

סוג הבחינה: בגרות לבתי-ספר על-יסודיים

מועד הבחינה: קיץ תש"ע, 2010

סמל השאלון: 98, 917555

נספח: נספח לשאלה 1

נתונים ונוסחאות בפיזיקה

לחמש יח"ל

מקום למציאת נבחן

פיזיקה – שאלון חקר

לנבחנים ברמת חמש יחידות לימוד

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: שעותיים.

ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה: בשאלון זה שתיים-עשרה שאלות. עליך לענות על כל השאלות 1-10, ועל שאלה אחת מבין השאלות 11-12. סה"כ – 100 נקודות.

ג. חומר עזר מותר לשימוש: מחשבון וסרגל.

ד. הוראות מיוחדות:

1. מותר להשתמש בעיפרון לסרטוטים בלבד.
2. העמודים 14-15 משמשים כטיוטה.
3. שאלון זה משמש כמחברת בחינה ויש להצמיד אותו לעטיפת המחברת.
4. הדבק מדבקת נבחן במקום המיועד לכך בדף השער ובעטיפת המחברת.

בשאלון זה 15 עמודים, 4 עמודים של נספח ונוסחאות.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר, אך מכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

בהצלחה!

השדה המגנטי של מגנט

תאוריה

קיימת תאוריה הקושרת בין עוצמת השדה המגנטי, B_M , הנוצר על־ידי מגנט בנקודה לאורך

ציר המגנט (ראה איור 1) ובין מרחקה, r , של הנקודה ממרכז המגנט.

לפי תאוריה זו, השדה המגנטי, B_M , פרופורציוני ל־ $\frac{1}{r^3}$, כלומר:

$$B_M \propto \frac{1}{r^3} \quad (1)$$

הערה: הקשר מתקיים בהנחה שהמדידה נערכת בנקודה רחוקה מהמגנט, כך שמתקיים $d \ll r$, כאשר d הוא עובי המגנט.

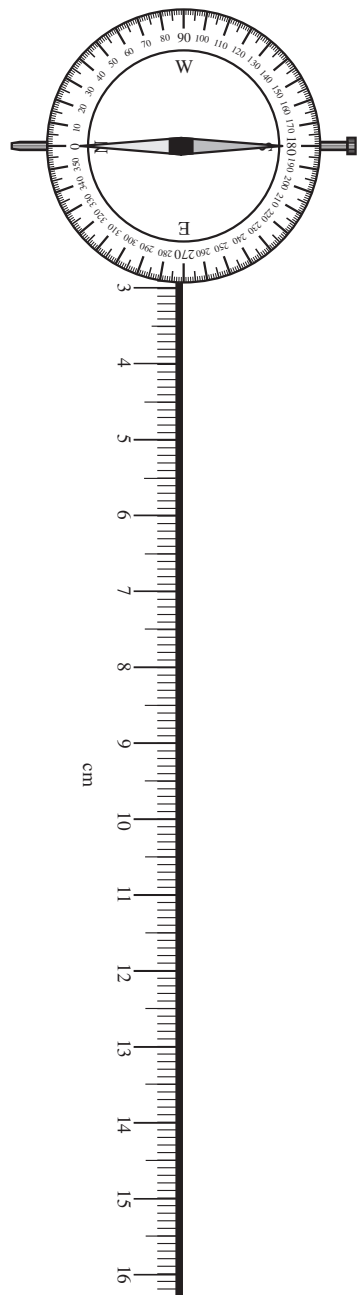
מטרת הניסוי

הניסוי שנערך נועד לבחון באיזו מידה המסקנות ממנו תואמות לתאוריה שלעיל. בניסוי נעשה שימוש בצידוד הזה:

1. מגנט
2. מצפן
3. סרגל

עריכת הניסוי

המצפן הודבק לסרגל כך שהכיוון E–W (מזרח–מערב) שלו היה לאורך הקו האורכי של הסרגל. סובבו את הסרגל עם המצפן כך שהמחט המגנטית של המצפן התייצבה בכיוון N–S (צפון–דרום) של המצפן, כמתואר באיור 1.



איור 1

- (15 נק')** 1. קירבו את המגנט באיטיות אל המצפן, ומחט המצפן סתתה בזווית מסוימת. באיורים בנספח לשאלה 1 מוצג המגנט במרחקים שונים מהמצפן. באיורים שבנספח מדוד את המרחקים של המגנט מן המצפן (קרא את הערכים של המרחקים מן הסרגל) ואת זוויות הסטייה המתאימות של מחט המצפן, ורשום את תוצאות המדידות בטבלה שלהלן:

איור מספר	המרחק, r (במטרים)	הזווית, θ (במעלות)	$\tan \theta$	ערך הגודל המקיים קשר ישר עם $\tan \theta$
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

