

מדידת מרחקים



נשתמש בסרגל נוכל להעריך פי כמה (התמונה), ולהציג מידע כמותי. כל אמת מידה.



מן האמה ועד למטר

מדידה כהשוואה

כאשר אנו מבקשים לתאר את הגודל של גוף, אנו נזקקים להשוואה. האדם שבתמונה מסייע לנו להבין משהו משמעותי על גודל העמודים. אם גבוה העמוד מן האדם (מתוך מדידה על גבי מדידה היא קצבה של יחס בין הגוף הנמדד לבין

אמת מידה אישית

כאשר הצייד הקדמון יצא למסעותיו וראה שיח חדש, היה עליו לתאר עם שובו את השיח. כיצד יתאר את גודלו? על ידי השוואה לאמת מידה. ומניין תהיה לו אמת מידה כזאת? אמת היד שלו, היא אמת מידה שהיא חלק בלתי נפרד מגופו (מכאן מקור הביטוי "אמת מידה"). המידות הקדומות ששימשו את עם ישראל היו קשורות ליד – אמה, טפח, זרת. על גלגלית נאמר שגובהו הוא שש אמות וזרת. על תיבת נח נאמר כי שְׁלֹשׁ מְאֹת אָמָה אָרְךָ הַתֵּבָה חֲמִשִּׁים אָמָה רָחְבָּהּ וּשְׁלֹשִׁים אָמָה קוֹמָתָהּ. כך גם בתרבויות אחרות. האנגלים, לדוגמה, השתמשו ברגל (עד היום).

הצורך במידה אוניברסאלית

השימוש באברי גוף כאמת מידה הוא יעיל למדי. איננו שוכחים את אברי גופנו בדרך לעבודה. הם זמינים ומוכרים. הבעיה היא בחוסר האחידות שלהם (וגם בשינויים שחלים במ עם ההתבגרות וההתיישנות). האמה של איש אינה האמה של רעהו. כאשר הצייד מספר לי כי ראה נמר באורך של עשר אמות, אני רואה את אמתו שלו ויכול להעריך נכונה. כאשר אנו מקבלים הוראות לבנות ארון, אֲמִתִּים נְחָצִי (2.5 אמות) אָכְפוּ, אנו תוהים האם מדובר באמה של משה רבנו או של בצלאל בן אורי. ככל שהצורך בדיוק גובר, גדל גם הצורך בתקינה (סטנדרטיזציה). מדידת אריגים מחייבת דיוק, כך גם מדידת קרקעות. גם אם משאירים את השמות של היחידות העתיקות, יש להגדיר אותן על סמך משהו סובייקטיבי פחות.

היחידה התקנית – המטר

כאשר יזמו מלומדים, בעת המהפכה הצרפתית, הגדרה של יחידות תקניות, הם ביקשו אמת מידה אוניברסאלית, שאינה תלויה בלאום ובתרבות. מה משותף לכל יושבי ארץ? הארץ עצמה. מכאן שממדי הכוכב הם הגודל האובייקטיבי המשותף. הבעיה היא שרדיוס הכוכב (או קוטרו, או היקפו) אינו יכול לשמש כאמת מידה נוחה, מפני שהוא גדול מדי לשימושם היומיומי של בני אדם. כיצד התגברו על כך? המרחק מן הקוטב לקו המשווה (לאורך קו האורך) הוא אכן גדול מדי, ולכן מחלקים אותו בעשר, ושוב בעשר, עד שמגיעים למשהו שהוא מסדר גודל של גוף האדם. אם חוזרים על החלוקה שבע פעמים, כלומר: מחלקים את המרחק הבסיסי בעשרה מיליון, מתקבל המטר, שהוא יחידת המידה התקנית. הצרפתים ערכו פרויקט גדול של מדידות, כדי לקצוב את המטר. הרעיון יפה, אך אינו נוח לשימוש, ולכן, בסופו של דבר, המטר מוגדר היום בדרך אחרת: המרחק שעובר [האור](#) בריק במשך זמן של [1/299792458 שנייה](#).

