

חקירת תנועת מגנט במורד מסילת אלומיניום: שאלות הכנה לניסוי

הידעתם?



הידע המדעי מתפתח ונבנה באמצעות תהליך חקר. כדי לתאר ולחקור תופעות, המדענים מבצעים תצפית ואוספים נתונים. את התיאוריה המדעית בונים ומנסחים על סמך התבניות המתמטיות המתגלות במהלך הניסויים/ תצפיות. כל תיאוריה מדעית נסמכת על ניסיון העבר וניסויים חדשים.

במהלך לימודי המכניקה למדתם על שלושת חוקי ניוטון, שבעזרתם הצלחתם להסביר תופעות פיסיקליות. בניסוי זה תבחנו את הידע המדעי הידוע לכם בניסוי פשוט יחסית: תנועת מגנט על גבי מסילת אלומיניום. על סמך תוצאות הניסוי, תנסחו הרחבה לתיאוריה המדעית הידועה לכם.

בניסוי זה תשחררו ממנוחה שני גלילים על גבי מסילה משופעת העשויה אלומיניום, גליל אחד עשוי חומר מתכתי והאחר עשוי מחומר מגנטי. לכאורה, שני הגלילים אמורים לבצע תנועה זהה על גבי המסילה, מכיוון שהם בעלי אותה מסה ואותה צורה.



שאלה 1

גוף מחליק על גבי מישור משופע תלק (שעבורו ניתן להזניח את כוח החיכוך). הוכיחו כי גודלו של שקול הכוחות על הגוף שווה ל $mgsin(\alpha)$, כאשר α היא זווית השיפוע של המישור. היעזרו בתרשים כוחות.

תשובה:

שאלה 2

בהמשך לשאלה הקודמת, הוכיחו כי שקול הכוחות על הגוף (המחליק על גבי מישור משופע חלק) יגדל, ככל שתגדל זווית השיפוע של המישור המשופע.

תשובה:**שאלה 3**

גוף מחליק על גבי מישור משופע **שאינו חלק** (לא ניתן להזניח את כוח החיכוך). הוכיחו כי גודלו של שקול הכוחות על הגוף שווה הפעם ל: $mgsin(\alpha) - \mu mgcos(\alpha)$, כאשר μ הוא **מקדם החיכוך הקינטי** בין הגוף למדרון. היעזרו בתרשים כוחות.

תשובה:

שאלה 4

החוק השני של ניוטון קובע כי קיים יחס ישר בין **שקול הכוחות** הפועל על גוף לבין **תאוצת** הגוף. במקרה הפרטי בו גוף נע במהירות קבועה, גודלו של שקול הכוחות הפועל על הגוף שווה לאפס.

עבור כל אחד מההיגדים הבאים, קבעו אם הוא נכון או לא נכון:

נכון/ לא נכון	גודלו של כוח החיכוך הקינטי הפועל על גוף, המחליק על גבי מישור משופע, שווה תמיד ל $mg\cos(\alpha)\mu$ עבור כל זווית, במידה שלא פועלים על הגוף כוחות נוספים.
נכון/ לא נכון	במקרה הפרטי, בו גוף מחליק על גבי מישור משופע במהירות קבועה, גודלו של כוח החיכוך הקינטי שווה ל $mg\sin(\alpha)$ וגם שווה ל $mg\cos(\alpha)\mu$.

בחרו את המילים שישלימו נכון את ההיגד:

תלמיד שחרר גוף על גבי מישור משופע והגוף מחליק במהירות קבועה.

במידה והתלמיד יגדיל את זווית השיפוע של המדרון המשופע, כוח החיכוך **יקטן / יגדל / לא ישתנה** והגוף **ימשיך / לא ימשיך** לנוע במהירות קבועה.

שאלה 5

תלמיד קיבל לידיו גליל העשוי מחומר מגנטי ומסילת אלומיניום.

כאשר התלמיד מקרב את המגנט אל המסילה, לא נוצרים כוחות משיכה או דחיה מגנטיים.

בחיפוש באינטרנט מגלה התלמיד כי לאלומיניום אין תכונת מגנטיות אך לעומת זאת, יש לו מוליכות חום גבוהה ומוליכות חשמלית גבוהה.

התלמיד משחרר לתנועה את הגוף מגנטי על גבי מסילת אלומיניום, המוצבת בזווית α ביחס לאופק.

להפתעתו הוא מגלה כי הגוף המגנטי נע **במהירות קבועה** על גבי המסילה.

התלמיד מגדיל את זווית השיפוע וחוזר על הניסוי.

גם הפעם נע הגוף המגנטי במהירות קבועה. תוצאה זו לא משתנה גם עבור זוויות שיפוע נוספות.

