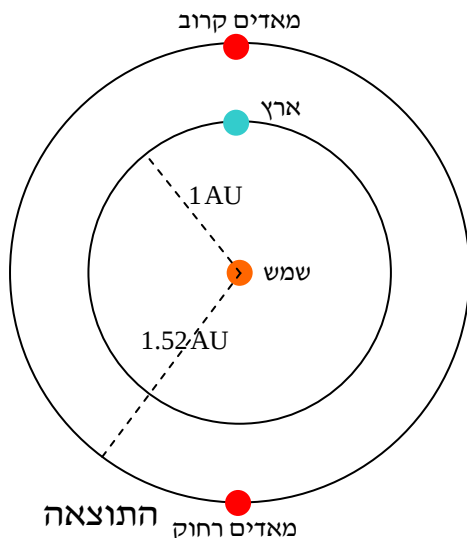


פתרונות

בין ארץ למאדים



- המרחק הקטן ביותר הוא הפרש הרדיוסים – 0.52 AU.
- המרחק הגדול ביותר הוא סכום הרדיוסים – 2.52 AU.
- המרחק בין הארץ למאדים במצב זה הוא 0.52 AU, שהם 78 מיליון ק"מ. הזמן יתקבל מחלוקת המרחק הזה במהירות האור – 4.17 דקות.

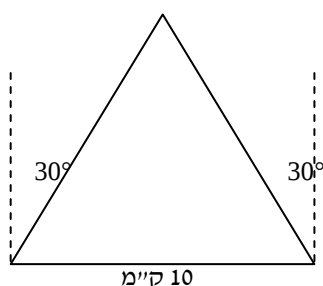
אל הירח וחזרה

יש לחלק את המרחק הלך ושוב (768,000 ק"מ) במהירות האור. 2.56 שניות.

יחידה אסטרונומית ושנת אור

$$9,460,730,472,580.8 / 149,597,870.691 = 63,241$$

מדידה באמצעות פרלקסה



- התלמידים אמורים לקבל משולש שווה צלעות.
- בהיות המשולש שווה צלעות המרחק בין כל אסטרונום לבין העצם הנצפה שווה למרחק שבין האסטרונומים, שהוא 10 ק"מ.

מה רואים משם?

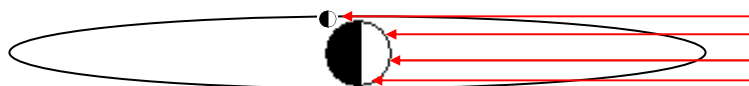
- הם רואים את מה שאירע כאן לפני 2000 שנה. אנשים שונים עשויים להשיב כאן תשובות שונות. יהודים עשויים לראות את בית המקדש בתפארתו ויהודים רבים בירושלים. נוצרים עשויים לראות בעיקר יהודי מסוים.
- בעוד 2000 שנה.

היחידה המתאימה

יחידה אסטרונומית (המרחק בין הארץ לשמש) הוגדרה בעבור מערכת השמש. האחרות קטנות מדי (מטר, ק"מ) או גדולות מדי (שנת אור, פרסק).

הארץ והירח

- הירח בתמונה נראה קרוב בהרבה ממה שלכאורה מתחייב מן המרחק שלו מן הארץ.



- השמש מאירה על הארץ והירח מימין. זהו המערך מנקודת הראות של המצלמה.
- אמנם הירח והשמש אינם מרוחקים באותה מידה מן המצלמה, אך ההבדל הזה קטן מאוד ביחס למרחק של המצלמה משניהם. בתנאים אלה יחס הקטרים בתמונה אמור להיות דומה ליחס הקטרים במציאות. ההבדל הוא בקנה המידה בלבד. יחס הקטרים בתמונה הוא בערך 3.6 – די קרוב ליחס המתקבל מן הערכים המתועדים בספרות.
- המסקנות דומות לאלה שהתייחסו לתמונה הקודמת (ואפילו קרובות יותר לערכים המקובלים).

