



ח ב ל י מ י ל י ש ר א ל

ת ר ר ת ה מ צ פ ן

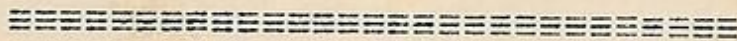
מאת

יוסף פודוילי, רב חובל

(מתוך הרצאה בקורס המקצועי לעובדי הנמל,
סקויים בבית הימאים בתל-אביב,
בימים י"ג אלול תש"ס-י"ג חשוון תש"י - 7/9-5/11.49)

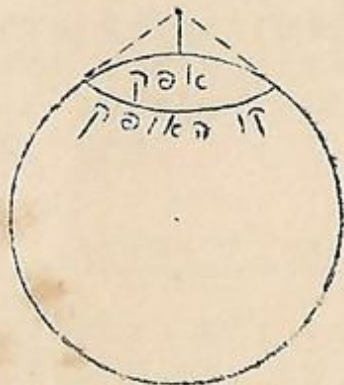
תל-אביב, כסלו תש"י.

ת ר ר ת ה מ צ פ ן



מעובד ע"י י. פודולי רב-חובל

א פ ק .

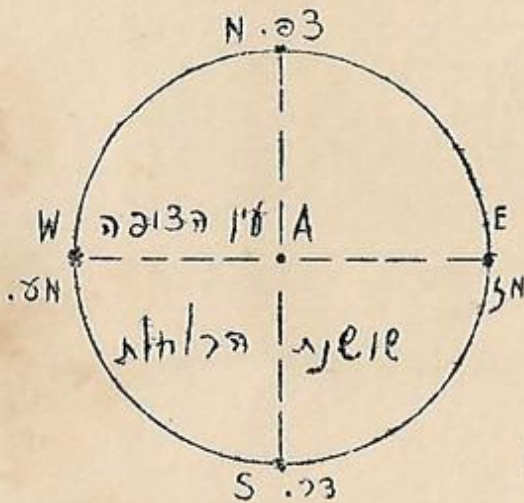
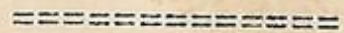


בהמצא הצופה בלב ים,
ובהסתכלו סביבו יראה ששח
מים עגול אשר במרכזו נמצא
הצופה והיקפו נגיד במעגל
הגובל עם השמים. מעגל זה
הנו ה-א"ק.

(שרטוט 1.)

שרטוט 1.

שושנת הרוחות.

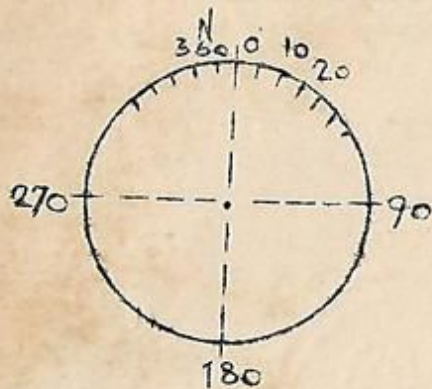


דרך כל נקודה שעל פני
כדור הארץ עוברים שני קוים:
קו האורך החוצה את האפק
בכוון צפון-דרום בשתי נקודות
- נקודת ה-צפון ונקודת ה-דרום.
קו הרוחב החוצה את האפק
בכוון מזרח-מערב בשתי נקודות
- נקודת ה-מזרח ונקודת ה-מערב.
הצופה העומד במרכז האפק
ופניו צפונה ימצא: לימינו מזרח
מאחוריו דרום לשמאלו מערב.
התרשים המראה את חלוקת האפק
בצורה זו, נקרא שושנת הרוחות.

(שרטוט 2.)

שרטוט 2.

חלוקת שושנת הרוחות.

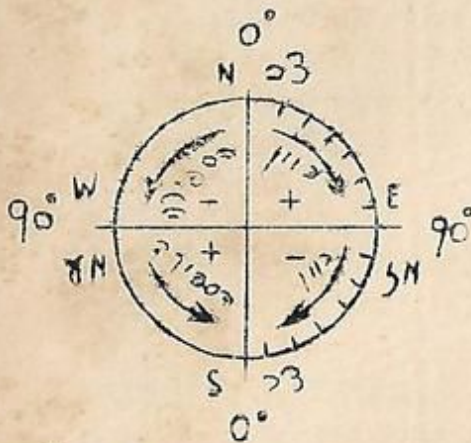


שרטוט 3.

1. חלוקה רציפה. ככל מעגל מתחלק גם

האפק באופן תיאורטי ל-360 מעלות; כל מעלה ל-60 דקה וכל דקה ל-60 שניה. ספירת המעלות מתחילה מצפון = 0 מעלות דרך מזרח (90) דרום (180) מערב (270) וחזרה לצפון (360);

חלוקה זו של שושנת הרוחות נקראת חלוקה רציפה. הנה הנוחה ביותר לשמוש מעשי והנה תמיד בת 3 ספרות. 005; 014; 137; 245; 359.



שרטוט 4.

2. חלוקה רבעית. אם נחלק את שושנת הרו-

חות בהתאם לרוחות השמים העקריים צפ. מז. דר. מע. נקבל 4 רבעים כ"א בן 90 חלוקה זו הנה חלוקה רבעית. כנקודות מוצא לספירה בחלוקה זו משמשות נקודות הצפון והדרום בכוון מזרחי ומערבי.