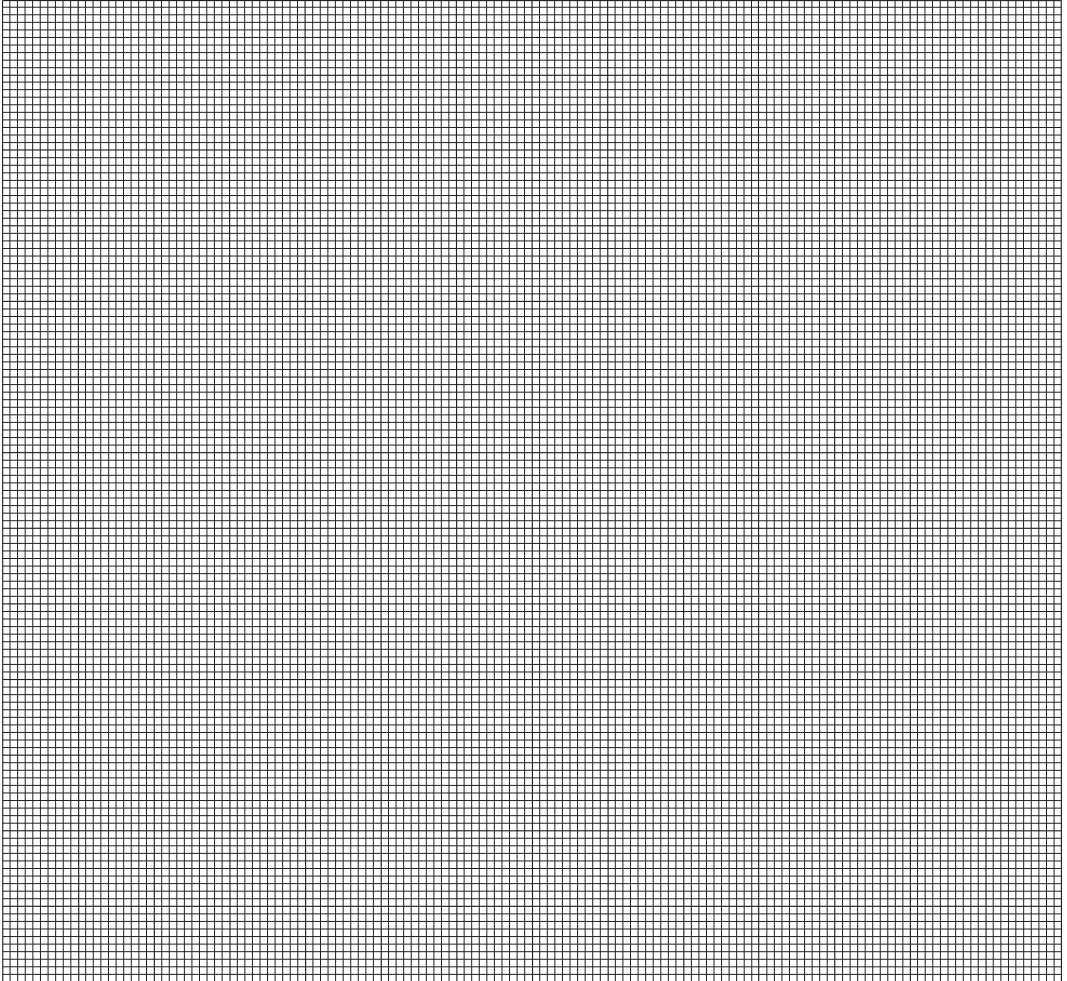
טבלה 1: התוצאות של המדידות והחישובים

(10 נק') 2. חשב את ערכי $\tan \theta$ ורשום אותם בעמודה המתאימה של טבלה 1 (העמודה הרביעית מימין).

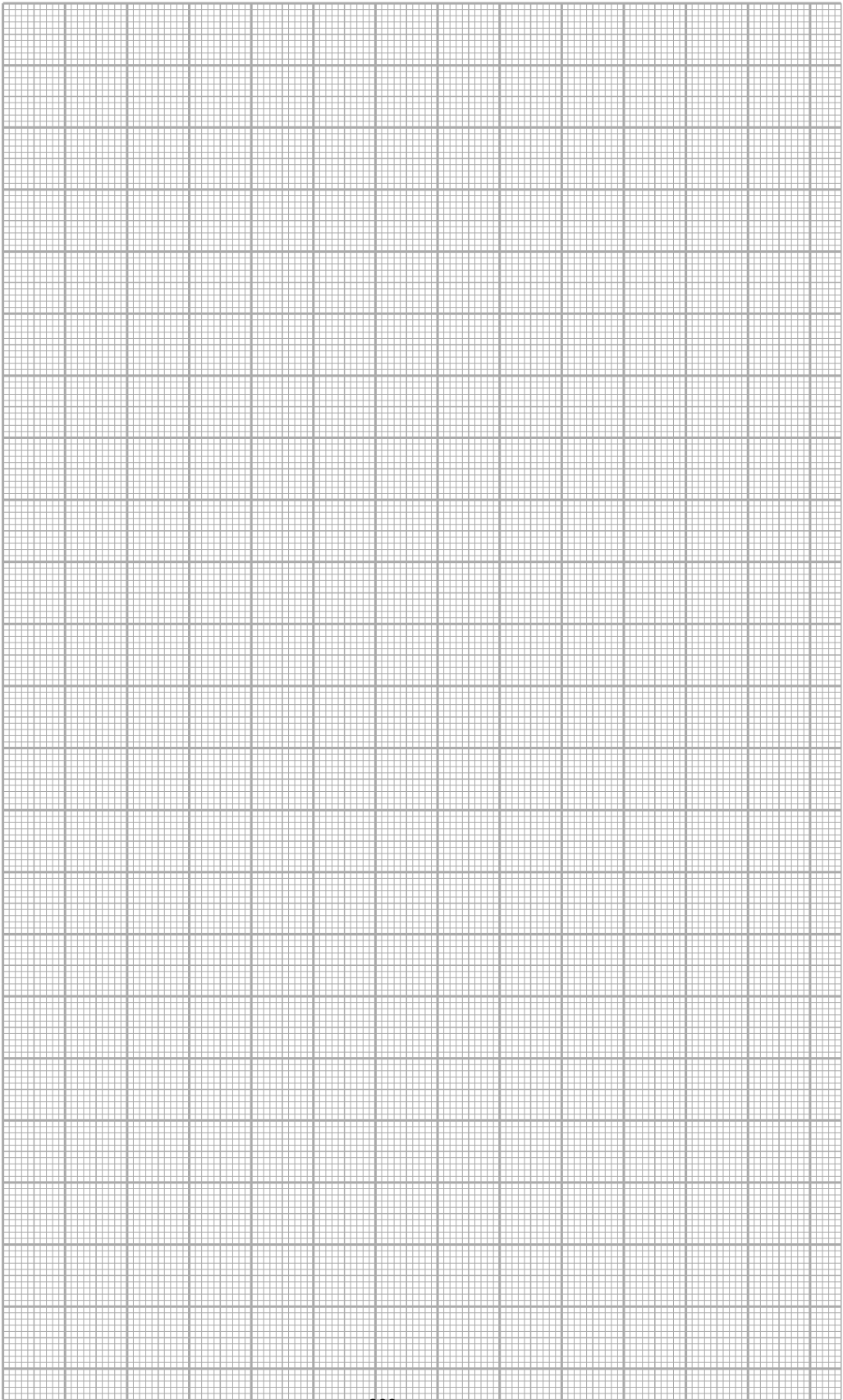
(8 נק') 3. **(4 נק')** א. סרטט מערכת צירים והוסף תרשים של מחט המצפן ושל השדות המשפיעים עליה. (זכור כי B_M מאונך לכיוון הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור-הארץ).

(4 נק') ב. בעזרת התרשים שסרטטת, ובלי להסתמך על תוצאות הניסוי, הוכח כי $\tan \theta$ פרופורציוני לעוצמת השדה המגנטי של המגנט, B_M . כלומר: $\tan \theta \propto B_M$;

4. (10 נק') סרטט על-גבי הנייר המילימטרי שלפניך* דיאגרמת פיזור (נקודות במערכת צירים) של $\tan \theta$ כפונקציה של המרחק, r , של המגנט מן המצפן.



* בעמוד 12 יש נייר מילימטרי נוסף, שתוכל להשתמש בו במקרה הצורך. תוכל להשתמש גם בגיליון אלקטרוני על-פי הוראות הבהרן.
אם אתה משתמש בגיליון אלקטרוני, הדבק את מדבקת הנבחן שלך גם על תדפיס המחשב, וצרף אותו לשאלון.



בחינת ההתאמה בין ממצאי הניסוי לבין התאוריה

5. (5 נק') על סמך קשר (1) שבעמוד 2, בחר מבין הסעיפים שלהלן את הסעיף שבו מצוין הגודל המקיים קשר ישר עם $\tan \theta$.

