

זמן ומדידתו

זמן מהו? – כל עוד איש איננו
שואלני, הדבר נהיר לי. אך לו
נתבקשתי להסבירו הייתי בא
במבוכה.
(אוגוסטינוס מהיפו 354-430
לספה"נ)

חומר רקע

כל חיינו קשורים ללוח זמנים. הצורך לחלק את היממה לחלקים קטנים יותר הביא לבניית מכשירים המודדים את הזמן. הראיות הארכיאולוגיות מלמדות שהבבלים והמצרים החלו למדוד את הזמן 5000 שנה לפחות. על מנת לארגן פעילויות ואירועים ציבוריים, להסדיר משלוחי סחורות ולבשר על מועדי זריעה וקציר הם הנהיגו לוחות שנה. לוחות אלו התבססו על שלושה מחזורים טבעיים: יום ולילה (אור וחושך) הקשור לסיבוב כדור הארץ סביב צירו, החודש הירחי והשנה השמשית. תושבים שגרו באזור קו המשווה, מדדו את השנה בעיקר באמצעות הלוח הירחי, עקב הקושי לצפות בחלופי העונות. באזורים מרוחקים יותר, בהם הייתה חשיבות לשינויים עונתיים עקב חקלאות, נבנו בעיקר לוחות שנה על בסיס שנת השמש. 29 ימים, 12 שעות, 44 דקות ו- 3 שניות צריכות לחלוף על מנת שהירח ישלים את הקפתו סביב כדור הארץ. זהו פרק זמן הקרוי חודש. אם נכפיל פרק זמן זה ב- 12 חודשים, נקבל 355 יום. בשנת הירח ישנם 355 ימים. גם בגימטריה שנה = 355. כדור הארץ מקיף את השמש ב- 365 ימים, 5 שעות, 48 דקות ו- 46 שניות. הלוח העתיק ביותר הידוע כיום הינו הלוח השומרי. הלוח הבבלי הוא המשכו הישיר של הלוח הזה. בשנה הבבלית היו 354 ימים, מחולקים ל- 12 חודשים: 6 חודשים בני 29 ימים ו- 6 חודשים בני 30 יום, לסירוגין. השנה הייתה מבוססת על מחזורי הירח. אחת ל- 3 שנים הוסיפו, לפי עצת הכוהנים, חודש אחד לפני החודש 12. הוספה זו הביאה לתיאום כמעט מלא בין מחזור שנת הירח לבין מחזור שנת השמש. בשנת 432 לפני הספירה נמצא, כי בכל 19 שנים שבות עמדותיהם היחסיות של החמה והלבנה ומתלכדות. מאז באופו שגרתי הוסיפו חודש 13 בכל שנה 3, 6, 19, 17, 14, 11, 8 שבמחזור של 19 שנים.

בלוח ה**בבלי** השבוע היה בן 7 ימים וכל יום היה מוקדש לאחד מגרמי מערכת השמש שהיו ידועים אז: השמש, הירח, כוכב, נוגה, מאדים, צדק ו**שבתאי**.
מניין השנים של המוסלמים מתחיל מן ה"הג'רה" – בריחתו של מוחמד ממכה למדינה שהתרחשה בשנת 622 לספירה. בשנה המוסלמית 12 חודשים. לוח השנה המוסלמי, הבנוי לפי הירח מכיל רק 354 ימים, ולפיכך זזים החודשים המוסלמים לאורך כל עונות השנה.

המצרים הקדמונים, שעצם קיומם היה תלוי בעונות ההצפה של הנילוס בנו בתחילה את הלוח שנקבע על פי היום שבו מופיע הכוכב סיריוס. זהו היה ראש השנה של הלוח המצרי הקדום. זריחתו של סיריוס סמוכה מאוד למועד הגאות מי הנילוס. בשנה המצרית 12 חודשים בני 30 יום כל אחד ובסוף כל שנה נהגו המצרים להוסיף 5 ימים שנקראו "ימי השנה". הלוח המצרי הראשון נקבע 3000 שנה לפני הספירה, בקירוב. כיוון שלא היה מדויק החליט המלך תלמי השלישי לתקנו וציווה להוסיף יום נוסף ל"ימי השנה", אחת ל 4 שנים.

הלוח של תלמי, עם שינויים מסוימים במניין השנים ובמועד ראש השנה התקבל ע"י יוליוס הקיסר ולאחר מכן ע"י הכנסייה

המלך הרומי הראשון רומולוס, שעל שמו נקראה העיר רומא, קבע תחילה 10 חודשי שנה, והשנה מנתה אז רק 304 ימים. החודש הראשון בלוח זה נקרה Martius ע"ש מארס, אל המלחמה. חודש מארס היה החודש, שבו מזג האוויר החל להתחמם, ולכן היה זה החודש הראשון שהתאים, לפי תפיסת הרומאים, לעריכת מלחמה.