כלומר אנו סופרים מצפון 90 מעלות מזרחה ו-90 מעלות מערבה; וכן מדרום 90 מעלות מזרחה ו-90

מעלות מערבה. בחלוקה זו מספר המעלות הולך וגדל מצפון למזרח ברבע ה-1 ולכן נסמנו כחיובי +; הוא הולך וקטן ממזרח לדרום ברבע 2 ולכן נסמנו כשלילי -;

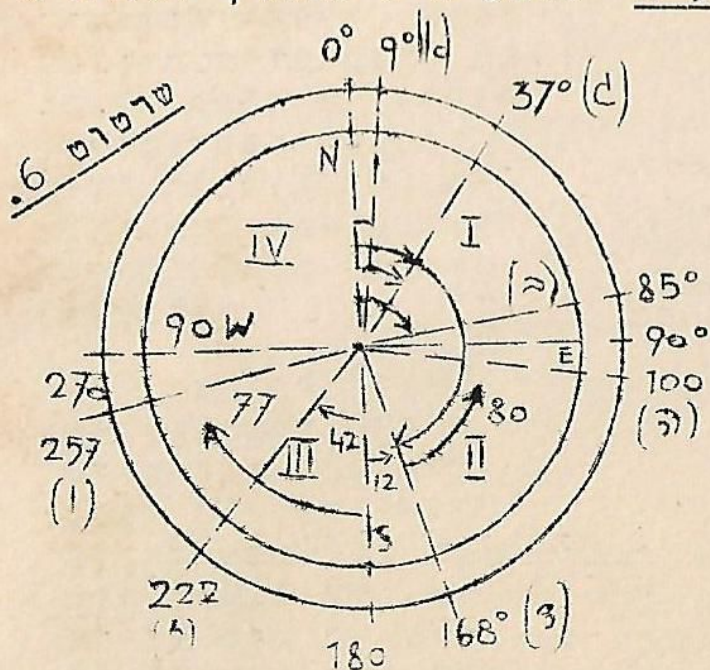
הולך וגדל מדרום למערב ברבע ה-3 ולכן סמנו יהיה +;

הוא הולך וקטן ממערב לצפון ברבע ה-4 ולכן סמנו יהיה -;

(שרטוט 4.)

מעבר מחלוקה לחלוקה

1. מעבר מרציפה לרבעית ברבע ה-1 מצפון למזרח אין



הבדל בין שתי הספירות. סופרים מ-0 עד 90 ומוסיפים לפני הספירה את ה-צפ. ואחריה את ה-מז. צפ 9 מז; צפ 53 מז; (א) 009 = צפ 9 מז; (ב) 085 = צפ 85 מז; (ג) 037 = צפ 37 מז. ברבע ה-2 ממזרח לדרום כלומר מ-90 עד 180 מחסירים את הספירה הרציפה מ-180 ומוסיפים דר. לפני הספירה ו-מז. לאחריה.

$$168 = 12 \text{ דר} = \text{מז} (180 - 168) \text{ דר}$$

$$168^{\circ} = \zeta (180^{\circ} - 168^{\circ}) \text{ E} = \zeta 12^{\circ} \text{ E}$$

$$100 = 80 \text{ דר} = \text{מז} (180 - 100) \text{ דר}$$

$$100^{\circ} = \zeta (180^{\circ} - 100^{\circ}) \text{ E} = \zeta 80^{\circ} \text{ E}$$

ברבע ה-3 מדרום למערב או מ-180 עד 270 מעלות. מחסירים מהספירה הרציפה 180 מוסיפים דר. לפני הספירה ומע. לאחריה.

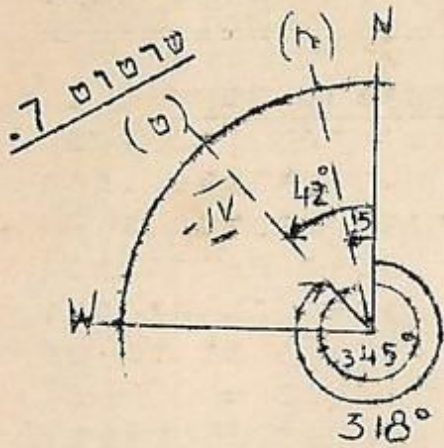
$$257 = 77 \text{ מע} = \text{דר} (257 - 180) \text{ מע}$$

$$257^{\circ} = \zeta (257^{\circ} - 180^{\circ}) \text{ W} = \zeta 77^{\circ} \text{ W}$$

$$222 = 42 \text{ מע} = \text{דר} (222 - 180) \text{ מע}$$

$$222^{\circ} = \zeta (222^{\circ} - 180^{\circ}) \text{ W} = \zeta 42^{\circ} \text{ W}$$

(שרטוט 6.)

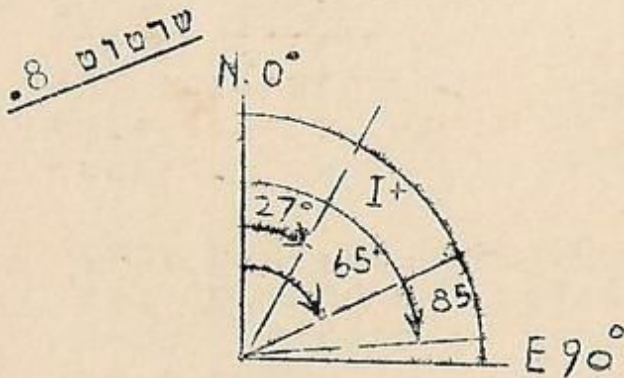


ברבע ה-4 ממערב לצפון
או מ-270 עד 360.
מחסירים את הספירה
הרציפה מ-360 ומוסיפים
לפני הספירה צפ. ואחריה
מע.

$$(ח) מע 15 צפ = מע (360 - 345) צפ = 345$$

$$(ט) מע 42 צפ = מע (360 - 318) צפ = 318$$

(שרטוט 7.)