מדידת מרחקים גדולים

ספירת צעדים

כאמור, הקדמונים לא נזקקו למכשירים לצורך מדידת מרחק. הם השתמשו באברי גופם. מה קורה כאשר המרחק גדול מאוד ביחס לגוף האדם? זה עלול להפוך את המדידה למייגעת ביותר. מתברר שיש דרך להשתמש בגוף האדם כאשר הולכים למרחק גדול וסופרים צעדים. זה אמנם סובייקטיבי, אך בכל זאת נותן מושג. הרומאים כינו את הצעד הכפול (המרחק שעוברת רגל ימין בין שתי דריכות על הקרקע) במילה Passuum. צעד כפול כזה, של אדם מבוגר, הוא כ-1.6 מטר. מי שהלך אלף צעדים כפולים עבר mille passuum (mille - אלף). מכאן התקבלה יחידת האורך מיל (mile). זהו המייל היבשתי (ולא המייל הימי).

מדידת מרחק במכונית

במכונית אנו סופרים סיבובים של הגלגל (במקום למדוד צעדים). המכשור המודרני מאפשר כאן דיוק רב. מדידה זו אינה תלויה במידותיו של הנהג. כל נהג שייכנס לאותה מכונית ימדוד אותו מרחק. בדיון בכיתה אפשר לעורר שאלות האם תנאים מסוימים משפיעים על מדידת המהירות. לדוגמה: כיצד תשפיע מהירות הרכב על מדידת המרחק?

מדידת מרחק באמצעות זמן

מהלך שעה במעוף ציפור

כאשר המרחקים גדולים מאוד, גם ספירת צעדים היא עניין מייגע. כאן גייסו הקדמונים את הערכת הזמן שלהם. הם יכלו לאפיין מרחק באמירה שמדובר במרחק שאדם עובר ביום שלם (וכן "מהלך שעה במעוף ציפור" וכיו"ב). כדי למדוד מרחקים בין ערים נשלחו שליחים על סוסים. כדי שיוכלו לדווח לנו, היה עליהם לנוע הלך ושוב.

הד

דוגמה אחרת של שליח, שהולך הלך ושוב, אנו מוצאים בתופעה של ההד. הקול שיוצא מפינו נע קדימה, פוגע בצלע הר וחוזר אלינו. זמן התקדמות, הלך ושוב, ממושך יותר, מעיד על מרחק גדול יותר. עטלפים משתמשים בזה להערכת מרחק. על בסיס העיקרון הזה פותח מכשיר הסונאר, שסייע באיתור צוללות. על בסיס עיקרון דומה עובד הראדאר, אלא שהפעם השליח אינו הקול, אלא אות מסוג אחר, שמוחזר מן המטוס.

מכשיר הסונאר משמש היום למדידת מרחק במעבדת בית הספר התיכון. אין סיבה שהוא לא יוצג לתלמידי העתודה. תלמידים נפעמים בפגישה ראשונה עם הסונאר. זוהי הזדמנות מצוינת להציג משהו מנפלאותיו. זה עשוי להלהיב תלמידים, וגם לשמש קדימון מצוין לקראת לימודי התנועה.

רעיון דומה עומד בבסיס הניסוי למדידת המרחק אל הירח, באמצעות קרן לייזר שמשוגרת מן הארץ, פוגעת במראה על פי הירח וחוזרת ארצה. אפשר לשלוח תלמידים לחפש על כך מידע באינטרנט (כמשימת בית).

שנת אור

באותו הקשר, כדאי להזכיר את יחידת המרחק (ולא הזמן) שנת-אור: המרחק שהאור, שמהירותו כ-300,000 ק"מ בשנייה, עובר בשנה. זהו מרחק גדול מאוד ומשמש למדידת מרחקים אסטרונומיים.

יחידת אור נוספת – פֶּרְסֶק (Parsec)

זכור, פרלקסה היא שיטה מקובלת למדידת מרחקים אסטרונומיים. אנו צופים משתי נקודות שונות אל עבר העצם הנצפה, ומהפרש הזוויות קובעים את המרחק. פרסק (שסימונו pc) הוא המרחק אל עצם שנראה משני מקומות בכיוונים שונים שההפרש ביניהם הוא שנייה אחת של מעלה ($1/3600$ של מעלה – הפרש זעיר), והמרחק בין שתי נקודות התצפית הוא יחידה אסטרונומית אחת (1AU). פרסק אחד שווה ל-3.26 שנות אור.