החודש השני בלוח זה נקרא Aprilis שפירושו לפתוח (פריחה באביב).

החודש השלישי Magnus (מאי) שפירושן גדול.

יוני נקרא על שם יונו, אלת הפריזון.

שאר החודשים נקראו על פי מספרים סדורים: Quintilis=חמישי (לימים החליט יוליוס הקיסר לקרוא לחודש זה על שמו), Sextilis=שישי (קיסר אוגוסטוס החליט גם הוא לשנות את שם החודש ולקרוא לו על שמו); September = שביעי וכך האלה.

המלך נומה פומפיליוס בשנת 700 לפנה"ס הוסיף את החודשים ינואר ופברואר. חודש ינואר נקרה על שם ינוס, אל השער הרומי, שהיה כפול פנים. רצו לתאר את החודש כשייך גם לעבר וגם לעתיד.

שמו של חודש פברואר מגיע מהמונח הלטיני Februm שפירושו טיהור. בראש טקס הטיהור ישב אדם מכובד הנקרא פברוארס, שתפקידו היה לנהל את הטקס.

בשנת 154 לפנה"ס הוחלט להתחיל את השנה ב- 1 בינואר (מסיבות פוליטיות) יוליוס הקיסר תיקן את הלוח השנה הרומי הישן. בעקבות טעות במדידת השנה שהצטברה עד ימיו, האריך את שנת 46 לפנה"ס והיא נמשכה 445 יום ומשנה זו ואילך עיבר אותה ביום נוסף. יום זה נוסף לפברואר. לוח שנה זה נקרא על שמו "הלוח היוליאני".

בשנת 1582 הכניס בו האפיפיור גריגוריוס ה-13 תיקון נוסף, כיוון שהצטברה בו טעות נוספת בת 10 ימים.

ברוב תרבויות העתיקות היו נהוגים לוחות שנה. פיתוח הכלים המאפשרים מדידת תקופות קצרות יותר התנהל באיטיות רבה יותר מהעיסוק בפיתוח הלוחות. להלן כמה דוגמאות:

שעון הצל המצרי – על פי אורך צילו של הניצב המוטל על המקל המאוזן.

שעון שמש שהשתמשו בו ביוון ורומא העתיקות.

שעון מים (קלפסידרה), שעון המים – כד מים שבתחתיתו חור. מדידת זמן על פי קצב הריקון. צורתו של הכלי הייתה דמוית חרוט, כדי להבטיח שפני המים שבו ירדו בקצב אחיד: מהירות הנזילה תלויה בגובה המים בכלי, ולפיכך קצב הנזילה משתנה בהדרגה עם התרוקנות הכלי.

שעון חול – היה בשימוש במצריים העתיקה כבר לפני כאלפיים שנה, אך עדיין לא ידוע היכן הומצא. הוא היה עשוי משני כלים, אחד על גבי השני, ומדי שעה בשעה נשפכה כמות מסוימת של חול מן הכלי העליון אל התחתון. במשך כל שנות השימוש בשעון החול הוא לא עבר שום שכלול.

שעון מים שוקע – הומצא בסין. מדד את זמן שעבר מהרגע שהניחו את הכוסית על המים ועד שתמלאה מים ושקעה לגמרי קראו "שעה".

עוד בתקופה של חכמי בבל התקבלה חלוקת היממה ל- 24 שעות.

יממה – משך הזמן הדרוש לכדור הארץ לסוב על צירו סיבוב מלא. סיבוב מלא הינו 360 מעלות. לפי כך כל שעה כדור הארץ מבצע סיבוב של 15 מעלות.

שעת הצהריים (האמיתית) – היא השעה שהשמש חוצה את קו האורך הגיאוגרפי של אותו המקום. שעת הצהריים האמיתית היא זו שמראה לנו השעון השמש ולא השעון המכאני.

השעה המדויקת עליה מכריזים ברדיו, למשל, היא עניין מוסכם ולא השעה האמיתית.

עם התפתחות האנושות, נוצר צורך לתאם את לוחות הזמנים אחידים בין הארצות השונות.

בוועדה הבינלאומית בשנת 1884 הוחלט לקבוע את קו האורך הגיאוגרפי 0 של כדור הארץ בגריניץ" (פרבר של לונדון), בגלל מצפה הכוכבים המשוכלל שהיה בו. תנועת הארץ סביב צירה היא ממערב למזרח. בכל מקום גיאוגרפי שהוא 15 מעלות מזרחה מגריניץ" תקדים השמש לזרוח שעה אחת קודם ומערבה – תאחר בשעה. הוחלט לחלק את כדור הארץ ל 24 אזורי שעון הנבדלים זה מזה בשעות שלמות.