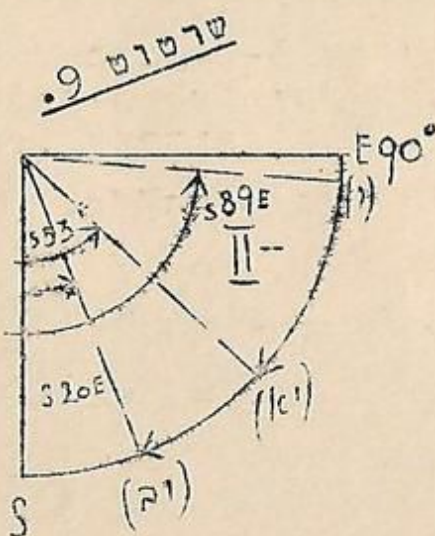
2. מעבר מרבעית לרציפה.
הפעולה היא הפוכה מהקודמת
ברבע ה-1, צפ 0 עד 90 מז.
מסלקים את הצפ. מלפני
הספירה ואת ה-מז. מאחריה
ומוסיפים לפני הספירה 0
לעשותה בעלת שלש ספרות.

$$065 = מז 65 צפ.$$

$$085 = מז 85 צפ;$$

$$027 = מז 27 צפ.$$

(שרטוט 8.)



ברבע ה-2 דר 0 עד 90 מז.
מחסירים את הספירה מ-
180 מסלקים את הסמון
דר. ו-מז.

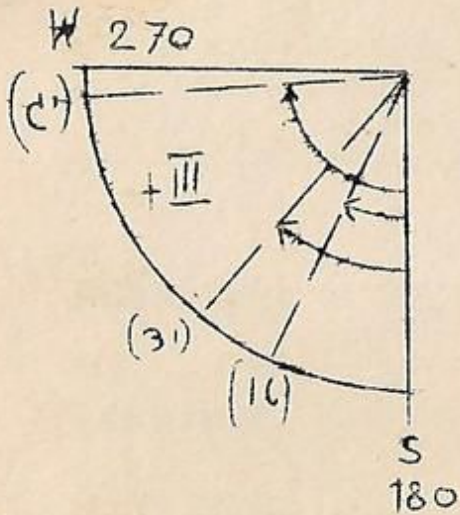
$$(י) 091 = (180 - 89) = מז 89 דר$$

$$(יא) 135 = (180 - 55) = מז 55 דר$$

$$(יב) 160 = (180 - 20) = מז 20 דר$$

(שרטוט 9.)

ברבע ה-3, דר. 0 עד 90 מע. מוסיפים לספירה 180 ומסלקים את הסמנים דר. ו-מע.



שרטוט 10.

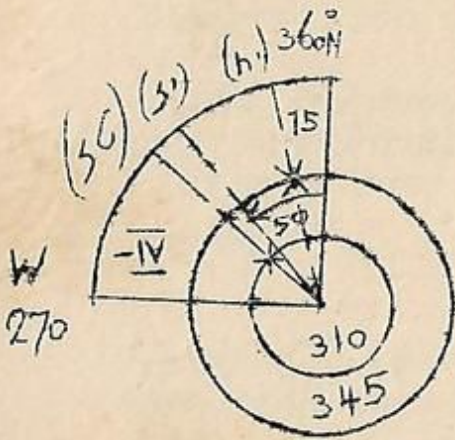
(ג) $265 = (85+180) =$ מע 85 דר.

(ב) $257 = (37+180) =$ מע 37 דר.

(א) $205 = (25+180) =$ מע 25 דר.

(שרטוט 10.)

ברבע ה-4, צפ 0 עד 90 מע. מחסירים את הספירה מ-360 ומסלקים את הסמנים צפ ו-מע.



שרטוט 11.

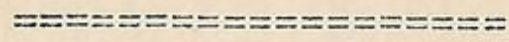
(ה) $310 = (360-50) =$ מע 50 צפ.

(ד) $322 = (360-38) =$ מע 38 צפ.

(ג) $345 = (360-15) =$ מע 15 צפ.

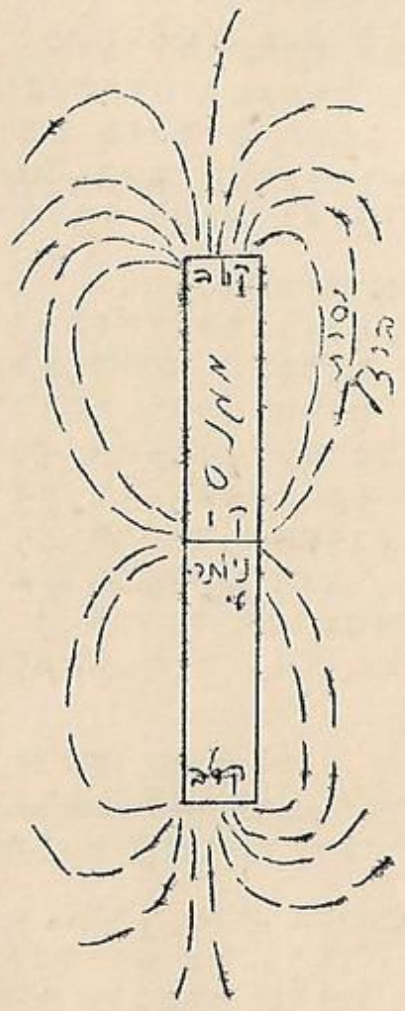
(שרטוט 11.)

מ ג נ ט י ר ת



מוט מתכת ברזלית אשר בהיותו תלוי באופן חפשי נמשך אל מוט ברזל אחר, או המושך אליו מוט ברזל אחר התלוי באופן חפשי נקרא מגנט.

שרטוט 12.