כיצד מודדים מרחקים גדולים, בארץ ובחלל? סרגל אינו הכלי המתאים לכך. נחזור לשיטה שהזכרנו בכיתה ז'. אם נמדוד מה אורך בסיס המשולש AB ואת הזוויות α ו- β , נוכל לדעת את אורך האחרות ללא מדידה נוספת. די בחישוב או בסרטוט. לתלמידנו, בשלב זה, סרטוט הוא השיטה המתאימה.

זה עשוי לסייע במדידה עקיפה של מרחקים גדולים, ובכלל זה מרחקים אסטרונומיים. מתבוננים לעברו של העצם השמימי משתי הנקודות A ו-B, שהמרחק ביניהן ידוע, מודדים את הזוויות, ומכאן מסיקים את המרחקים אל העצם השמימי.

חשוב מאוד לדייק במדידת המרחק הבסיסי ושתי הזוויות. כאשר מדובר במרחקים מאוד גדולים, שתי הזוויות הן דומות מאוד. אי דיוק קל בכל אחת מהן עלול לגרום לאי דיוק גדול בהערכת המרחק. ככל שהבסיס של המשולש גדול יותר – הדיוק יהיה רב יותר.

אפשר להתחיל את סיפור הפרלקסה בהתבוננות בחפץ (למשל, עיפרון המוחזק בזרוע הנטויה) שנראה באופן שונה אם מסתכלים עליו בכל עין בנפרד (ולא בשתייהן בו-זמנית). ניתן להמליץ לתלמידים לנסות לעשות כך. התוצאות מלהיבות אותם. אפשר לספר לתלמידים כי מערכת הראייה שלנו משתמשת בשתי העיניים שלנו כדי לזהות מרחק, כפי שהאסטרונום מזהה מרחק באמצעות פרלקסה.

פרלקסה – שיקולים במדידות אסטרונומיות

כאמור, בסיס המשולש אמור להיות גדול ככל האפשר. לשם כך כדאי לעשות את שתי המדידות משתי נקודות מרוחקות על פני הארץ. כיצד עשו זאת הקדמונים? הם לא היו מצוידים בטלפונים כדי לתאם את הזמן של המדידה הסימולטנית. כיצד אפשר לתאם סימולטניות בין שני צופים מרוחקים?

ראינו כבר דוגמה לסימולטניות כאשר ארטוסתנס מדד את זווית השמש באלכסנדריה, אך ידע כי באותו זמן קרני השמש בסיינה הן אנכיות. זה מפני שצהרי היום הארוך בשנה מתרחשים סימולטנית בשני המקומות. הרעיון הוא לייצר סימולטניות על ידי תופעה שמתזמנת על ידי גורם אסטרונומי. כך, למשל, השתדלו היוונים לאסוף מידע על ליקויים ממקומות שונים על פני הארץ. ליקוי כזה מתרחש בו זמנית לכל הצופים, אך הוא נראה באופן שונה לצופים במקומות שונים. כך הצליח היפרכוס למדוד את המרחק בין הארץ לירח כאשר השווה תוצאות של תצפית בליקוי מגיזה (ליד קהיר) ומאנטליה. כמובן, בעיית הסימולטניות מטרידה אותנו כיום הרבה פחות.

כאשר העצם השמימי רחוק מאוד, ייתכן שכל הצופים על הארץ יראו אותו באותו כיוון, מפני שהפרש הזווית קטן מכדי שנוכל להבחין בו. במקרה כזה אנו יכולים לערוך מדידות של אותו עצם בשני זמנים שונים (זה מפני שהעצם הרחוק אינו מספיק לשנות את מקומו ביחס אלינו). אם נעשה זאת בהפרש של חצי שנה, כך שהארץ עוברת מצד אחד של השמש אל צדה השני (מ-A ל-B, או להפך), בסיס המשולש יהיה שווה לקוטר של מסלול הארץ סביב השמש.