כדי למדוד במדויק פרקי זמן קצרים היה צורך במנגנון מחזורי. מנגנון הויסות בשעוני החול למשל, היה גודל החור. **בשעונים המכאניים** הויסות נעשה באמצעות המטוטלת. שעונים מכאניים הראשונים הופיעו במאה ה-13. כל שעון מכאני מורכב מארבעה חלקים עיקריים:

1. מתקן הויסות – מתקן בעל תנועה מחזורית;
2. מקור אנרגיה – המפעיל את השעון;
3. מתקן מונה – הופך את המחזורים של הווסת באמצעות כוח, לצורה צוברת שמראה לנו את חלוף הזמן הנמדד.
4. מרכיבים מכאניים – מחברים בין שלושת החלקים הראשונים.

שעון קוורץ

גביש הקוורץ נחן בתכונה מעניינת, הנקראת פייזואלקטריזם: לחץ מכאני המופעל על גביש (קריסטל) נקי של חומר גורם להופעת זרם חשמלי בגביש, ולהיפך – מתח חשמלי קבוע גורם לתנועה של הגביש (מכאן השם: ביוונית – פייאזו פירושו לחץ). הגביש – קוורץ SiO_2 שעליו מופעל מתח חשמלי קבוע גורם למספר פעימות בשנייה. הפעימות אלו מועברות ע"י מגבירים מכאניים למחוגי השעון וגורמות לתנועתם. פעימות הגביש הן מדויקות מאוד ואם דואגים לשמירה על טמפ' אחידה, מגיעה השגיאה במדידת זמן לפי מספר הפעימות לכדי שנייה אחת במשך כמה אלפי שנים.

שעון אטומי

יחידת זמן שונה מיחידת האורך והמסה בכך שאי אפשר להקפיא יחידת זמן ולשמור אותה בתיבה ממוזגת. יש לבסס את הגדרת הזמן על תופעה מחזורית כלשהי. החיפוש אחר הגדרה הוביל לביסוס יחידת הזמן על תכונותיו של שעון מדויק – השעון האטומי.

השעון האטומי מבוסס על תנודות טבעיות של מולקולות ואטומים. השעון הראשון נבנה בשנת 1948 ע"י המדען האמריקאי הארולד לאיונס. השעון האטומי מבוסס על קביעות תדר התנודות של פרודות גז אמוניה NH_3 בעלות אנרגיה גבוהה, בתא תהודה מגנטית. מולקולה של הגז בנויה מאטום חנקן ושלושה אטומי מימן בצורת פירמידה משולשת. כשמעבירים דרך גז האמוניה גלי ראדאר, מתנודדות המולקולות בתדירות של 24 מיליארד תנודות בשנייה. שעון אטומי אינו אמור לסטות יותר משניות ספורות ב-1,000 שנה. לאחר זמן מה התגלה לעורר תנודות דומות גם ביסודות כצזיום, מימן ותליום. האיזוטופ צזיום-133 נבחר כמתאים ביותר למדידת הזמן ובשנת 1967 הוגדרה השנייה מחדש כפרק זמן שבו מבצע אטום צזיום – 133 תנודות. 9,192,631,770

יחידות הזמן?

השנה – פרק הזמן הגדול ביותר שמתרחש באופן קבוע עפ"י סיבוב כדה"א סביב השמש.

החודש – משכו נקבע עפ"י סיבוב הירח סביב כדה"א משמש כיחידת זמן למטרות מסחר, המרה ותשלום שכר.

העונות – מתרחשות עפ"י זווית כדה"א כלפי השמש ומשמשים לקביעת מועדי הזריחה/שתילה בשדה. ליציאה למלחמה (נהוג בקיץ)? בתקופה העתיקה.

השבוע – מופיע בספר בראשית (פרק ב' פסוק א – ג). הופץ בעולם ע"י הנצרות והאיסלם. שימש לקביעת יום השוק ולקביעת יום המנוחה.

משכו: בשבטים הפרמיטיביים – 4 ימים.

ביון – 10 ימים וחודש כלל 3 שבועות.

ברומא – 8 ימים.

בתקופת המהפכה הצרפתית והמהפכה הבולשביקית בברה"מ ניסו לשנות את השבוע ל – 10 ימים.

היום – מתרחש עפ"י סיבוב כדה"א סביב צירו. בתקופה העתיקה נקבע כזמן מזריחה עד זריחה, כיום משכו 24 שעות.

היום הארוך ביותר בשנה – 24 ביוני.