מסקנת התלמיד: תאוצת הגליל המגנטי על גבי מסילת אלומיניום שווה לאפס לכל זווית שיפוע.



- בלימודי המכניקה למדתם כי כאשר גוף הנע במורד מישור משופע, הכוחות הפועלים עליו הם בדרך כלל כוחות שמשטח המגע מפעיל על הגוף (נורמל וחיכוך) וכן כוח הכבידה. הסבירו: האם תוצאות הניסוי של התלמיד מרמזים כי קיים כוח נוסף, מלבד הכוחות שצוינו? נמקו. אם כן, העלו השערה לגבי אופיו של הכוח הנוסף הפועל במערכת.

תשובה:

שאלה 6

תלמיד מעוניין לחקור את סוג התנועה של המגנט על גבי המסילה (האם מדובר בתנועה קצובה? תנועה בתאוצה קבועה? תנועה בתאוצה משתנה?). לרשות התלמיד עומד סטופר וסרט מידה (בס"מ).

- א. איזו שאלת חקר מתארת באופן המדויק ביותר את מטרת הניסוי?
- מה הקשר בין מיקום המגנט על גבי המסילה לבין מהירותו?
 - מה הקשר בין מיקום המגנט על גבי המסילה לבין זמן תנועתו?
 - מה הקשר בין מיקום המגנט על גבי המסילה לבין הזווית של המסילה?
 - מה הקשר בין מיקום המגנט על גבי המסילה לבין גובה המסילה?
 - מה הקשר בין מיקום המגנט על גבי המסילה לבין תאוצתו?
- ב. מהירות קבועה מאופיינת בהעתקים שוניים/שווים בפרקי זמן שווים/שוניים.

שאלה 7

מהימנות ושגיאות מדידה:



מהימנות: מדידה נחשבת למהימנה, ככל שהערכים הנמדדים הם אמיתיים. בכל מדידה, בין אם המערכת מורכבת מצידוד יקר ומשוכלל ובין אם המדידה היא ידנית, תוצאת המדידה תמיד אינן זהות לחלוטין לערכו התיאורטי של הגודל הנמדד. ככל ששגיאת הניסוי קטנה ביחס לגודל הנמדד, ניתן לטעון כי המדידה מהימנה יותר.

מדד מקובל לרמת המהימנות של מדידה נקרא **שגיאה יחסית**. שגיאה היחסית מחושבת כ**יחס בין שגיאת המדידה לגודל הנמדד**.

$$\delta = \frac{\Delta a}{a} 100\%$$

δ - שגיאה יחסית.

Δa - השגיאה במדידה או בניסוי.

a - הגודל הנמדד.

סמנו את ההיגד הנכון:

כדי להקטין את השגיאה היחסית במדידת הזמן t ,

- כדאי למדוד תנועה על פני מרחקים גדולים ככל האפשר.
- כדאי למדוד תנועה על פני מרחקים קטנים ככל האפשר.
- שגיאת המדידה של הזמן אינה תלויה במרחקים הנמדדים.

שגיאות המדידה נחלקות לשתי קטגוריות עיקריות:



א **שגיאה (אי ודאות) שיטתית** – טעות שנובעת מהשיטה שבה נאספו או עובדו הנתונים. שגיאה כזו גורמת להסטה של התוצאות הנמדדות מהערך הנכון לפי חוקיות הידועה למודד, לדוגמה: כיול לא נכון של כלי המדידה. במקרה זה, אם נחזור על מדידה מסוימת פעמים אחדות, מידת הסטייה תהיה קבועה בכל הפעמים. את השפעתה של שגיאה שיטתית ניתן לתקן רק אם גודלה ידוע, או שידוע הגורם לה ואפשר למדוד אותה על-ידי מדידת עזר. תיקון כזה הוא בעצם כיול של מכשירי המדידה.

ב **שגיאה (אי ודאות) אקראית** – טעות שנובעת מגורמים שונים, כמו תנאי המדידה, המודד עצמו ועוד. במקרה זה, אם נחזור על מדידה מסוימת פעמים אחדות, תהיינה תוצאותיה שונות במקצת זו מזו. את השפעתה של שגיאה אקראית על המהימנות של מדידת גודל פיסיקלי אפשר להקטין אם נחזור על המדידה מספר פעמים ונמצע את התוצאות.

בדרך כלל יופיעו בסדרת מדידות שני סוגי השגיאות.

בניסוי שלנו השגיאה האקראית דומיננטית, מכיוון ש:

- הסטופר אינו מכיל.
- זמן התגובה של המודד אינו קבוע בכל מדידה.
- החיכוך אינו זניח במערכת.
- הרצפה עקומה.