

תרגיל בית להגשה עם דוח הניסוי¹

1. קרונית נעה לאורך מסילה במהירות קבועה. היא עוברת בנקודה שמוגדרת מעתה להיות $d=0$ ברגע $t=0$ (דיוק המדידה של נקודה זו הוא מוחלט, ללא שגיאה). לאחר מכן נמדד מיקומה d ביחס לנקודה ההתחלתית על ידי מצלמה בנקודות הבאות:

t (sec)	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
d (mm)	11	19	33	40	49	61

שגיאת המיקום היא $\Delta d = 2\text{mm}$, שגיאת הזמן זניחה $\Delta t = 0$.

על ידי התאמה לקו ישר $d(t) = v \cdot t$, מצא את מהירות הקרונית v .

הדרכה:

א' רשום את הסכום עבור χ^2 במפורש (סכום של שישה אברים).

ב' גזור את הסכום לפי הפרמטר v , והשווה לאפס.

ג' פתור את המשוואה עבור v כדי למצוא את מהירות הקרונית עבורה χ^2 מינימאלי.

מהם χ^2 ו- χ^2_{red} עבור ערך זה?

האם זוהי תוצאה טובה ל- χ^2_{red} ? (בתשובתך השתמש במספר דרגות החופש) הסבר כיצד נחשב את שגיאת המהירות הזו.

2. מצאי את הממוצע המשוקלל של המדידות הבאות של מהירות האור, ושגיאתו:

$$299\,798\,000 \pm 5000 \text{ m/s}$$

$$299\,789\,000 \pm 4000 \text{ m/s}$$

$$299\,797\,000 \pm 8000 \text{ m/s}$$

3. מהי הדרך הנכונה לכתוב תוצאה של מדידת אורך, ושגיאתה?

a $(110 \pm 10) \text{ m}$

b $(110 \pm 11.2) \text{ m}$

c $(110 \pm 1) \text{ m}$

d $(8.33 \pm 1) \text{ m}$

e $(833.765 \pm 0.005) \text{ m}$

4. מהי הדרך הנכונה לכתוב תוצאה של מדידת אורך, ושגיאתה?

a (5.232 ± 0.001)

b $(5.2 \pm 0.001) \text{ mm}$

c $(5.2322 \pm 0.0010) \text{ mm}$

d $(5.2322 \pm 0.10) \text{ mm}$

e $(5 \pm 1) \text{ mm}$

5. נתונים שני גדלים, x ו- y , ושגיאותיהם. מהי השגיאה של הגדלים הבאים?

a \sqrt{x}

b $x y + x$

c $2 \sqrt{\frac{x^3}{3y}}$

6. נמדדו שני זמנים בעזרת שעון עצר: $t_1 = 35.230 \pm 0.010 \text{ s}$, $t_2 = 15.710 \pm 0.010 \text{ s}$. מהו ההפרש ביניהם, ומה שגיאתו?

7. בניסוי נמדד כוח הפועל על חוט באורך L , הנושא זרם I השרוי בשדה מגנטי B הניצב לחוט.

$$\vec{F} = IL\vec{B}$$

¹ A large portion of these questions were selected and modified from the booklet "Review of Error Analysis and Practice Problems" (Barry University) by M. Kot et al.

ההתאמה לקו ישר של $|\vec{F}|$ (בציר Y) כפונקציה של L (בציר X) הפיקה את התוצאה הבאה, במערכת יחידות SI:

$$y = (11.0 \pm 1.0) \times 10^{-5} x + (0.021 \pm 0.028)$$

מהן היחידות של שני הפרמטרים המספריים שבביטוי?
הזרם בתיל הוא $I = (16.0 \pm 2.0) \text{ mA}$. מהו $|\vec{B}|$ ושגיאתו?

8. במכונת אטווד (Atwood machine), הכוח השקול הפועל על המערכת הוא

$$F = (m_1 - m_2) g$$

והתאוצה של המערכת היא

$$a = \frac{F}{m_1 + m_2}$$

ביצעת ניסוי, ובנית גרף של התאוצה, ב- m/s^2 , בציר y, כפונקציה של הכוח השקול F , בניוטון, בציר x. מסת המערכת הכוללת $m_1 + m_2$ נשמרה קבועה לאורך הניסוי. ביצעת התאמה לינארית וקיבלת את התוצאה

$$y = (4.9233671 \pm 0.0037690) x - (0.002621 \pm 0.000033)$$

מהי מסת המערכת הכוללת, בגרמים, ומה שגיאתה?
מהו כוח החיכוך שמפעילה הגלגלת?

9. בין שני גדלים, p, q , נתון הקשר

$$p^2 = \frac{3\pi}{\alpha} q$$

מדדנו סט של ערכים של p, q , וברצוננו למצוא את α מתוך השיפוע m של גרף לינארי. כיצד נעשה זאת?

מה יהיה אז α ומה תהיה שגיאתו?
נשרטט את _____ על ציר y, ואת _____ על ציר x.
 α יהיה אז _____, ושגיאתו _____.

10. אותה בעיה כמו שאלה 9, הפעם:

$$pq = -\sqrt{3\alpha}$$

11. אותה בעיה כמו שאלה 9, הפעם:

$$p^2 = \frac{3\pi}{\alpha} q + \frac{3}{2\pi h^2}$$

איך תמצא את α, h , ושגיאותיהם?
12. אותה בעיה כמו שאלה 11, הפעם

$$pq = \sqrt{2\pi\alpha} + hq$$

13. במכונת אטווד (Atwood machine) הכוח הפועל על המערכת הוא

$$F = (m_1 - m_2) g$$

נמדדו המסות

$$m_1 = 135.0 \pm 0.2 \text{ gr}$$

$$m_2 = 102.2 \pm 0.2 \text{ gr}$$

בנוסף, תאוצת הכובד $g = 9.81 \pm 0.1 \text{ m/s}^2$.

מהו הכוח השקול הפועל על המערכת, בניוטון (N), ומה שגיאתו?
מהי התאוצה התיאורטית של המערכת, ומה שגיאתה?