היום הקצר ביותר בשנה – 22 בדצמבר.

השעה – נקבעה ע"י הכוהנים במצרים לחלוקת היום 12 שעות ליום/12 שעות ללילה.

משכה 60 דקות נקראת "הווסת של החיים" מפני שכיום עושים הכל עפ"י שעות קבועות שיכולות להשתנות מבחינת הנוהג ממקום למקום כמו שעת התחלת העבודה.

הדקה – התובענית, משכה 60 שניות. התפתחה בזמן המהפכה התעשייתית עקב הצורך למדוד זמן מדויק יותר.

השניה – המדע המתפתח היה צריך זמן מדויק יותר במיוחד קברנטי הספינות בים. 1820 מדענים בצרפת קבעו את זמן היממה ל – 86,400 שניות ובכך קבעו תקניים של פרק זמן מדויק. בשנת 1967 הוגדרה השנייה מחדש כפרק זמן שבו מבצע אטום צזיום – 133 9,192,631,770 תנודות.

הצעות לפעילויות:

פעילות מס' 1: כמה זמן זה "דקה"?

- בקשו מהתלמידים לעבוד בזוגות.
- תלמיד אחד מסתובב עם גבו לבן זוגו, סוגר את שפתיו עם היד ושותק עד שהוא חושב שעברה דקה. עליו לומר: "זמן!".
- חברו בינתיים מודד עם שעון העצר כמה זמן עבר באמת.
- לאחר מכן הם מתחלפים בתפקידים.

התלמידים ייווכחו לדעת שדקה אחת יכולה להיות ארוכה מאוד, כאשר הם מרוכזים בלספור את הזמן שעבר. אך דקות אלו עוברות במהירות כאשר אנו עסוקים במשחק, קוראים ספר וכו'.

פעילות מס' 2: בניית שעון שמש

שעון השמש מבוסס על התנועה (המדומה) של השמש משעת זריחת השמש ועד לשקיעת השמש. עם זריחת השמש יוטל הצל לכיוון מערב. בשעות הצהריים, כשהשמש ברום, הצל הוא הקצר ביותר. אחר הצהריים יוטה הצל לכיוון המזרח. את שעות היום מן הזריחה ועד השקיעה מחלקים תמיד ל – 12 חלקים שווים, בין אם היום קצר, כבימות החורף, ובין אם היום ארוך כבימות הקיץ. מכאן ברור שאם נחלק את היום הקצר ל – 12 חלקים שווים, נקבל שאורך השעה (בשעון שמש), בקיץ יהיה ארוך יותר מאשר אורך השעה בחורף. לדוגמא: ביום 21 ביוני שהוא היום הארוך ביותר בשנה, אורך היום בישראל הינו 14 שעות ו20 דקות וביום 22 בדצמבר שהוא היום הקצר ביותר בשנה, אורך היום בישראל הינו 10 שעות. מכאן שהשעה לפי שעון השמש נמשכה ביוני 70 דקות ובדצמבר 50 דקות.

שעות שעון השמש מכונות שעות זמניות.

שעות זמניות הן שעות אשר שתיים עשרה מהם ביום ושתיים עשרה מהן בלילה, בין בחורף ובין בקיץ, ולא יחידות קבועות. הגנומון (המצביע) הוא המוט המפיל צל. הוא יוצמד אל בסיס- החוח בנקודת החיתוך של קו הצהריים בקו מזרח-מערב ונטייתו תהיה בדיוק בזווית הרוחב הגיאוגרפי של מקום השעון וראש הגנומון יפנה לצפון.

החומרים הדרושים:

