

התנגשות בשני ממדים

ניסוי זה עוסק בבדיקת אופיו הוקטורי של חוק שימור התנע. במהלך הניסוי תבצע התנגשויות אלסטיות בין כדורים בעלי מסות שונות. מניית תנועת הכדורים יהיה עליך להסיק חוק המקשר בין התנעים של הכדורים לפני ההתנגשות ולאחריה.

רשימת הציוד

- * מסלול שיגור משופע.
- * 2 כדורי פלדה שקוטרים כ-1.6 ס"מ
- * גולת זכוכית.
- * אנך בנאים.
- * כליבה.
- * גליון נייר לבן
- * ניירות פחם
- * סרגל באורך מטר.
- * עפרונות(טושים) בצבעים שונים.
- * נייר מדבק.

ביצוע הניסוי

העמד את מסלול השיגור על שולחן.

התקן את הבורג שבקצה התחתון של המסילה בקו ישר עם מסלול השיגור. שחרר כדור פלדה מנקודה כלשהי על המסלול ובדוק האם הכדור פוגע בבורג או עובר מעליו, שנה את גובהו של הבורג באופן שהכדור יעבור ממש מעל ראשו.

השחל את החוט אליו מחובר אנך הבנאים לחור המצוי בבורג המשמש כציר להזזת הזרוע שבקצה התחתון של המסילה. התאם את אורך החוט כך שקצהו של אנך הבנאים ימצא סמוך מאוד לשולחן.

הנח על השולחן, סמוך לאנך גליון נייר לבן והדבק אותו אליו בעזרת הנייר הדביק. על הנייר הנח מספר גליונות פחם כך שהם יכסו את הנייר. הקפד על כך שצד הפחם יהיה כלפי מטה.

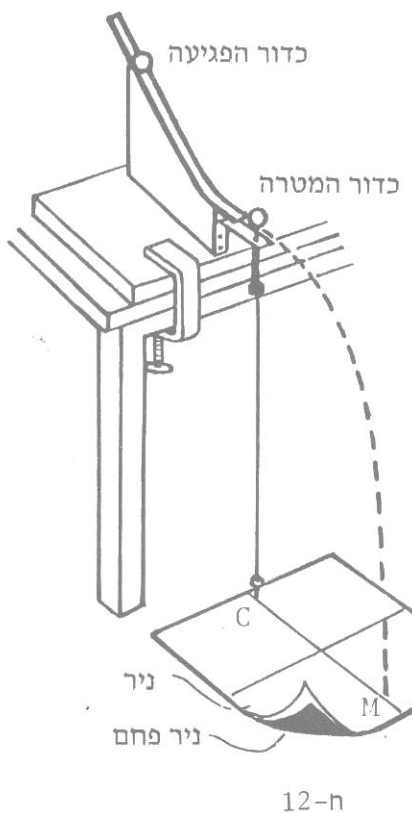
סמן על הנייר את הנקודה המצויה בדיוק מתחת לאנך הבנאים (נקודה C).

קבע נקודה על המסלול ממנה תשחרר במהלך כל ניסוי את הכדור (נקודה בגובה 25 ס"מ היא בחירה טובה). שחרר את הכדור. הכדור יתגלגל על המסילה ובסופו של דבר יפגע בשולחן, כשהוא מותיר סימן בנקודת הפגיעה (הסימן נוצר על ידי נייר הפחם).

חזור על שחרור הכדור פעמיים נוספות וודא שהינך מקבל מיקבץ טוב של פגיעות

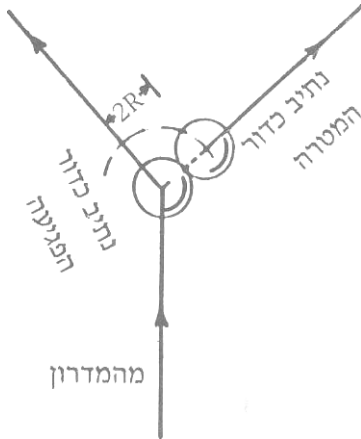
בשולחן. סמן בעפרון צבעוני את הנקודה המיצגת בצורה הטובה ביותר את המיקבץ

וציינה באות M. חבר אותה עם הנקודה המסומנת מתחת לאנך (C). הקטע שהתקבל הוא העתק האופקי של הכדור מרגע עוזבו את המסילה ועד פוגעו בשולחן.