אנו מבדילים בין:

מגנט טבעי, עפרות ברזל בעלות התכונה המגנטית

מגנט מלאכותי, הנוצר ע"י

- א. מגע או חכוך עם מגנט אחר.
- ב. הגברת זרם חשמלי דרך המוט (אינדוקציה חשמלית)
- ג. אינדוקציה של כדור הארץ

הפלדה מתמגנטת באטיות אולם שומרת זמן ממושך על המגנטיות ברזל רך מתמגנט במהירות אולם מאבד במהירות תכונה זו. פעולת המגנט חזקה ביותר בשני קצותיו הנקראים קטבים מגנטיים היא שוה ל-O באמצע המוט שנקרא קו נאוטרלי.

אם נשים מעל למגנט גליון נייר ועליו נפזר נסורת ברזל ונוזעזע בקלות את הנייר, נראה כי הנסורת מסתדרת בצורה מסוימת ויוצרת כעין קשתות היוצאות מהקטבים המגנטיים כלפי חוץ בכיוון הקו הנאוטרלי.

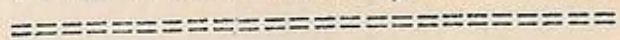
מכאן אנו מסיקים כי הפעולה המגנטית אינה רתוקה לגוף עצמו אלא השפעתה נכרת גם במרחק מהמגנט. פעולת הכח המגנטי הנה ביחס ישר למססה המגנטית והפוכה לרובע המרחק שבין המגנט והגוף שעליו הוא פועל (שרטוט 12).

אם מגנט אחד ימשך אליו גרם אחד של ברזל ממרחק של 1 סמ., שני מגנטים כאלה ימשכו 2 גרם ברזל ממרחק של 1 סמ.

אם נרחיק את גרם הברזל ל-2 סמ, כח הפעולה יקטן פי $2^2 = .4$.

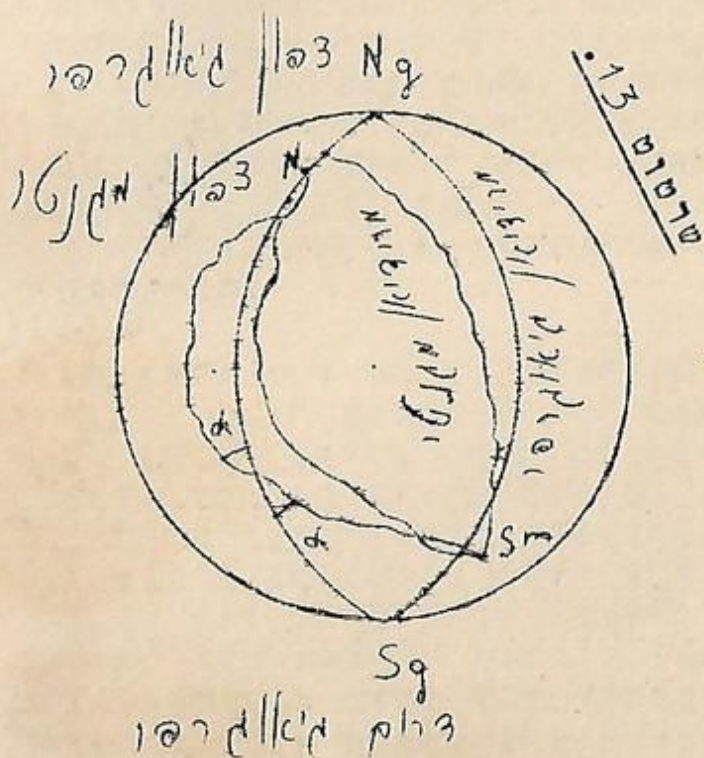
אם נרחיק אותו ל-3 סמ, כח הפעולה יקטן פי $3^2 = 9$ סמ. במלים אחרות במקרה שלפני האחרון נצטרך ל-4 מגנטים למשך את גרם הברזל, ומקרה האחרון ל-9 מגנטים.

כדור הארץ בתור מגנט גדול



כדור הארץ הנו אף הוא מגנט גדול אשר קטביו המגנטיים נמצאים בסביבת הקטבים הגיאוגרפיים אולם אינם מזדהים אתם. הקטב המגנטי ב- $\frac{1}{2}$ הכדור הצפוני נמצא ב-70 רחב צפוני ו-97 אורך מערבי הקטב המגנטי ב- $\frac{1}{2}$ הכדור הדרומי נמצא ב-73 רחב דרומי ו-148 אורך מזרחי.

מחט מגנטית התלויה באופן חפשי על חוט, תפנה קצה אחד כלפי צפון והקצה השני כלפי דרום. הקצה הפונה צפונה נקרא הקטב הצפוני / של המחט והקצה הפונה דרומה - הקטב הדרומי שלה. היות וכחות מגנטיים בעלי אותו סמון דוחים האחד את השני ובעלי סמון שונה מושכים האחד את השני, ברור כי המגנטיות של $\frac{1}{2}$ הכדור הצפוני היא דרומית, וזו של $\frac{1}{2}$ הכדור הדרומי-צפוניית.

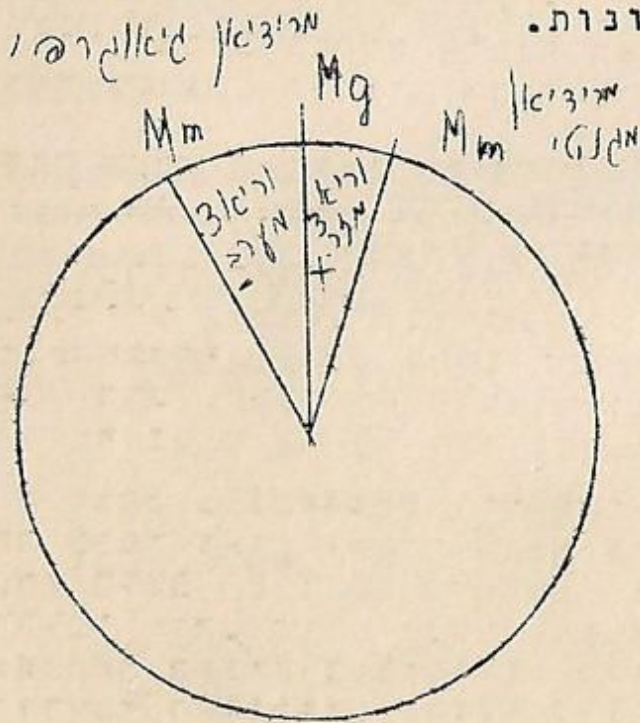


מרידיאן מגנטי

===== (שטוח 13)

בין שני הקטבים המגנטיים של כדור הארץ עוברים קוים מגנטיים הנקראים מרידיאנים מגנטיים. בסביבות קו המשוה הגיאוגרפי ימצא הקו הנאוטרלי המגנטי שיקרא קו המשוה המגנטי.