1. דף גזרה

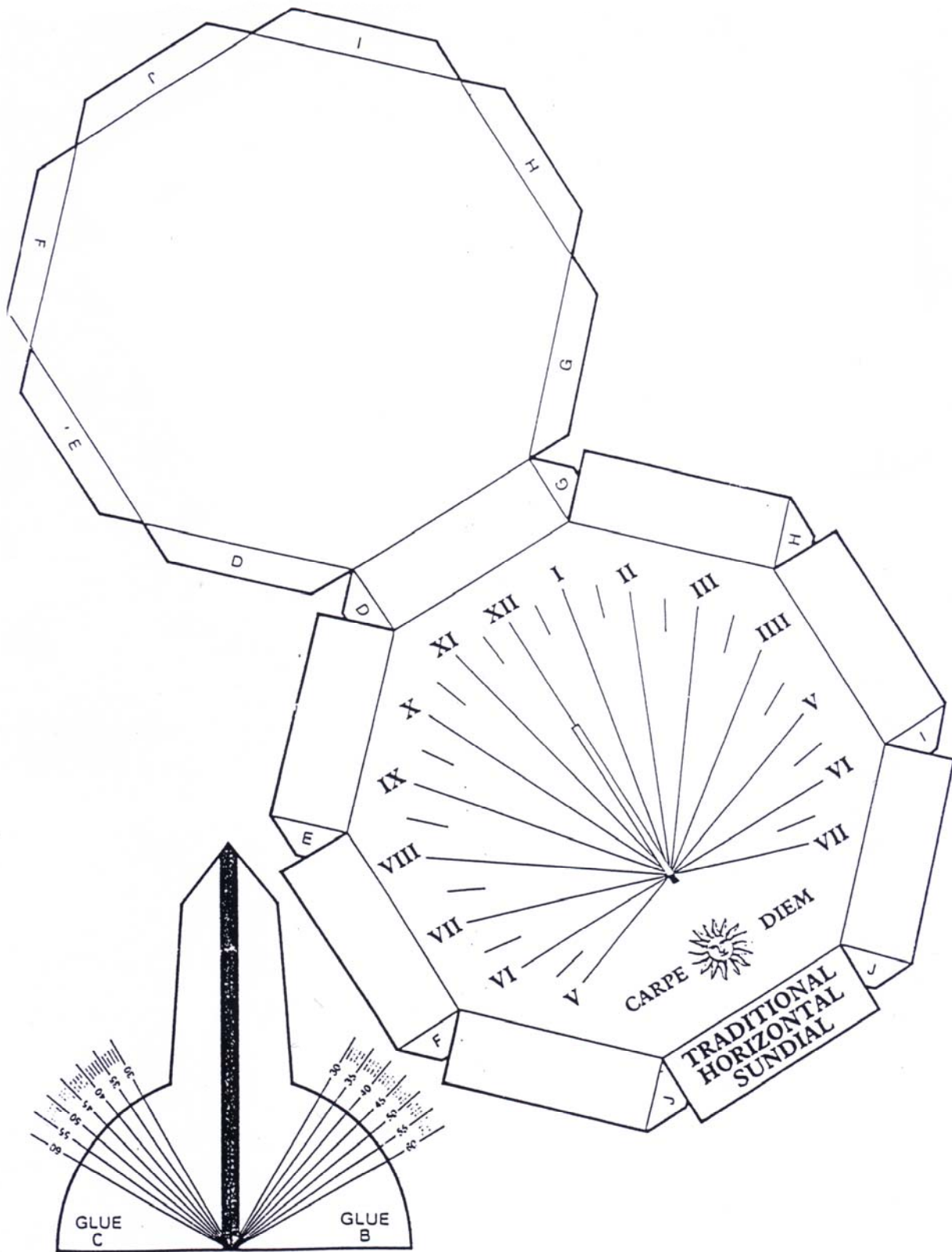
2. מספרים

3. דבק

4. פנס

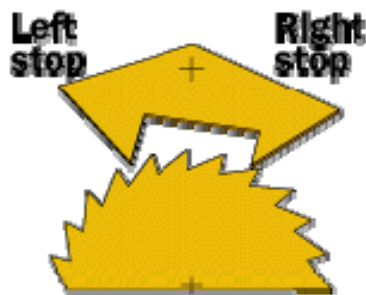
- גזרו את השעון מדף הגזרה על פי הקו העבה.
- חרצו חור באמצעות המספרים או סכין במקום המסומן בקו עבה מתחת לספרה הרומית X11.
- קפלו את הגזרה על פי הקווים המקווקווים.
- סמנו בדף הגזרה על גבי צילום ההגנומון (המצביע) את קו הרוחב של ישראל (32 מעלות).
- העבירו שני קווים בשני הכיוונים.

- גזרו את ההגנומון על פי הקווים העבים (לא לגזור על פי הקווים המסומנים).
- קפלו את ההגנומון לחצי לפי הקו האמצעי.
- הכניסו את ההגנומון אל תוך החריץ עד הקו המסומן.
- הדביקו את ההגנומון אל שעון השמש והדביקו את הפריסה.
- הציבו את שעון השמש כאשר ההגנומון מצביע צפונה.
- באמצעות הפנס דמו את תנועת השמש ועקבו אחרי הצל.



