פיזיקה קלאסית 1
תרגיל בית 6

שאלות הרשות מסומנות ב-(*).

1. נתון הכח הבא:

$$\vec{F} = c(2x+3y)\hat{x} + d(3x+4y)\hat{y}$$

(א) מצאו את העבודה שעושה הכח על גוף הנע במסלול סגור לאורך מעגל המתואר ע"י $\vec{r}(\theta) = a\cos(\theta)\hat{x} + a\sin(\theta)\hat{y}$, כאשר הגוף מתחיל לנוע מהנקודה $(a,0)$. פתרו עבור c ו d כלשהם.

(ב) מצאו את העבודה שעושה הכח על גוף הנע במסלול סגור לאורך אליפסה המתוארת על ידי $\vec{r}(\theta) = a\cos(\theta)\hat{x} + b\sin(\theta)\hat{y}$, כאשר הגוף מתחיל לנוע מהנקודה $(a,0)$.

(ג) עבור אילו משתני c, d לא נעשתה עבודה (והכח משמר)? (לא חובה: מצאו את האנרגיה הפוטנציאלית עבור ערכים אלו, והראו שעבור משתנים אחרים לא ניתן למצוא אנרגיה פוטנציאלית).

2. **(* רשות)** נתונה האנרגיה הפוטנציאלית הבאה בחד מימד:

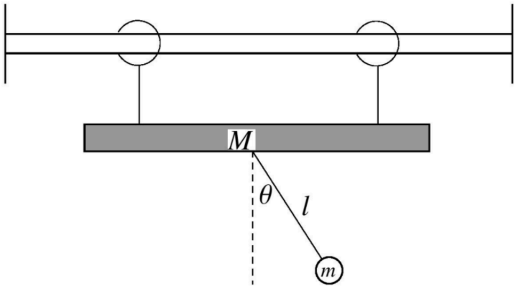
$$U(x) = 4\epsilon\left(\left(\frac{\sigma}{x}\right)^{12} - \left(\frac{\sigma}{x}\right)^{6}\right)$$

(א) עבור איזה $0 < x < \infty$ הכוח המשמר מתאפס?

(ב) מהי האנרגיה הפוטנציאלית במיקום זה?

(ג) גזרו את משוואת התנועה עבור חלקיק הנע תחת פוטנציאל זה.

3. (שאלה ברמת בחינה) גוף בעל מסה M תלוי בעזרת חישוקים חסרי מסה על גבי גליל חלק. מוט חסר מסה שאורכו l מחובר בצדו האחד לכדור בעל מסה m ובצדו האחר לציר חלק העובר דרך מרכזו של הגוף M כמתואר בשרטוט. משחררים את הכדור מזווית לא ידועה כלשהי ביחס לאנך והמערכת מתחילה לנוע.



(א) מצאו את היחס בין המהירות האופקית של המסה M לבין המהירות האופקית של המסה m.

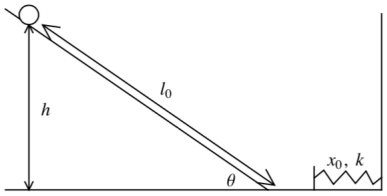
(ב) בטאו את האנרגיה הקינטית והאנרגיה הפוטנציאלית של המערכת, כתלות בזווית θ המתוארת באיור, בנגזרת שלה בזמן $\dot{\theta}$, ובגדלים הנתונים בבעיה (שימו לב שהזווית ההתחלתית אינה נתונה).

(ג) השתמשו בעקרון שימור האנרגיה, וגזרו ממשוואת האנרגיה משוואת תנועה. הראו שעבור זוויות קטנות[1] ומהירויות זוויתית קטנות ($\theta \ll 1$ וגם $\dot{\theta} \ll 1$) מתקבלת המשוואה:

$$\ddot{\theta} + \omega^2\theta + = 0$$

ומצאו את ω (אין צורך לפתור את המשוואה).

4. האיור מתאר מכשיר מדידה המורכב ממישור משופיע בזווית θ ,מישור אופקי חלק, וקפיץ בעל אורך מנוחה x_0 וקבוע k. משתמשים במכשיר הנ"ל לקביעת מקדם החיכוך הקינטי μ בין המישור המשופע לבין גוף קטן בעל מסה m .מודדים את המרחק l_0 ממנו יש לשחרר את הגוף כך שהקפיץ יתכווץ לחצי אורכו $x_0/2$. בטאו את μ באמצעות נתוני הבעיה.



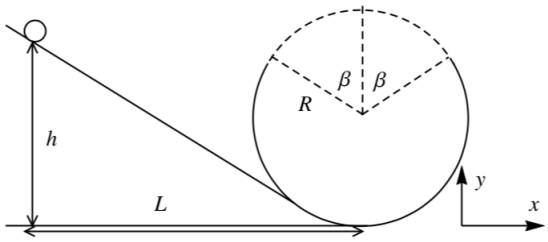
5. גוף בעל מסה m נע בתוך תווך, בו כח החיכוך שפועל עליו יחסי לריבוע מהירותו: $|f| = bv^2$, ומהירותו ההתחלתית היא v_0. הניחו כי בבעיה זו אין כבידה.

(א) מצאו את מהירות החלקיק כפונקציה של הזמן.

(ב) הראו מפורשות כי העבודה המבוצעת ע"י כח החיכוך עד לעצירת הגוף שווה לאנרגיה הקינטית ההתחלתית.

[1] עבור זוויות קטנות, אנו מקרבים $\cos(\theta) \approx 1, \sin(\theta) \approx \theta$

6. חלקיק שמסתו m מחליק ללא חיכוך על מסילה שצורתה מישור משופע המסתיים במעגל שרדיוסו R.



(א) חשבו את הגובה המינימלי h ממנו על החלקיק להחליק כדי שבאף נקודה הוא לא יעזוב את המסילה.

(ב) בגלל פגם בבניית המסילה, החלק העליון של הקשת (המתאים לזווית 2β) התמוטט. מה צריך להיות הגובה h כעת על מנת שהחלקיק ישלים סיבוב שלם? עבור איזה ערך של β יהיה גובה זה הקטן ביותר?

(ג) התבוננו בתנועה בקטע שבו $0 > x > L$ לפני שהחלקיק מגיע לתחילת הלולאה (כלומר שעודנו על המישור המשופע). הראו כי המהירות בכיוון x קשורה לגובה ההתחלתי h באופן הבא:

$$\dot{x} = \sqrt{\frac{2g(h - y(x))}{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2}}$$