חלק א': התנגשות בין מסות שוות

ביצוע הניסוי



סובב את הזרוע שבקצה התחתון של המסילה בזווית לא גדולה, והנח על הבורג המצוי בזרוע את כדור הפלדה השני.

שחרר את הכדור הראשון בדיוק מאותה הנקודה ששיחררת אותו בפעמים הקודמות. הכדורים יתנגשו, ובעת פגיעתם בשולחן יסומנו שוב נקודות הפגיעה שלהם על הדף הלבן על ידי נייר הפחם שמעליו.

חבר את נקודת הפגיעה בשולחן של הכדור הפוגע עם הנקודה המסומנת מתחת לאנך. הקטע שקיבלת הוא המרחק האופקי שעבר כדור זה מרגע ההתנגשות ועד פגיעתו בשולחן.

חבר את נקודת הפגיעה בשולחן של הכדור הנפגע עם הנקודה המסומנת מתחת לאנך. כדי

לקבל את המרחק האופקי שעבר כדור זה מרגע ההתנגשות ועד פגיעתו בשולחן יש לחסר מן הקטע שסומן, קטע באורך השווה לקוטר הכדור. התבונן בתרשים כדי להסביר מדוע יש לעשות זאת.

חזור על הניסוי פעמיים נוספות כשבכל פעם אתה מסובב בזווית קטנה את הזרוע התומכת בכדור המפגע. הקפד לשחרר את הכדור הפוגע בדיוק מאותה נקודה ממנה שוחרר בשלבים הקודמים של הניסוי.

חזור על פעולת הסימון של המרחקים האופקיים שעברו הכדורים לאחר ההתנגשות. בכל ניסוי השתמש בצבע אחר לסימון.

ניתוח הניסוי

1. תאר במילים את תנועת הכדורים מרגע עוזבם את מסלול השיגור ועד פוגעם בשולחן.
2. מה תוכל לומר על זמני התנועה של הכדורים מרגע עוזבם את מסלול השיגור ועד פוגעם בשולחן? נמק!
3. הסבר מדוע הקטע MC מייצג את מהירות הכדור הפוגע ברגע שלפני ההתנגשות.
4. מה מייצגים המרחקים האופקיים שעברו הכדורים בעקבות ההתנגשות?
5. הראה כי הקטע MC שווה לסכום הוקטורי של שני המרחקים האופקיים שעברו הכדורים כתוצאה מן ההתנגשות.
6. מהו, אם כן, הקשר בין מהירות הכדור המתנגש v לפני ההתנגשות ובין המהירויות u_1 ו- u_2 של הכדורים אחר ההתנגשות?
7. מהו, אם כן, הקשר בין התנע הכולל של הכדורים ברגע שלפני ההתנגשות והתנע שלהם מיד לאחריה?
8. הראה כי ההתנגשות בין הכדורים היתה, בקירוב טוב, אלסטית.

חלק ב': התנגשות בין מסות שונות

שקול את כדור הפלדה וגולת הזכוכית וחשב את יחס המסות שביניהם. רשום את תוצאות

$$\frac{m_{\text{זכוכית}}}{m_{\text{פלדה}}} =$$

המדידה:

סובב את הזרוע שבקצה התחתון של המסילה בזווית לא גדולה, והנח את גולת הזכוכית על הבורג המצוי בזרוע זו. הערה: אם החלטת להחליף את גליון הנייר יהיה עליך לחזור על פעולת שחרור הכדור ללא התנגשות כדי לקבוע מחדש את מקום הנקודה M.