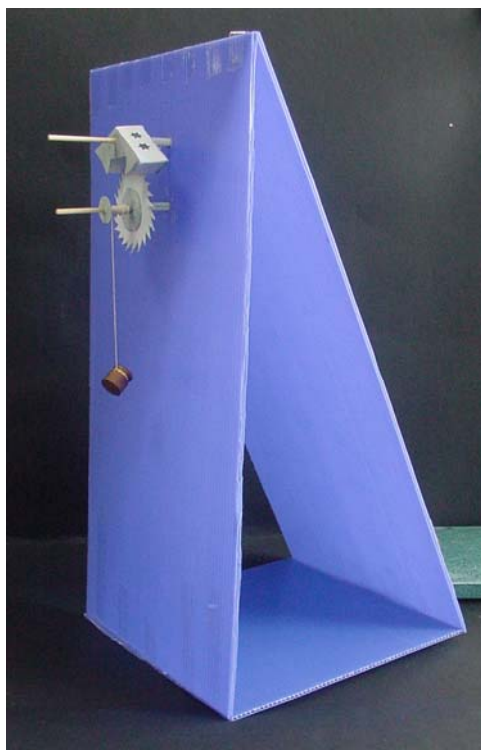
פעילות מס' 3: בניית שעון מכאני:

החומרים הדרושים:



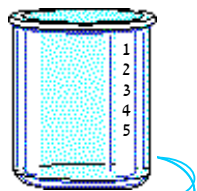
- 2 שיפודי עץ;
 - 3 לוחות קרטון או פוליגל (על פי מידות
בשרטוט מצ"ב);
 - חוט תפירה באורך 1 מטר;
 - 2 מהדקים משרדיים
 - דבק או סלוטייפ.
 - 2 קשיות.
- גזרו את חלקי הבסיס על פי המידות וחברו אותם: ב- הבסיס, א- הצד האנכי, ג- הצד היתר.
 - נקבו חור בתוך המשולש (בקירות א' ו- ג') כ- 5 ס"מ מקודקודו העליון.
 - הכניסו פנימה קשית ולתוכה שיפוד
 - קשרו את המהדקים המשרדיים לחוט.
 - לפפו את החוט מסביב לשיפוד, כאשר המהדקים נמצאים בקצה החופשי של החוט.
 - שחררו את המהדקים וראו כיצד הם נופלים במהירות כלפי מטה והשיפוד מסתובב בתוך הקשית.
 - הדביקו את גלגל השיניים ופריסת המחגר מתוך השרטוט על הקרטון וגזרו אותם (נא לשמור על המידות של השרטוט).
 - העבירו את השיפוד עם החוט דרך מרכז גלגל השיניים והחזירו אותו למקומו במשולש.
 - הדביקו את הגלגל לשיפוד עם סלוטייפ.
 - הדביקו את הפריסה של המחגר. (המחגר בנוי משלושה חלקים)
 - שימו לב שבזמן ההדבקה הסימנים הזהים המופיעים בחלקים השונים של המחגר צריכים להיות דבוקים אחד לשני.
 - קפלו את הפריסה על פי הקווים המסומנים ב-----.
 - התחילו עם הצד המסומן ב ■ ■ .
 - סגרו את הפריסה על מנת לקבל קופסה.
 - הכניסו את השיפוד השני דרך הסימן X.

- נקבו חור במשולש כ-2 ס"מ מעל גלגל השיניים.
 - הכניסו אל תוך החור קשית.
 - אל תוך הקשית הכניסו את השיפוד עם המחגר.
- תפקידו של המחגר היא להאט ולרסן את נפילתם של מהדקים (משקולות). מהירות תנועת המשקולות מושפעת מגודל גלגלי השיניים. גלגל גדול מאפשר תנועה איטית. אם נחבר גלגל שיניים קטן, התנועה תהיה מהירה יותר



פעילות מס' 4: פעילות כיול שעונים

לאורך ההיסטוריה בנו שעונים שונים המודדים פרקי זמן קצרים. לפניכם פעילות לכיול השעונים השונים.



שעון מים

שעון מים, קרוי "קלפסידרה" (Clepsydra) שימש במצריים במאה ה-15 לפני הספירה.

קלפסידרה הינה כד מים שבתחתיתו חור, שדרכו מטפטפים המים ובצידו הפנימי מסומנות שנתות.

בכל בוקר עם הזריחה, ממלאים את המיכל. לפי מספר השנתות הנחשפות כתוצאה מירידת המים, אפשר לדעת כמה זמן עבר. צורתו של הכלי הייתה דמוית חרוט, כדי להבטיח שפני המים שבו ירדו בקצב אחיד (מהירות הנזילה תלויה בגובה המים בכלי ולפיכך קצב הנזילה משתנה בהדרגה עם התרוקנות המיכל).

שלב א':

בנו שעון מים:



1. קחו שלוש כוסיות פלסטיק שקופות.
2. נקבו חור בחלק התחתון של אחת מהן.
3. סדרו את הכוסיות.