- א. r ב. $\frac{1}{r}$ ג. r^3 ד. $\frac{1}{r^3}$

6. (5 נק') הוסף לטבלה 1 (בטור האחרון) את ערכי הגודל המקיים קשר ישר עם $\tan \theta$.

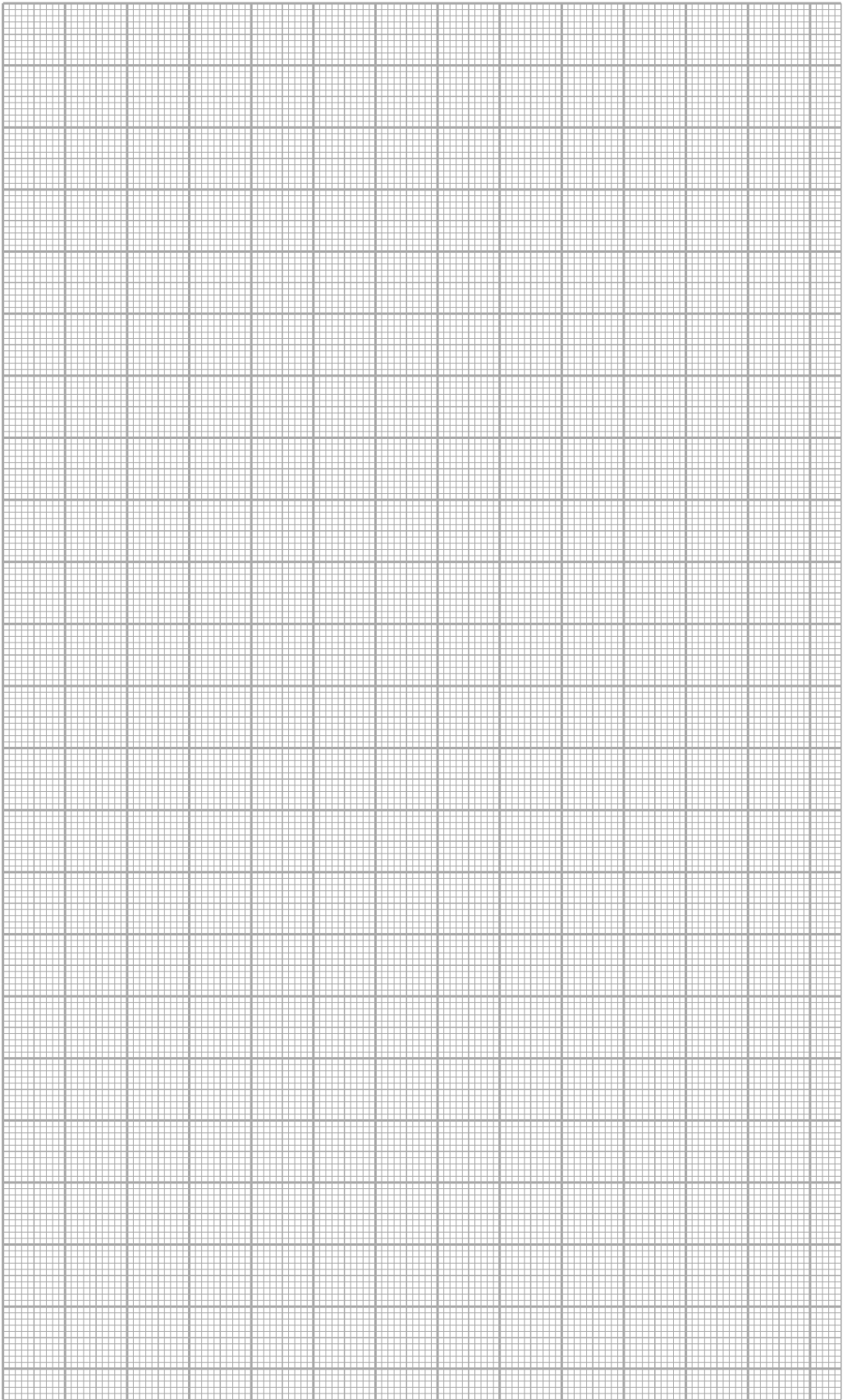
7. (15 נק') 10 נק') א. סרטט על-גבי הנייר המילימטרי שבעמוד 8* גרף לינארי של ערכי $\tan \theta$ כפונקציה של הערכים שהוספת לטבלה 1, בטור האחרון.

5 נק') ב. חשב את שיפוע הגרף שהתקבל. ציין את יחידות השיפוע.

* בעמוד 13 יש נייר מילימטרי נוסף, שתוכל להשתמש בו במקרה הצורך. תוכל להשתמש גם בגיליון אלקטרוני על-פי הוראות הבוחן.

אם אתה משתמש בגיליון אלקטרוני, הדבק את מדבקת הנבחן שלך גם על תדפיס המחשב, וצרף אותו לשאלון.





8. (7 נק') לירח של כדור-הארץ אין שדה מגנטי. מה יקרה למחט המצפן אם הניסוי ייערך על-פני הירח? הסבר את תשובתך.

9. (7 נק') תלמיד הציע שינוי קל בניסוי שנערך, ולפיו עבור כל מרחק, r , בין המגנט לבין המצפן, יש לערוך שתי מדידות (במקום מדידה אחת) של הזווית: האחת – כאשר הקוטב הצפוני של המגנט מופנה לעבר המצפן, והאחרת – כאשר הקוטב הדרומי של המגנט מופנה לעבר המצפן. במה תורמת הצעתו של התלמיד לשיפור הניסוי? הסבר את תשובתך.

10. (8 נק') נתון כי עוצמת (גודל) השדה המגנטי של כדור-הארץ, באזור הגאוגרפי שבו ערכת את הניסוי, היא $3 \cdot 10^{-5} \text{ T}$. חשב את עוצמת השדה המגנטי של המגנט שברשותך, בנקודה הנמצאת לאורך ציר הסרגל, במרחק 18 ס"מ ממרכז המגנט.

ענה על אחת משתי השאלות 11-12 (לכל שאלה – 10 נקודות).
שאלות אלה קשורות לניסויים המופיעים ברשימת ניסויי החובה שבחוזר המפמ"ר.

(10 נק') 11. הניסוי: השדה המגנטי של סליל דק

(3 נק') א. האם הזרם המוזרם בלולאה במהלך הניסוי הוא זרם ישר או זרם חילופין? הסבר מדוע.

(4 נק') ב. כאשר מגדילים במהלך הניסוי את מספר הליפופים n שבלולאה, יש להקפיד על כך שהליפופים יהיו באותה מגמה. הסבר מדוע.