המריד יאנלים המגנטטיים אינם עוברים בכורון ישר מקטב אל קטב, כדוגמת המריד יאנלים הגיאוגרפיים, אלא מתפתלים ומתעקמים בדרכם בכורונים שונים בגלל המבנה הגיאולוגי של כדור הארץ ועפרות הברזל הנמצאים בו. המריד יאנלים המגנטטיים חוצים איפוא את המריד יאנלים הגיאוגרפיים בנקודות שונות בזוויות שונות.



שרטוט 14.

הזווית הנוצרת בין מריד יאן גיאוגרפי ובין מריד יאן מגנטי נקראת הוריאציה המגנטטית של המקום, או זווית ההטייה המגנטטית.

מחט מגנטטית התלויה באופן חפשי במרכז כבדה לא תפנה איפוא לצפון האמיתי, אלא תראה את כוון המריד יאן המגנטטי של אותו מקום. בכדי לקבל את הכוון הצפוני או הדרומי האמיתי יש להוסיף באופן מתימטי (+) או (-) את הוריאציה של אותו מקום. הוריאציה הנה מזרחית או + כאשר המריד יאן המגנטי נמצא מזרחה או ימינה מהמריד יאן הגיאוגרפי.

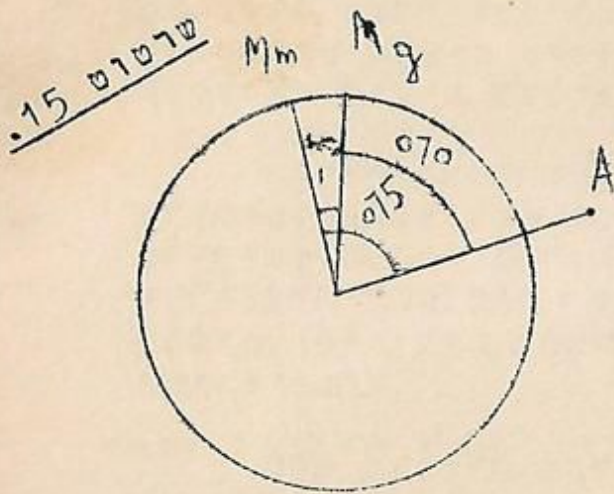
הוריאציה הנה מערבית או -, כאשר המריד יאן המגנטי נמצא מערבה או שמאלה מהמריד יאן הגיאוגרפי.

(שרטוט 14.)

הוריאציה של המקום נתנת ומסומנת בכל מפה ימית. הסמון הרגיל הוא: שושנת הרוחות ובה מופיעים גודל הוריאציה במעלות ודקות, כוונה מזרחי או מערבי, תאריך קביעתה, השנוי השנתי אם הוא גדל או קטן.

בכדי לקבל את הכוון האמיתי (המפה, גיאוגרפי) מכורון המצפן, צריך להוסיף לכורון המצפן את הוריאציה המזרחית ולגרוע מכורון המצפן את הוריאציה המערבית.

לשם העברת כוון מהמפה אל המצפן, צריך לגרוע מכוון המפה את הוריאציה המזרחית, ולהוסיף למפה את הוריאציה המערבית.



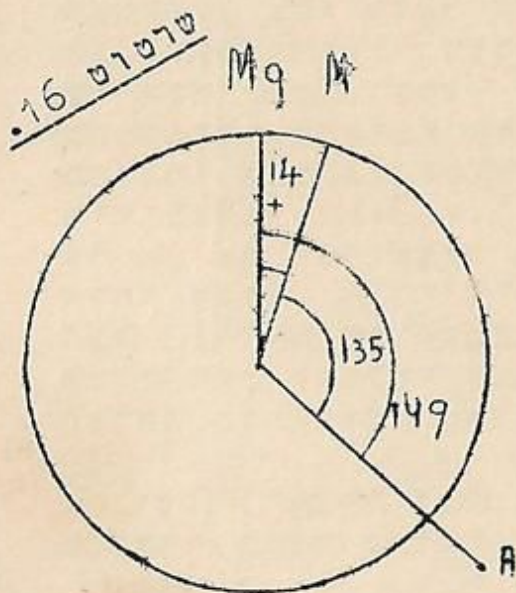
דוגמאות: תסקיר נקודה לפי מצפן 075° וריאציה מקומית 5 מע. למצוא את הכוון האמיתי על המפה.

