם המסה נמצאת בזמן $t=0$ במנוחה בדיוק במרכז הדיסקה. מה יקרה לה? (4 נק.)

כלום

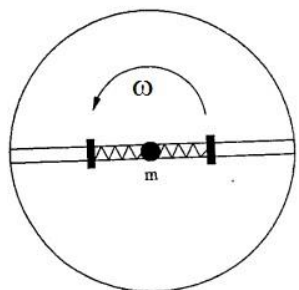
ד. כעת נניח כי בזמן $t=0$ המסה מוסטת מרחק r_0 ממרכז הדיסקה המסתובבת, ומהירותה ההתחלתית ביחס לדיסקה היא אפס. מה יהיה המיקום שלה בזמן t מאוחר יותר (הנח שהמסה נשארת עדיין בתוך התעלה). מה הכח שיפעילו עליה דפנות התעלה כפונקציה של הזמן? (5 נק.)

כעת פועל על המסה כח צנטריפוגלי

$$\begin{aligned} \ddot{r} &= a_r = r\omega^2 \\ r &= Ae^{\omega t} + Be^{-\omega t} \\ r &= r_0 \sinh(\omega t) \end{aligned}$$

הכח שמפעילה דופן התעלה הוא

$$ma_\theta = 2m\dot{r}\omega = 2mr_0\omega^2 \cosh(\omega t)$$



ה. וכעת לבעיה בה מופיעים גם הסיבוב וגם הקפיצים. שוב נניח שנקודת שיווי המשקל של הקפיצים איננה מרכז הדיסקה אלא היא מוסטת r_0 מהמרכז. כתוב את משוואת התנועה של המסה, כאשר אתה מתעלם מהאפשרות שהיא תפגע בעוגני הקפיצים (הנח שהם רחוקים מספיק). (5 נק.).

$$ma_r = m\ddot{r} - mr\omega^2 = -2kr$$

$$m\ddot{r} = m\omega^2 r - 2kr = -(2k - m\omega^2)r$$

ו. כהמשך לסעיף ה' ובמונחי k , m ו ω , הראה מהם התנאים לכך שהמסה תבצע תנודות הרמוניות ולעומת זאת מתי היא תנוע ללא עצירה החוצה. (5 נק.).

ברור שאם $2k > m\omega^2$ יהיו תנודות הרמוניות ואם להיפך התנועה החוצה תהיה ללא עצירה

ז. הראה כיצד משתנות משוואות התנועה שמצאת בסעיף ה', אם קיים גם חיכוך מגע של המסה בדפנות התעלה עם מקדם חיכוך μ . מה התנאי לכך שנקבל תנודות עם ריסון חזק? (5 נק.).

נקבל (אם התנודות הרמוניות) משוואת אוסילטור מרוסן ונזהה את הפרמטרים הרלוונטיים.

$$ma_r = m\ddot{r} - mr\omega^2 = -2kr - \mu N$$

$$N = 2m\dot{r}\omega$$

$$m\ddot{r} = m\omega^2 r - 2kr - \mu N$$

$$m\ddot{r} = -(2k - m\omega^2)r - 2m\dot{r}\omega$$

לכן הריסון יהיה חזק אם $k/m < \omega^2$