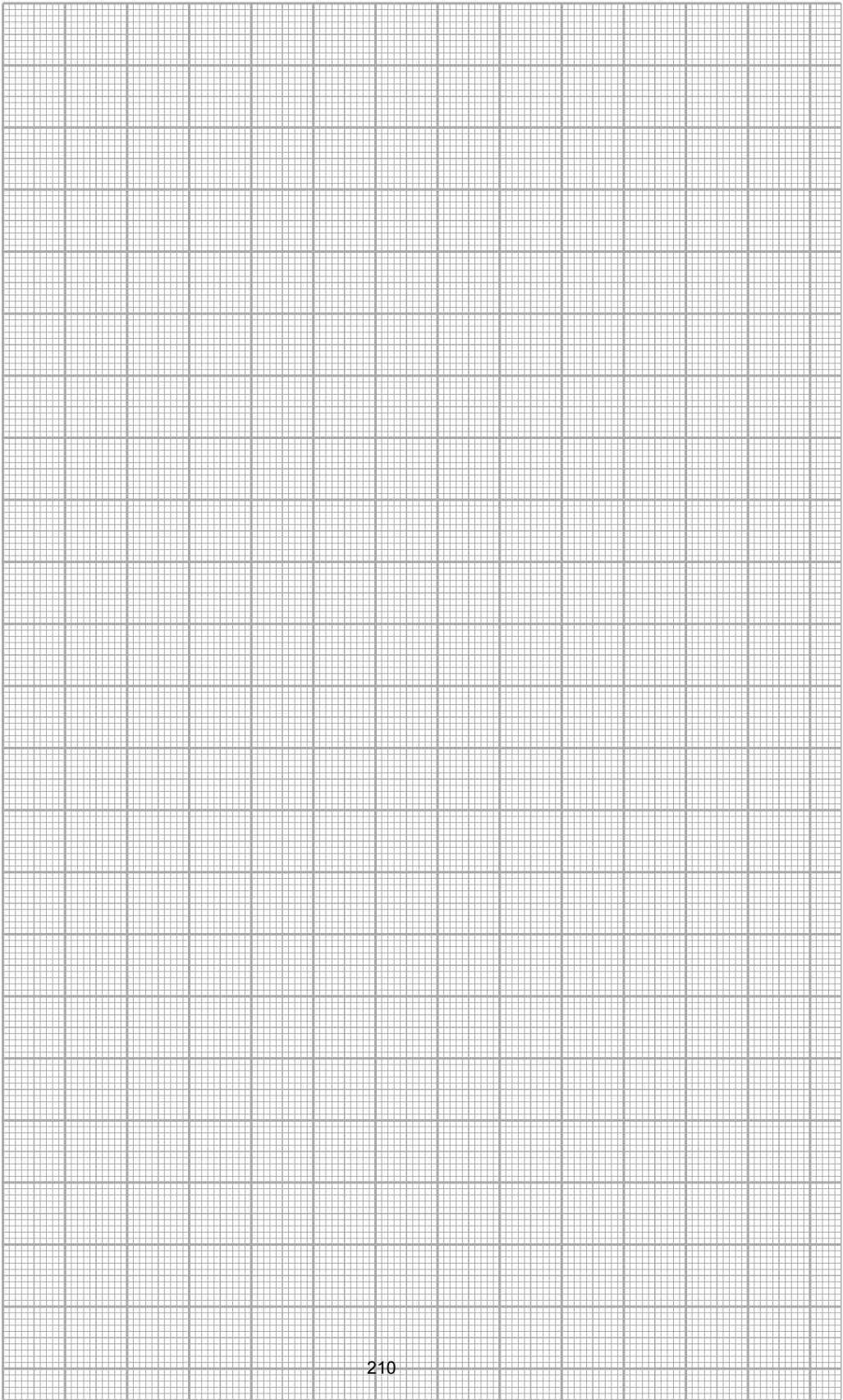
(3 נק') ג. האם בניסוי זה זווית הסטייה של מחט המצפן יכולה להיות 90° ? הסבר מדוע.

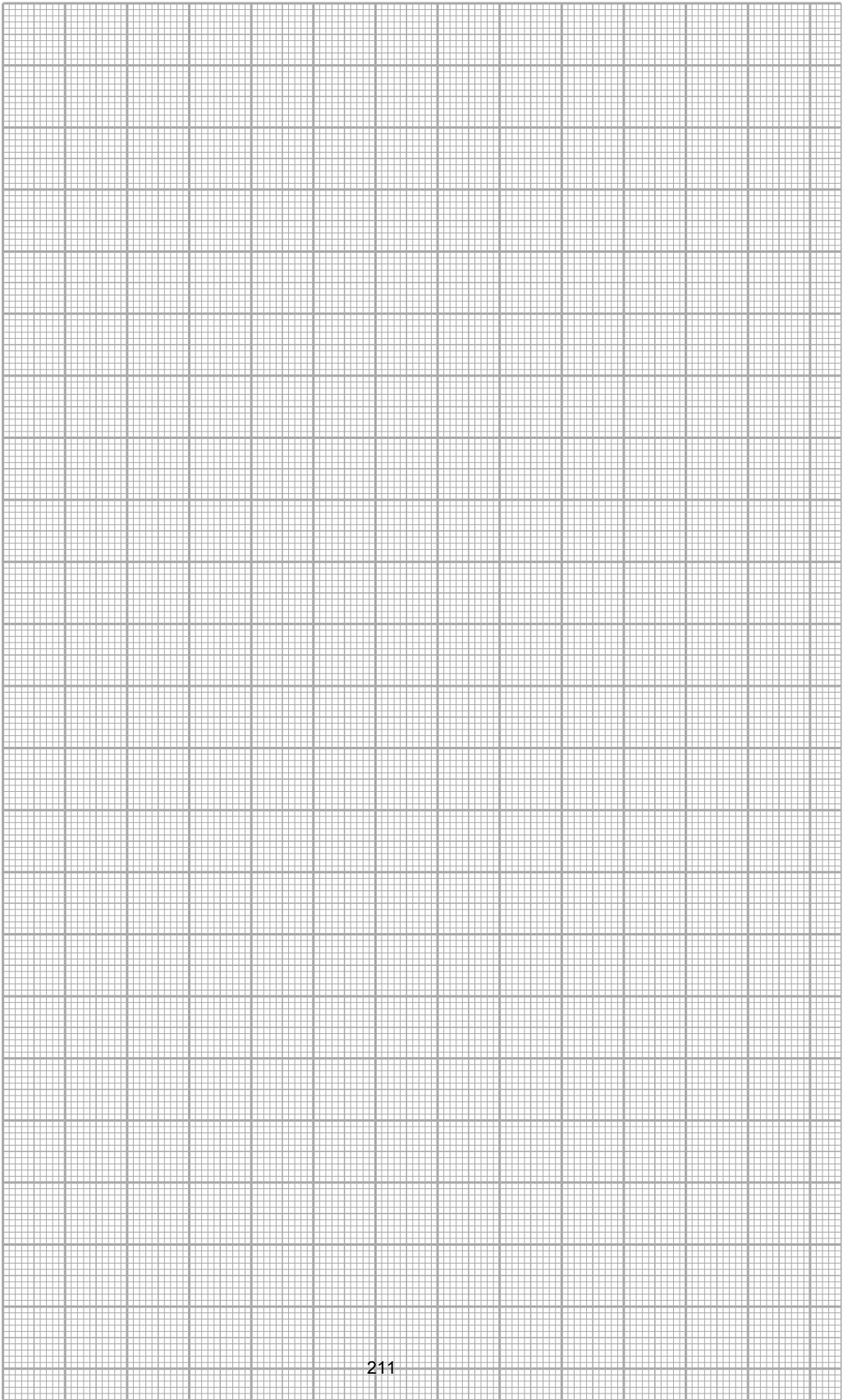
12. הניסוי: האפקט הפוטואלקטרי (10 נק')