(שרטוט 15)

$$\text{מפה וריאציה מצפן} \\ 075^{\circ} - 5^{\circ} \text{ מע.} = 070^{\circ}$$

תסקיר נקודה לפי מצפן 135°, וריאצ. 14° מז. למצוא כוון אמיתי על המפה:

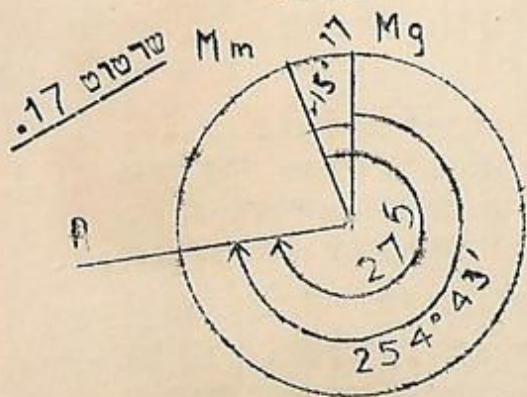
(שרטוט 16)



$$\text{מפה וריאציה מצפן} \\ 135^{\circ} + 14^{\circ} \text{ מז.} = 149^{\circ}$$

תסקיר נקודה לפי מצפן 275° וריאצ. (1935) 130° 25' מע. שנוי שנתי גדל ב-8' למצוא כוון אמיתי על המפה: מ-1935 עד 1949 עברו 14 שנה.

(שרטוט 17)



שנוי שנתי 8' ; ב-14 שנה = $14 \times 8' = 112' = 1^{\circ} 52'$
 וריאצ. $15^{\circ} 17' = 1^{\circ} 52' + 13^{\circ} 25' = 1949$ מע.

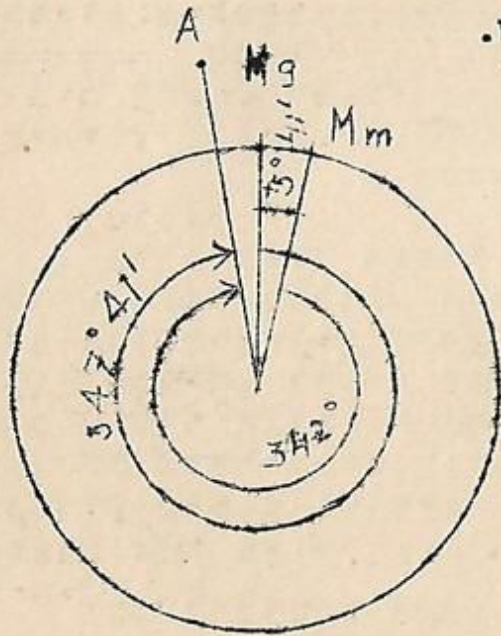
מפה וריאצ מצפן
 $275^{\circ} - 15^{\circ} 17' = 259^{\circ} 43'$

תסקיר נקודה לפי מצפן 342° וריאצ. $(1927) 8^{\circ} 15'$ מז.
 שנוי שנתי קטן
 7' למצוא כוון אמיתי
 על המפה.

מ-1927 עד 1949 עברו 22 שנה. השנוי הוא 7.22 = $154' = 2^{\circ} 34'$ השנוי השנתי הנו קטן, לכן הוּרְיָאצִיָה ב-1949 תהיה מז. $5^{\circ} 41' = 2^{\circ} 34' - 8^{\circ} 15'$ מז.

מפה = מצפן + וריאצ. מז.
 $342^{\circ} + 5^{\circ} 41' = 347^{\circ} 41'$

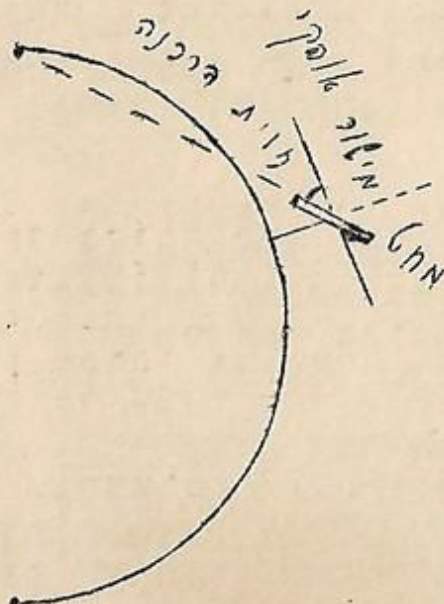
(שרטוט .18)



שרטוט .18

להקל על הזכרון
 כיצד להעביר ממפה למצפן
 ולהיפך אפשר להעזר בחרוז
 האנגלי: Anything East
 Compass is Least
 Anything West
 Compass is Best
 מגנטיות הארץ מפ-
 עילה עוד כח מגנטי הפועל
 על המחט המגנטית. כח זה
 מושך את המחט אל הקטב
 המגנטי של כדור הארץ.

הזווית הנוצרת בין
 המחט המגנטית ובין מישור



שרטוט .19

אופקי העובר דרך מרכז המחט הנה זווית האינקלינציה או ההרכנה. ההרכנה המקסימלית הנה ליד הקוטבים המגנטיים והמינימלית ליד המשווה המגנטי. בין שני האיזורים הללו יוצרת המחט זוויות שונות בהתאם למרחק מהמשווה המגנטי

(שרטוט 19.)
בעמוד הקודם

הקוים המאחדים את כל המקומות בעלי הרכנה שווה נקראים איזוברות; הם הנם קווי הרוחב המגנטיים.