- נבאו, כמה זמן ייקח לכוס להתרוקן, לדעתכם?
- רשמו את הזמן המשוער: _____

שלב ב':

1. סמנו על הכוס מספר קווים לציון משכי הזמן. (לדוגמא: אם שעתם ששעון מודד 5 דקות, סמנו 5 קווים).

2. מלאו את הכוס העליונה במים ובדקו את השערתכם (אין להיעזר בשעון יד).

שעון מים מודד _____ דקות.

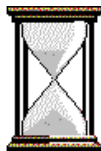
- באילו גורמים תלוי קצב התרוקנות הכוס?

- כיצד ניתן להגדיל/להקטין משך הזמן ששעון מסוגל למדוד?

- מהם יתרונותיו של שעון מים?

- מהם חסרונותיו של שעון מים?

מד"צים בפיזיקה



שעון חול

שעון חול היה בשימוש במצריים העתיקה כבר לפני כאלפיים שנה, אך עדיין לא ידוע היכן הומצא. הוא היה עשוי משני כלים, אחד על גבי השני, ומדי שעה בשעה נשפכה כמות מסוימת של חול מן הכלי העליון אל התחתון. במשך כל שנות השימוש בשעון החול לא עבר זה, כל שכלולים.

שלב א':

בנו שעון חול:



1. קחו שני בקבוקי פלסטיק ריקים, שווים בגדלם.
2. גזרו את הבקבוקים על מנת להקטיןם או השתמשו בבקבוקים קטנים.
3. הכניסו חול יבש לתוך אחד הבקבוקים.
4. נקבו חור בפקקי הבקבוקים.
5. סגרו את הבקבוקים.
6. הפכו בקבוק ריק מעל בקבוק החול וחברו את שני הבקבוקים בנייר דבק.

- נבאו, כמה זמן ייקח לבקבוק עם החול להתרוקן, לדעתכם?
- רשמו את הזמן המשוער: _____

שלב ב':

1. הפכו את השעון. התבוננו כיצד החול נשפך מהבקבוק העליון לבקבוק התחתון.
2. בדקו את השערתכם (אין להיעזר בשעון יד).

שעון חול מודד _____ דקות.

- באילו גורמים תלוי קצב התרוקנות הכלי העליון?

- כיצד ניתן להגדיל/להקטין משך הזמן ששעון מסוגל למדוד?

- מהם יתרונותיו של שעון חול?

- חסרונותיו של שעון חול?



שעון אש

על מנת למדוד זמן באמצעים זולים, השתמשו הקדומים בשעוני אש. לשעוני אש היו כמה צורות: באנגליה מדדו את הזמן בעזרת נרות, בסין וביפן בעזרת חבל, ובאירופה ובארץ - ישראל בעזרת מנורת-שמן.

שלב א':

הכינו שעון נר:

1. בנו בסיס יציב מפלסטלינה כדי לייצב בו הנר.
2. הכניסו את הנר לתוך הבסיס.



- נבאו, כמה זמן יבער הנר, לדעתכם?
- רשמו את הזמן המשוער _____

שלב ב':

1. סמנו על הנר מספר קווים לציון משכי הזמן.
(לדוגמא: אם שעתם ששעון מודד 5 דקות, סמנו 5 קווים)
2. הדליקו את הנר ובדקו את השערתכם (אין להיעזר בשעון יד).

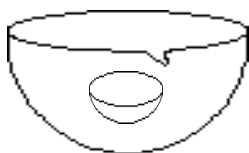
שעון נר מודד _____ דקות.

- באילו גורמים תלוי קצב הבעירה?

- כיצד ניתן להגדיל/להקטין משך הזמן ששעון מסוגל למדוד?

- מהם יתרונותיו של שעון נר?

- חסרונותיו של שעון נר?



שעון מים "שוקע"

"שעון מים שוקע" הומצא בסין. לזמן שעבר מהרגע שהניחו את הכוסית על המים ועד שהתמלאה מים ושקעה לגמרי קראו "שעה".

שלב א':



בנו "שעון מים שוקע":

1. קחו מיכל ריק של גבינת-קוטג' ונקבו חור בתחתיתו.
2. קחו קערת פלסטיק גדולה ומלאו אותה מים.

- נבאו, כמה זמן ייקח למיכל הקוטג' לשקוע, לדעתכם?

רשמו את הזמן המשוער: _____

שלב ב':

1. הניחו את המיכל על המים ובדקו את השערתכם (אין להיעזר בשעון יד).

שעון מים מודד _____ דקות.

- באילו גורמים תלוי קצב שקיעת המיכל?

- כיצד ניתן להגדיל/להקטין משך הזמן ששעון מסוגל למדוד?

- מהם יתרונותיו של שעון מים "שוקע"?

- מהם חסרונותיו של שעון מים "שוקע"?