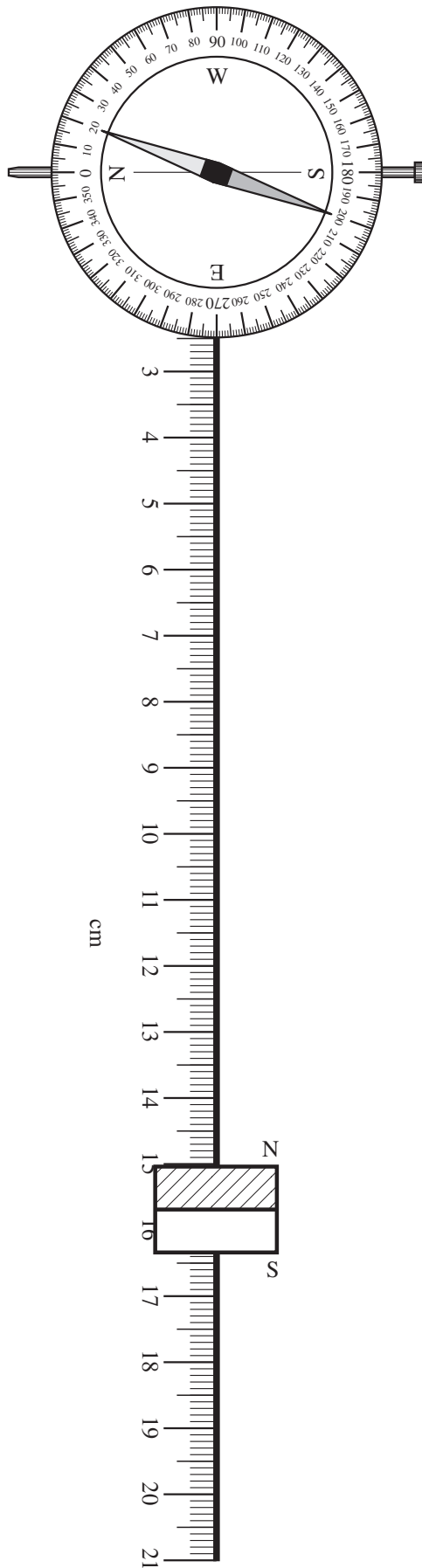
א. מערכת הניסוי כוללת גם מקור מתח של 1.5 וולט (מלבד מקור המתח הנדרש להפעלת הנורה). מהו תפקידו של מקור מתח זה?

ב. הסבר מהי משמעותה של נקודת החיתוך של הגרף עם ציר התדירות.

ג. כיצד אפשר לחשב את קבוע פלאנק לפי הגרף המתקבל בניסוי?