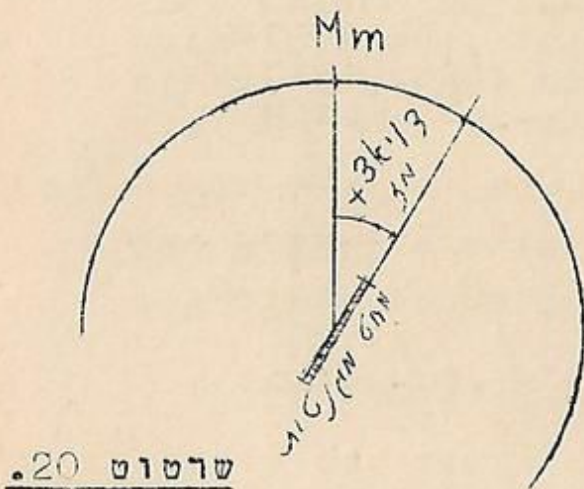
האניה בתור מגנט
=====

גוף האניה העשוי פלדה, נמצא בתקופת הבניה זמן ממושך בכיוון אחד, כיוון הבניה. לוחות הפלדה תחת פעולת מגנטיות הארץ מקבלים אינדוקציה מגנטית והאניה הופכת אף היא למגנט אחד גדול

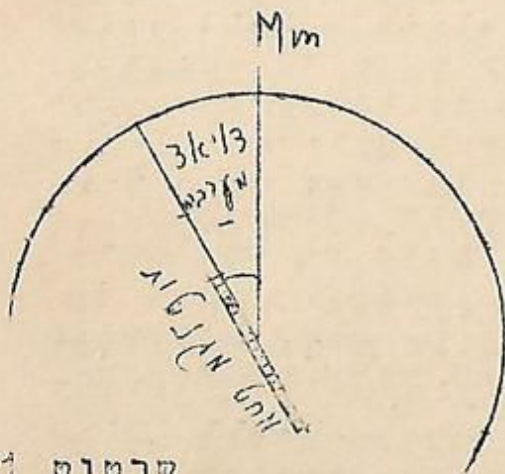
בגלל מרחקה הקטן מהמצפן, משפיעה מגנטיות האניה בצורה מאוד מוחשית על כיוון המחט המגנטית. היא מטה אותה פעם ימינה ופעם שמאלה, בהתאם לכיוון האניה באותו רגע. הטיה זו נקראת דריאציה או הטיה.

הדריאציה הנה מז-רחית או +, כאשר המחט המגנטית של המצפן נמצאת ממזרח למריד יאן המגנטי של המקום. (שרטוט 20.)

הדריאציה הנה מערבית או -, כאשר המחט המגנטית של המצפן נמצאת ממערב למריד יאן המגנטי של המקום. (שרטוט 21.)



שרטוט 20.



שרטוט 21.

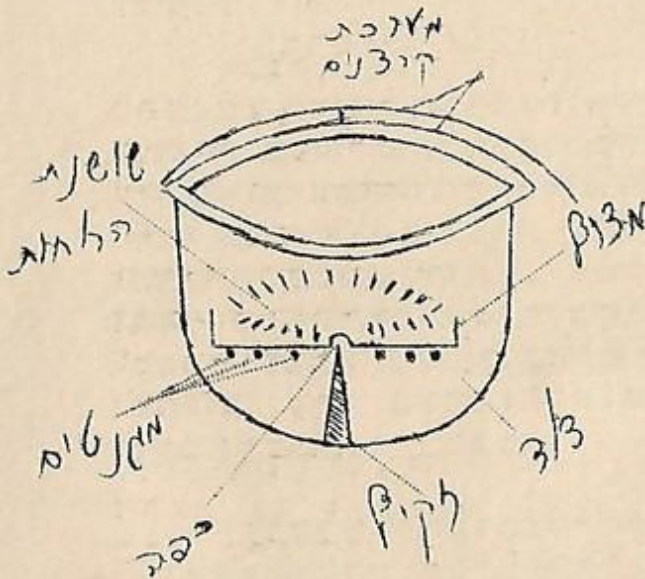
הדוֹיאָצִיָה תלויה בכמות הכרזל הנמצא בקרבת המצפן ובמרחקו ממנו. מטען ברזל (צנורות, ברזל עגול, מכוונות) משפיע במדה נכרת על כוון המצפן, ועל גודל הדוֹיאָצִיָה את הדוֹיאָצִיָה מבטלים בעזרת מגנטים קטנים המושמים מתחת למצפן תוך תאים מיוחדים ובהתאם לכללים ידועים. את הדוֹיאָצִיָה הקטנה שעדיין נותרת אחרי תקונה, מוסיפים באופן מסימטי אל הוֹרִיאָצִיָה והתוצאה נקראת שגִיאָת-המצפן אם סמוני הוֹרִיאָצִיָה והדוֹיאָצִיָה שווים, השגִיָאָה של המצפן תגדל; ואם הסמונים שונים היא תקטן, ותקרא לפי הסמון הגדול ביותר.

למשל: וריאצ. מז. 10, דוֹיאָצ. מע. 5 שגִיָאָת המצפן
 תהיה $+5 = 10 - 5$

בנין המצפן הימני.

שני סמוסי אב למצפן הימני:
 המצפן הרטוב,
 והמצפן היבש.

המצפן הרטוב! (שרטוט 22).



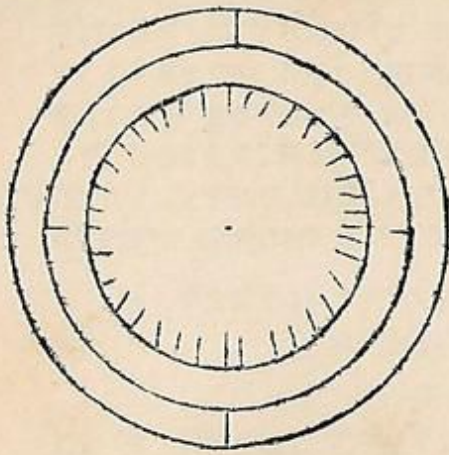
שושנת הרוחות עשויה צלולואיד או חומר מתאים אחר, ומהווה את המכסה העליון של מצוף קטן הנמצא בתוך נוזל המרכב ממים מזוקקים ואלקוהול. המצוף רוכב על זקיף מברונזה אשר חודו עשוי ממתכת קשה בלתי מתמגנטת (אירידיום) בעזרת כיפה קטנה אשר במרכזה אבן קשה לחכוך.

שרטוט 22.

הזקיף קבוע במרכז דוד עשוי נחשת או ברונזה הסגור מלמעלה ע"י זכוכית באופן הרמטי.

