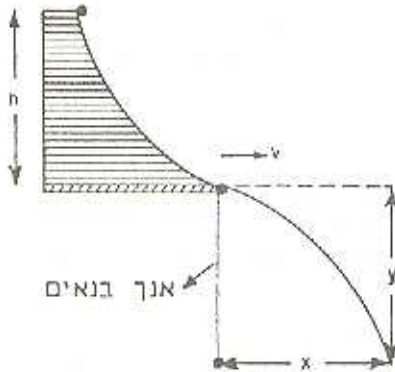


שימור אנרגיה במדרון

מאת: חיים ברזקר, גמנסיה אהל-שם, רמת-גן

מיכשור: מסלול שיגור משופע*, אנך בנאים קטן, כדור פלדה, מגבה (jack) מעבדתי, סרט מדידה מתכתי או סרגל, נייר פחם, כליבה.
מאמר זה לקוח מהחברת המכילה קובץ ניסויים המתוארים על-ידי חיים ברזקר. החוברת עומדת לצאת בקרוב בתוצאת המחלקה להוראת המדעים.

ביצוע הניסוי



תרשים 1

הצמד את מסלול השיגור למגבה המעבדתי בעזרת כליבה. הקפד על כך שבסיס המסלול יהיה אופקי. השחל את אנך הבנאים דרך פקק הפלסטיק הנמצא בבסיס של מסלול השיגור. כסה שטח של 50x50 סמ"ר על הריצפה בנייר פחם כשצידו המושחר פונה כלפי מעלה והנח עליו גליון נייר לבן בגודל שווה. הצמד את נייר הפחם והנייר הלבן לריצפה בעזרת נייר דבק. הקפד על כך שאנך הבנאים יגיע

עד כדי מילימטרים ספורים מעל לנייר הלבן. שחרר את כדור הפלדה מראש המדרון באופן שיתגלגל חופשית לכל אורך מסלול השיגור ובהגיעו לנקודה A שבתחתית מסלול השיגור בריצפה ויזרק אופקית ויפגע בריצפה במרחק x (ראה תרשים 1). מדוד את הגובה y ואת המרחק x. שנה בעזרת המגבה את הגובה y מעל לקרקע ותן שוב לכדור להתגלגל. מדוד את ה-y החדש וה-x המתאים. חזור על פעולה זו מספר פעמים. רכז את תוצאות המדידות בטבלה הבאה:
עד כדי מילימטרים ספורים מעל לנייר הלבן. שחרר את כדור הפלדה מראש המדרון באופן שיתגלגל חופשית לכל אורך מסלול השיגור ובהגיעו לנקודה A שבתחתית מסלול השיגור יזרק אופקית ויפגע בריצפה במרחק x (ראה תרשים 1). מדוד את הגובה y ואת המרחק x. שנה בעזרת המגבה את הגובה y מעל לריצפה

*פריט מס' 0470 ברשימת הציוד של תוכנית רהובות.

ותן שוב לכדור להתגלגל. מדוד את ה-y החדש וה-x המתאים. חזור על פעולה זו מספר פעמים. רכז את תוצאות המדידות בטבלה הכאה:
 אם נחלק (3) ב-(1) נקבל:

$$\frac{x^2}{y} = \frac{2v^2}{g}$$

אבל $\frac{x^2}{y}$ הוא שיפוע הישר שבתרשים 2, על כן:

$$v = \sqrt{\left(\frac{g}{2}\right) \times \text{שיפוע הישר}}$$

נחשב כעת את v משיקולים של שימור אנרגיה:
 אם נבחר כמישור ייחוס של האנרגיה הפוטנציאלית את המישור האופקי המכיל את הנקודה A, אזי בראש המדרון יש לכדור אנרגיה פוטנציאלית בלבד, mgh. אם נזכיה את התנגדות האוויר, נקבל כי בנקודה A הפכה כל האנרגיה הפוטנציאלית של הכדור לאנרגיה קינטית טרנסלטורית וסיבובית כלומר:

$$mgh = \frac{mv^2}{2} + \frac{1}{2} I\omega^2$$

אבל מומנט ההתמד I של כדור לגבי ציר העובר במרכזו הוא:

$$I = \frac{2}{5} mr^2$$

והקשר בין המהירות הזוויתית של הכדור, מהירותו הקווית ורדיוסו r הוא:

$$\omega = \frac{v}{r}$$

$$mgh = \frac{1}{2} mv^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{5} mr^2 \cdot \frac{v^2}{r^2} \quad \text{לכן:}$$

$$gh = \frac{7}{10} v^2 \quad \text{מכאן:}$$

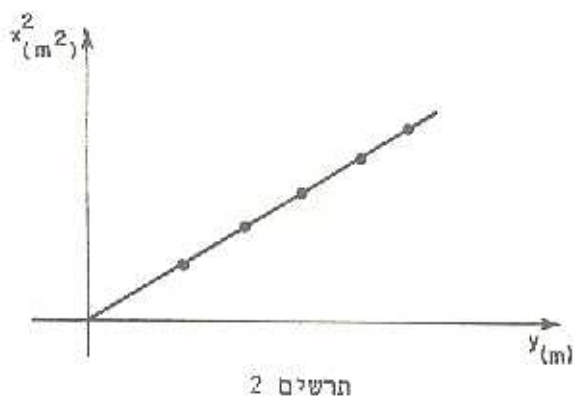
על כן תהיה מהירותו של הכדור בנקודה A, משיקולים של שימור אנרגיה:

$$v = \sqrt{\frac{10}{7} gh}$$

השווה את התוצאה שהתקבלה בניסוי משיקולים קינמטיים עם התוצאה המחושבת, ציין סיבות להבדל בין הערך הנמדד לערך המחושב.
 חזור על הניסוי שנית, הפעם עם כדור בעל קוטר גדול יותר. האם התקבלו תוצאות טובות יותר?

x (m)	x (m)	x^2 (m ²)

בעזרת הנתונים המרוכזים בטבלה הנ"ל, סרטט גרף של x^2 כפונקציה של y .
(תרשים 2).



תיאוריה וחישובים

את תנועתו של גוף הנזרק אופקית אפשר לפרק לשתי תנועות בלתי חלופיות:
האחת בכיוון אנכי, שהיא בעצם נפילה חופשית, ולכן:

$$y = \frac{1}{2}gt^2 \quad (1)$$

והשניה בכיוון אופקי, שהיא תנועה במהירות קצובה, ולכן:

$$x = vt \quad (2)$$

מהמשוואה האחרונה נובע:

$$x^2 = v^2 t^2 \quad (3)$$