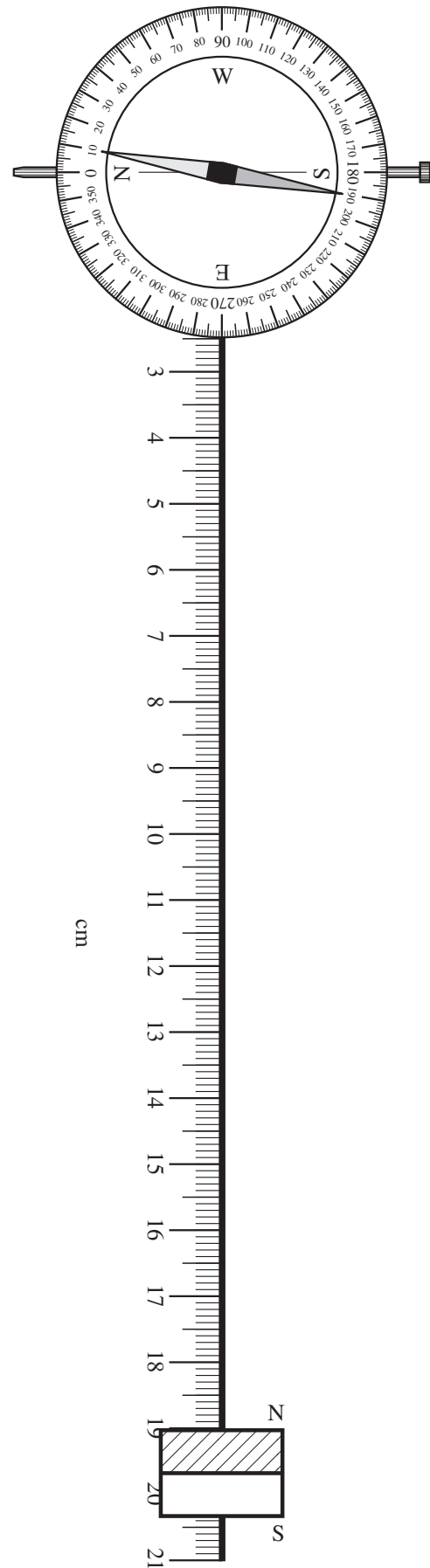






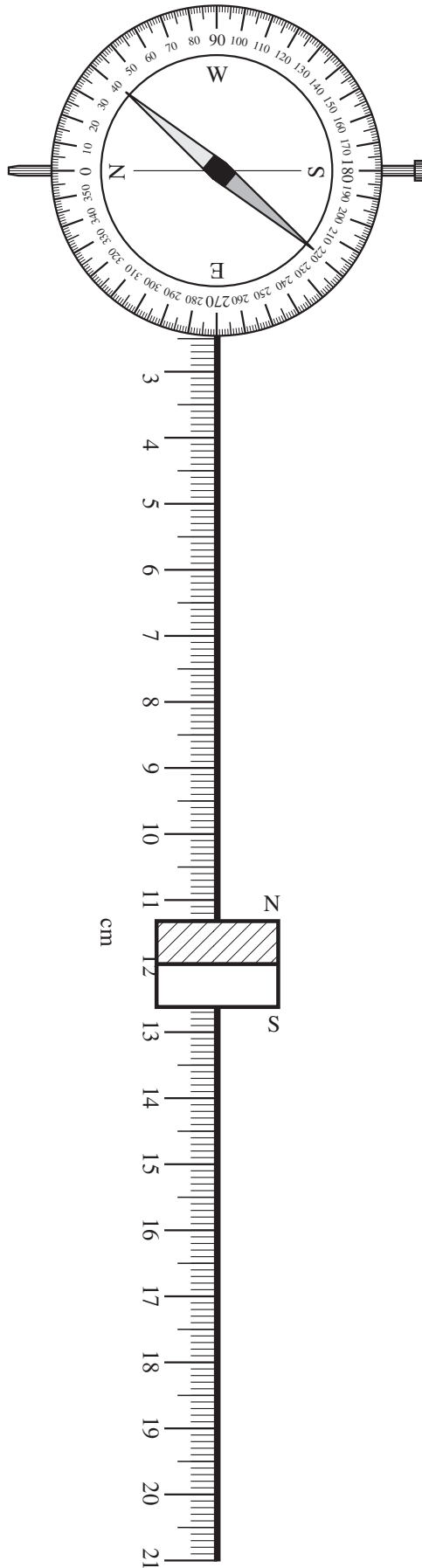
איור 2

الرسم التوضيحي 2

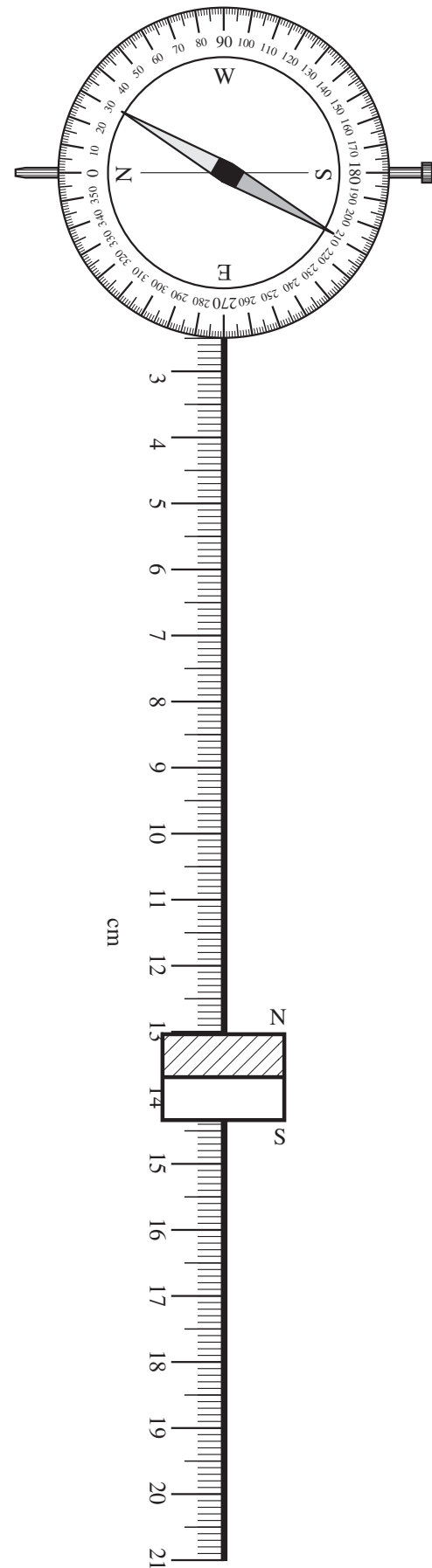


איור 1

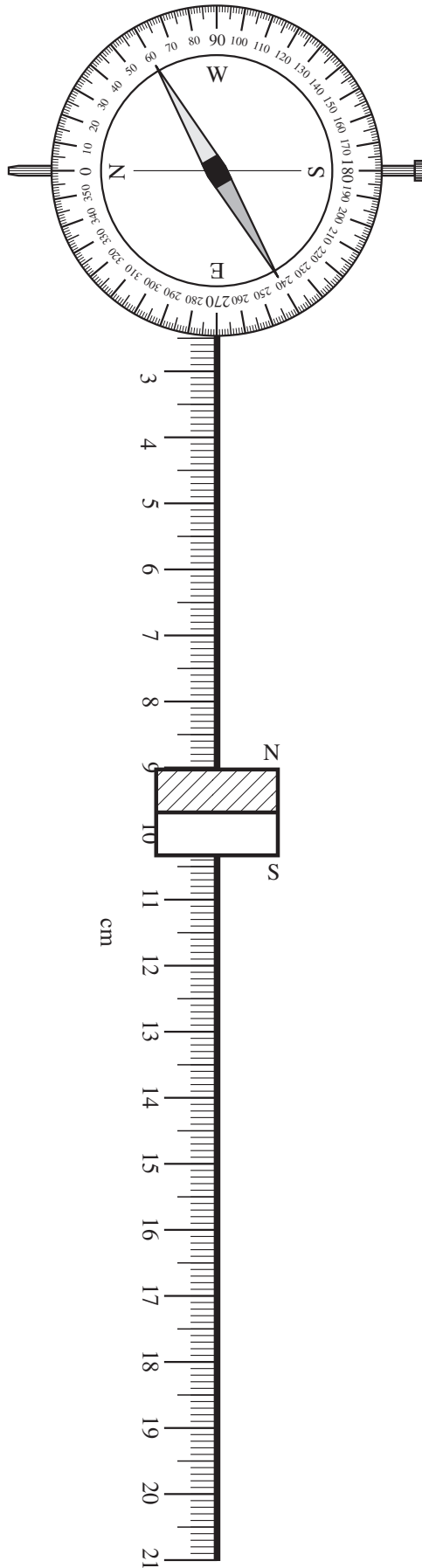
الرسم التوضيحي 1



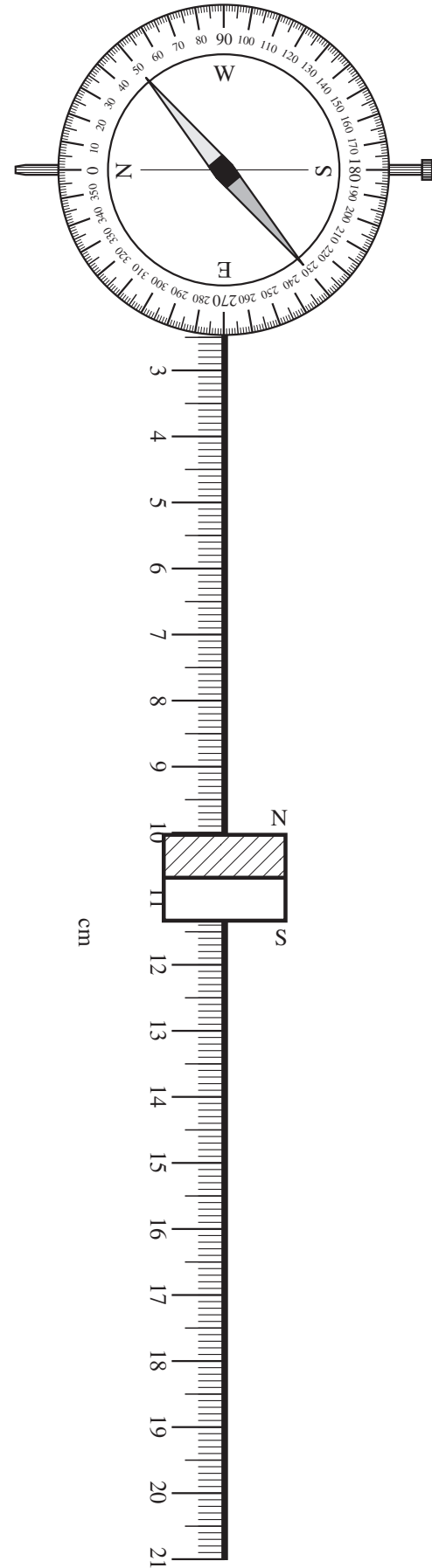
איור 4
الرسم التوضيحي 4



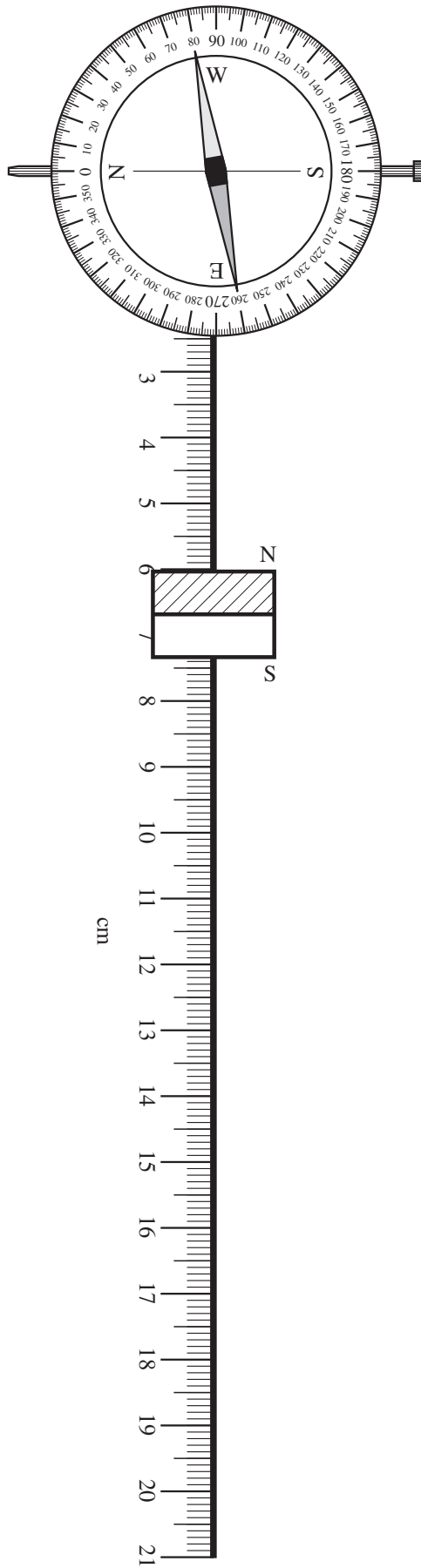
איור 3
الرسم التوضيحي 3



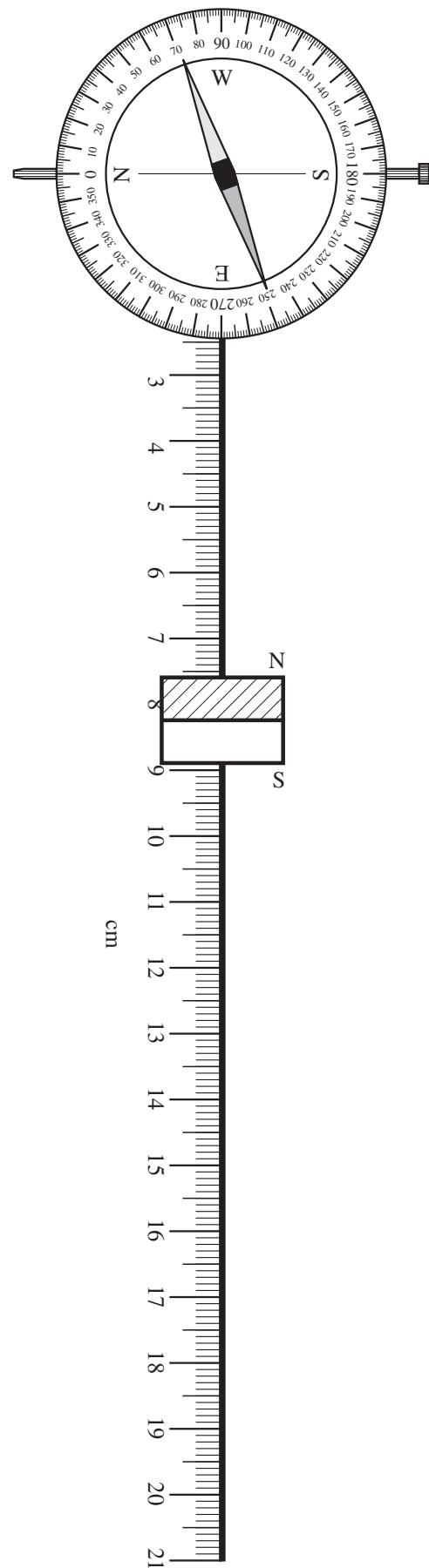
איור 6
الرسم التوضيحي 6