מליכת קירנאים

שרטוט 23.

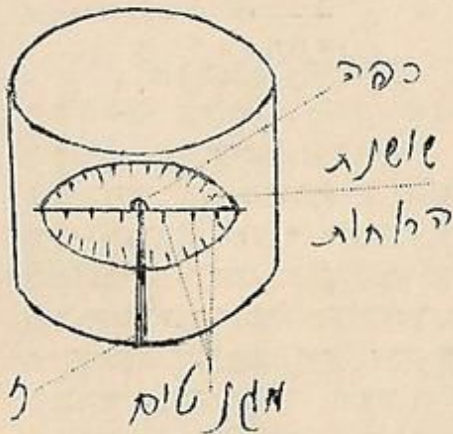


הדוד מתנוועע בתוך מערכת קרדניים המאפשרים לו להמצא תמיד במצב אופקי, ותהיינה תנועות האניה אשר תהיינה מתחת לדוד, בתוך תיבת המצפן ישנם תאים קטנים להכנסת המגנטים לתקון הדויאציה. וכן סדורים לתאורה חשמלית. על הדוד חובשים את "קובע" המצפן אף הוא מנחשת, ובו פתחים לקריאת המצפן, וסדורים לתאורה בנפט או נר. משני צדי המצפן וכן מלפניו נמצאים שני כדורי ברזל חלולים ומוט ברזל לבטול המגנטיות הנוצרת מהברזל הרך שבאניה.

(שרטוט 23.)

מצפן יבש.

שרטוט 24.



(שרטוט 24.)

שושנת הרוחות עשויה לוח צללויואיד או חומר מתאים אחר עליה מסומנים רוחות השמים לפי 2 או 3 שיטות (רציפה, רבעית ונקודתית). בחלקה התחתון מחוברים אליה בחוטי משי מספר זוגי של מגנטים הנמצאים במרחק שווה ממרכז השושנה ומקבילים ביניהם.

במרכז השושנה ישנה כיפה קטנה הפתוחה כלפי מטה ובאמצעותה אבן קשה לחכוך. השושנה רוכבת בעזרת הכפה הזו על זקיף עשוי ברונזה וחודו ממתכת קשה (אירידיום) הקבוע בתחתית הדוד. הדוד סגור באופן הרמטי ע"י זכוכית, המאפשרת את ההסתכלות במצפן. הסדורים הקרדניים הנם כמו ברטוב.

מאת מצפן טוב אנו דורשים:

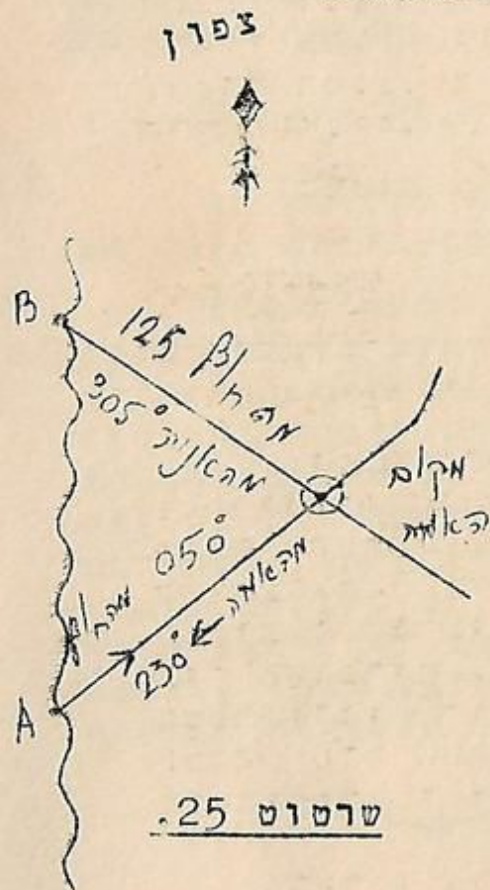
(א)

רגישות. התגובה המידית לכל סטייה של האניה מהקורס נתנת ע"י מספר גדול ככל האפשר של מגנטים. דבר זה אפשרי ביותר יעילות במצפן רטוב, כי בו אפשר להגדיל את מספר המגנטים מבלי הכבד על הכפה והזקיף-ע"י הגדלת נפח המצוף. במצפן יבש מספר המגנטים מגבל בגלל הכובד על הכפה והזקיף.

(ב)

יציבות. התנגדות הנוזל במצפן רטוב לתנודות השושנה נותנת למצפן הרטוב יציבות גדולה מאשר ליבש, ששם ישנה רק התנגדות האויר.

נביגציה חופית בעזרת המצפן



בספנות חופית אנו יכו-לים לקבוע את מקום המצאה של האניה בעזרת תסקירי מצפן של מספר נקודות מסומנות במפה הימית והנראות לעין הצופה.

למעשה התסקיר הנו קבי-עת הזוית שבין כוון הצפון של מרכז המצפן וכוון הנקודה שאנו סוקרים אותה.

בעזרת המצפן אנו סוק-רים את כוון המצפן של הנקודה אחרי אשר נוסיף לתסקיר את שגיאת המצפן נקבל את הכוון האמיתי של הנקודה ממרכז המצפן. כוון זה מתבטא במעלות וחלקיהן.

אם מהנקודה שעל המפה נעביר כוון בדיוק הפוך לזה שקבלנו בעזרת המצפן נקבל קו שעל אחת מנקודותיו תמצא האניה. אם באותו זמן נסקור עוד נקודה אחת, נקבל קו שני שאף על אחת מנקודותיו תמצא האניה. הללו תמצא האניה.

(שרטוט 25.)

הכפלת "המומחה", תל-אביב
רחוב שינקין 16, טל. 2398.