

פתרון שאלה 4 (דריה, עידית)

תלמידים רוצים לבנות דגם של מקפצת סקי. הם בונים את המסלול ABC המתואר בסרטוט.

המסלול מורכב ממשטח AB המשופע

בזווית קבועה $\alpha = 20^\circ$, ומהקטע BC בו

השיפוע אינו קבוע. הנקודות B ו-C

נמצאות בגובה זהה מעל לקרקע.

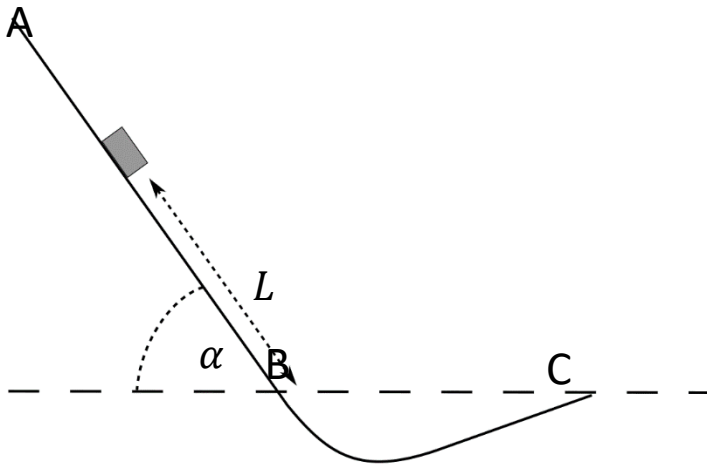
גוף קטן בעל מסה m מונח בנקודה כלשהי

על גבי המדרון במרחק L מהנקודה B,

כמוראה בסרטוט, ומשוחרר ממנוחה.

מודדים את מהירות הגוף v בנקודה C,

כפונקציה של המרחק L .



א. התלמידים הניחו שניתן להזניח את החיכוך בניסוי. לאור הנחה זו בטאו את הקשר בין ריבוע

מהירות הגוף, v^2 לבין L באמצעות הפרמטרים g , L ו- α . (6 נק')

מישור הייחוס ב-B. הכוחות הפועלים הם mg ו- N . כוח משמר ו- N מאונך למסלול לכן

אינו מבצע עבודה. לכן האנרגיה המכנית נשמרת. (1 נק')

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 \quad (2 \text{ נק'})$$

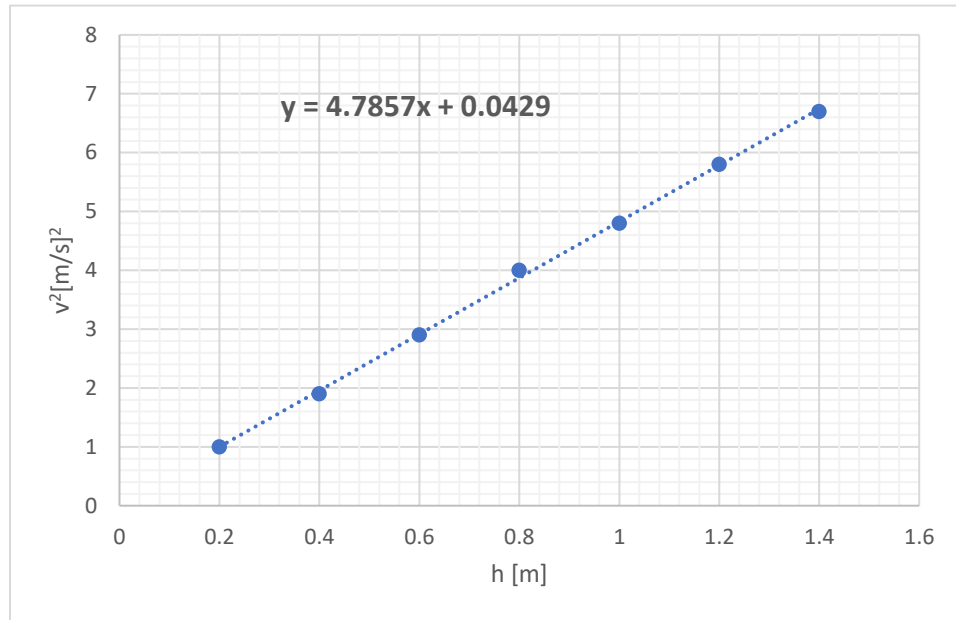
הגובה h מקיים: $h = L \sin \alpha$ (1 נק') לכן: $v^2 = 2gL \sin \alpha$ (2 נק')

הנתונים שנמדדו מופיעים בטבלה:

140	120	100	80	60	40	20	$L \text{ [cm]}$
2.6	2.4	2.2	2.0	1.7	1.4	1.0	$v \text{ [m/s]}$

ב. באמצעות הנתונים בטבלה ציירו את הגרף של ריבוע המהירות v^2 כפונקציה של המרחק L .

($\frac{1}{3}$ נק')



ג. (1) חשבו את שיפוע הגרף ומצאו את השגיאה היחסית בין ערכו לבין ערך השיפוע

שהייתם מצפים לקבל בהזנחת כוח החיכוך. (5 נק') השיפוע התיאורטי:

$$2gs \sin \alpha = 6.84 \text{ m/s}^2 \quad (2 \text{ נק'}) \quad \text{השיפוע של הגרף: } 4.8 \quad (\text{אפשר } +0.2) \quad (2 \text{ נק'})$$

שגיאה יחסית: 30%. (1 נק')

(2) אחת התלמידות שמה לב שהמדרון AB מחוספס, וטענה שאסור להזניח את החיכוך

בחלק הזה של התנועה. האם היא צודקת? נמקו את תשובתכם בהתבסס על השגיאה

היחסית שמצאתם ובהנחה שהשגיאה המותרת חייבת להיות קטנה מ 20%. (5 נק')

ד. בהנחה שבקטע AB קיים חיכוך קינטי בעל מקדם μ , הראו כי ריבוע המהירות בנקודה C

$$\text{מקיים את הקשר: } v_C^2 = 2g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \cdot L \quad (6 \text{ נק'})$$

אם יש חיכוך קינטי מתווסף עוד כוח מקביל למדרון ומנוגד לתנועה. (או תרשים כוחות)

(1 נק')

פתרון עם אנרגיות: כוח החיכוך מבצע עבודה לאורך L : $W = \mu mgL \cos \alpha$. השינוי

באנרגיה הפוטנציאלית $mgh = mgL \sin \alpha$. השינוי באנרגיה הקינטית $\frac{1}{2}mv^2$.

$$(3 \text{ נק'}) \quad \text{מציבים במשפט } W_f = \Delta E \quad (1 \text{ נק'}) \quad \text{ומקבלים את הביטוי.} \quad (1 \text{ נק'})$$

פתרון עם תאוצה: על פי תרשים כוחות לאורך המדרון התאוצה $a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$

קבועה (2 נק')

בתנועה בתאוצה קבועה: $v^2 = v_0^2 + 2aL$ (נק' 1). מציבים ומקבלים את המהירות בתחתית המדרון (הביטוי המבוקש). (נק' 1). בין B ל-C נשמרת האנרגיה ושתי הנקודות באותו גובה לכן המהירות ב-C שווה למהירות ב-B. (נק' 1)

ניתן להמשיך ולהזניח את החיכוך בקטע BC.

ה. שיפוע המדרון הוא $\alpha = 20^\circ$. חשבו את מקדם החיכוך הקינטי μ . (4 נק')

ענה השיפוע $2g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$ (2 נק') ומקבלים $\mu = 0.12$ (2 נק')