איור 5
الرسم التوضيحي 5



איור 8
الرسم التوضيحي 8



איור 7
الرسم التوضيحي 7

פתרון חקר 2010

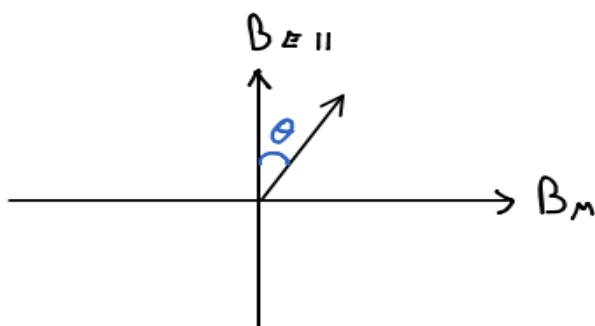
פתרון ל 1,2

מספר איור	המרחק, r (במטרים)	הזווית, θ (במעלות)	$\tan \theta$
1	0.197	10.0	0.18
2	0.157	20.0	0.36
3	0.137	30.0	0.58
4	0.120	40.0	0.84
5	0.107	50.0	1.19
6	0.097	60.0	1.73
7	0.083	70.0	2.75
8	0.067	80.0	5.67

עובי המגנט הוא 14mm ומכיוון שאנו צריכים למדוד ממרכזו, אנו נוסיף לכל מדידה 7mm .