שחרר את כדור הפלדה בדיוק מאותה נקודה ששיחררת אותו בפעמים הקודמות. כדור הפלדה יתנגש בגולת הזכוכית, ובעת פגיעתם בשולחן יסומנו נקודות הפגיעה שלהם על דף הנייר.

חבר את נקודות הפגיעה בשולחן עם הנקודה C המסומנת מתחת לאנך. חסר מן הקטע המחבר את נקודת הפגיעה של כדור הזכוכית בשולחן עם הנקודה C, קטע השווה באורכו לקוטר כדור הזכוכית (כפי שעשית בחלק הקודם של הניסוי). חזור על הניסוי פעמיים נוספות כשבכל פעם אתה מסובב בזווית קטנה את הזרוע התומכת בגולת הזכוכית, וחזור על פעולת הסימון של המרחקים האופקיים שעברו כדור הפלדה וגולת הזכוכית.

ניתוח הניסוי

1. מה תוכל לומר הפעם על זמני התנועה של הכדורים מרגע עוזבם את מסלול השיגור ועד פגיעתם בקרקע?
2. מה מייצגים המרחקים האופקיים שעברו הכדורים בעקבות ההתנגשות?
3. האם גם בניסוי זה ניתן לומר שמהירות הכדור המתנגש v לפני ההתנגשות שווה לסכום הוקטורי של המהירויות u_1 ו- u_2 של הכדורים אחר ההתנגשות?
4. מדוד את אורך הקטע המייצג את המהירות u_2 של גולת הזכוכית וכפול אורך זה ביחס $\frac{m_2}{m_1}$ (m_2 - מסת גולת הזכוכית, m_1 - מסת כדור הפלדה). הקצה על הקטע המייצג את u_2 קטע באורך השווה לתוצאה שקיבלת. מה הקשר בין קטע זה, הקטע המייצג את u_1 , והקטע המייצג את v ?
5. הראה שהתוצאה שקיבלת נובעת מחוק שימור התנע.

שאלות

- א. האם מותר להשתמש בנוסחה $v = \sqrt{2gh}$ כדי לחשב את מהירות הכדור המתגלגל בקצה המסילה, כאשר h הוא הגובה ממנו הוא שוחרר? נמק.
- ב. לו בוצע הניסוי שביצעת על הירח (עם אותם כדורים, אותה מסילה ושולחן באותו הגובה) האם נקודת הפגיעה של הכדור ברצפה הייתה רחוקה יותר, קרובה יותר או במרחק שווה לנקודת האנך בהשוואה למרחקה כשהניסוי מבוצע על פני כדור הארץ? נמק!
- ג. על הכדורים הנופלים פועל כוח חיצוני - משקלם. מדוע בכל זאת אנו מצליחים להראות בניסוי זה את קיומו של חוק שימור התנע?
- ד. מדוע חייבים להקפיד על כך שההתנגשות בין הכדורים תתרחש כאשר הכדור המתגלגל במסילה פוגע בכדור השני בשעה שכיוון תנועתו הוא אופקי?
- ה. לו ביצעת את חלק א' של הניסוי מספר רב של פעמים, כאשר בכל פעם אתה משנה את זווית הפגיעה, היית מקבל מספר רב של פגיעות בשולחן. מהו המקום הגיאומטרי של כל נקודות הפגיעה? הסבר!
- ו. האם ניתן היה לבצע את חלק ב' של הניסוי כאשר כדור הפלדה ניצב בקצה המסילה ואילו גולת הזכוכית היא זו המשוחררת מן המסילה? נמק!
- ז. הזווית בין הכיוונים המייצגים את u_1 ו- u_2 בחלק ב' של הניסוי. היא זווית חדה, בעוד שבחלק א' היא הייתה בקירוב טוב, ישרה, מה הסיבה לכך?