פתרון ל 3

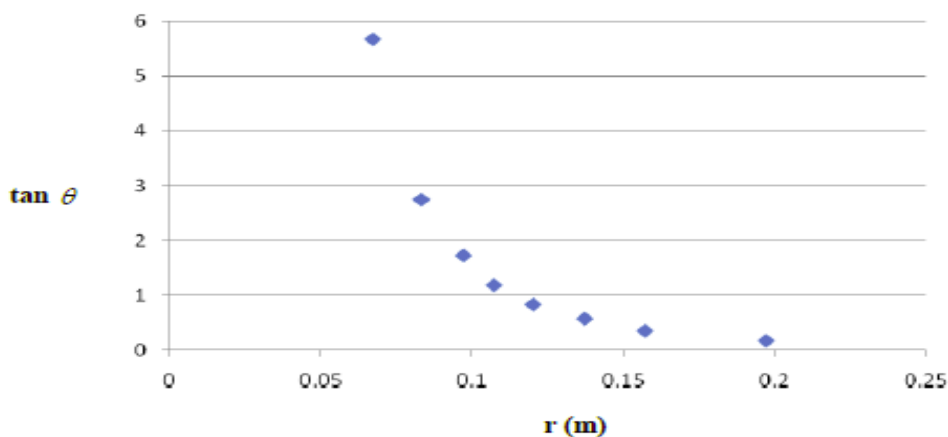
א.



ב. מהתרשים (הגדרת פונקציית הטנגנס) $\frac{B_M}{B_E} = \tan \theta \rightarrow B_M = B_E \cdot \tan \theta$

B_E - הרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור"א והוא גודל קבוע. לכן הקשר בין B_M ו $\tan \theta$ הוא יחס ישר.

פתרון ל 4



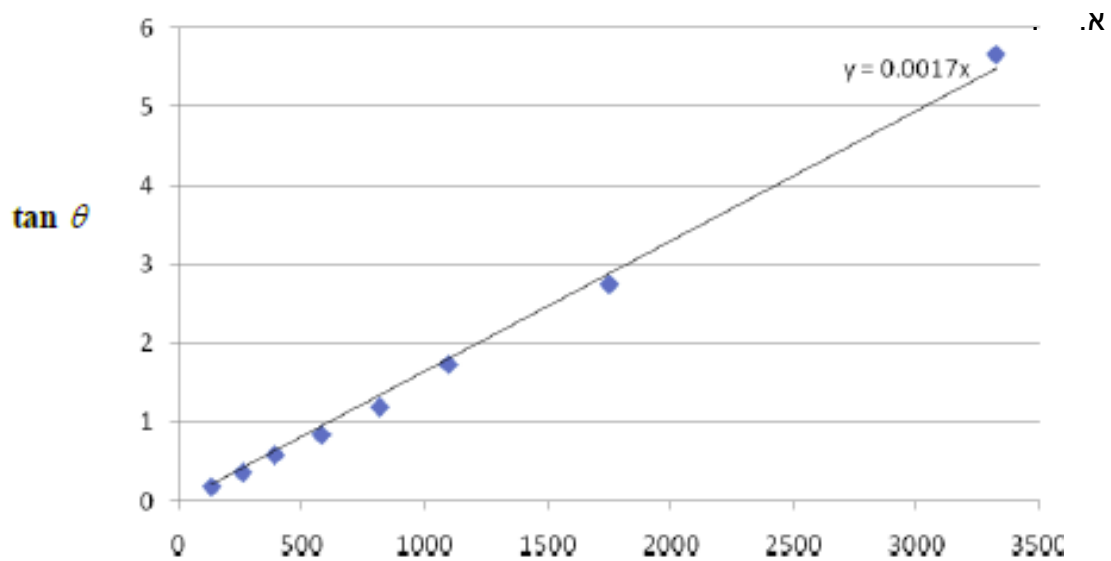
פתרון ל 5

התשובה הנכונה היא ד' (לא נדרש נימוק, אבל... מכיוון שמצאנו כי $B_M \propto \tan \theta$ ונתון כי $B_M \propto \frac{1}{r^3}$ אז מכלל המעבר, $\frac{1}{r^3} \propto \tan \theta$)

פתרון ל 6

איור מספר	המרחק, r (במטרים)	הזווית, θ (במעלות)	$\tan \theta$	$\frac{1}{r^3} \left[\frac{1}{m^3} \right]$
1	0.197	10.0	0.18	131
2	0.157	20.0	0.36	258
3	0.137	30.0	0.58	389
4	0.120	40.0	0.84	579
5	0.107	50.0	1.19	816
6	0.097	60.0	1.73	1096
7	0.083	70.0	2.75	1750
8	0.067	80.0	5.67	3325

פתרון ל 7



ב. נבחר שתי נקודות (שאינן נקודות מדידה) מהגרף ונמצא בעזרתן את השיפוע:

$$\text{שיפוע} = \frac{\Delta(\tan \theta)}{\Delta\left(\frac{1}{r^3}\right)} = \frac{4-2}{3250-1600} = 1.21 \cdot 10^{-3} m^3$$

פתרון ל 8

המחט תצביע תמיד לכיוון השדה המגנטי B_M , אין שדה מגנטי אופקי שיגרום לזוויות θ השונות מ 90° ביחס לאופק.

פתרון ל 9

הצעת התלמיד עוזרת בקיזוז שגיאות הנובעות מאי דיוק בהוראת המצפן. שגיאות כאלה יכולות להיות אם המצפן או המצפן אינו מונח באופן מדויק, בסיבוב קוטב המגנט אנו מבצעים מדידה כפולה שבה אותה שגיאה מתקזזת.

פתרון ל 10

נמצא מהגרף את הערך של $\tan \theta$ בעבור $r = 0.18$: $\frac{1}{0.18^3} = 171 \rightarrow \tan \theta = 0.22$

$$\frac{B_M}{B_E} = \tan \theta \rightarrow B_M = B_E \cdot \tan \theta = 3 \cdot 10^{-5} \cdot 0.22 = 6.6 \cdot 10^{-6} T \quad \text{נציב בקשר:}$$

פתרון ל 11

- א. הזרם הוא זרם ישר. אנחנו רוצים שדה מגנטי קבוע במרכז הלולאה.
- ב. כדי שנקבל חיבור של השדות המגנטיים מכל לולאה ולא קיזוז של השדות.
- ג. לא, מכיוון שיש את הרכיב של השדה המגנטי של כדור"א הנמצא בניצב לשדה המגנטי של הסליל.

פתרון ל 12

- א. תפקידו של מתח זה הוא להיות מתח העצירה שבעזרתו נמדוד את האנרגיה הקינטית המקסימלית של האלקטרון.
- ב. תדירות הסף. התדירות המינימלית שממנה מתחיל האפקט הפוטואלקטרי.
- ג. בעזרת שיפוע הגרף, לפי נוסחת איינשטיין: $e \cdot V_0 = h \cdot f \Rightarrow V_0 = \frac{h}{e} f$ (וידיעת מטען האלקטרון)