כיוול שעונים

שלב ג':

השוו בין השעונים שבניתם:

- איזה בין השעונים מודד משך זמן ארוך ביותר?

- איזה שעון מודד משך זמן קצר ביותר?

הדליקו גפרור ומדדו בעזרת ארבעת השעונים כמה זמן לוקח לגפרור להישרף. רשמו את התוצאות.

שעון מים	_____
שעון חול	_____
שעון נר	_____
שעון מים "שוקע"	_____

- כיצד נוכל להשוות בין השעונים שבנינו?

- מדוע יש צורך להגדיר יחידות מדידה סטנדרטיות, ולא ניתן להסתפק ביחידות סובייקטיביות?

פעילות מס' 5: ניסוי המטוטלת

תגליתו של גלילאו בשנת 1583 אפשרה בניית שעונים מכניים, אשר מגננון הוויסות בהם נעשה ע"י מטוטלת.

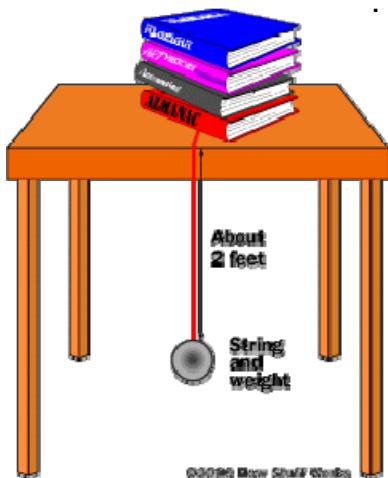
ננסה לשחזר את התגלית ונבדוק האם גם אנחנו נגיע לאותה תוצאה?
מטוטלת בצורתה הפשוטה ביותר היא משקולת תלויה על חוט, המתנדנדת הלך וחזור.

שאלה: במה תלוי זמן מחזור המטוטלת?

זמן מחזור זהו הזמן שלוקח למטוטלת לעשות תנודה שלמה - הלך וחזור.

הגורמים העשויים להשפיע על מחזור המטוטלת הם: מסת המשקולת, זווית ההסטה ואורך החוט.

כלים: כן, חוט, משקולות שונות, מד זווית, שעון עזר.
מהלך הניסוי:



1. הציבו כן על גבי השולחן.
2. חברו אליו חוט.
3. מדדו אורך החוט.
4. תלו על גבי החוט משקולת עם מסה ידועה מראש.
5. הסיטו המשקולת ומדדו זווית ההסטה.
6. שחררו את המשקולת ומדדו בעזרת שעון עזר את זמן המחזור.
(**טיפ:** על מנת להגדיל דיוק המדידה, רצוי למדוד זמן של כמה מחזורים.)
כדי למצוא זמן של מחזור אחד = זמן של N מחזורים מספר מחזורים
7. חזרו על כל מדידה מספר פעמים וחשבו הממוצע.
8. רכזו את התוצאות בטבלא:

L אורך חוט	M מסת משקולת	α זווית הסטה	T זמן מחזור

- רשמו את מסקנותיכם. במה תלוי זמן מחזור המטוטלת?

פעילות מס' 6: תחרות הסיום

אנו משתמשים במילים הקשורות לזמן כל הזמן.

- חלקו את התלמידים לקבוצות טקנות
- מדדו זמן של 10 דקות ובדקו איזו קבוצה רשמה יותר מילים וביטויים הקשורים בזמן.

מילים וביטויים לדוגמא:

אחרי, צהריים, כל הזמן, תמיד, מייד, פעם, לפני, מאה, קבוע, יומי, יום, במשך..., ערב, בוקר, לנצח, לעיתים, עתיד, עבר, הווה, שעה, שנייה, דקה, לפני הרבה זמן, אף פעם, לעולם, עכשיו, בזמן, בזמן אמת, הבא, הקודם, עונתי, פתאום, זמני, מחר, אתמול, היום, הלילה, שנה, חודש, שבוע, בינתיים, כאשר, עדיין לא, עד ש..., מאז ש...

דמיינו לעצמכם בנק המזכה את חשבונכם בסכום של 86,400 ש"ח מידי בוקר.
אין אפשרות לצבור כסף בחשבון. יתרת הסכום שלא ניצלתם במשך היום,
מתאפסת מידי לילה בחצות.

מה תעשו? תוציאו כל אגורה, כמובן !!!
לכל אחד מאיתנו חשבון בנק שכזה. קוראים לו הזמן.
כל בוקר, אנו מקבלים 86,400 שניות, כל לילה הן מתאפסות, כאשר כל הזמן
שלא ניצלנו, אובד. אין אפשרות לצבור זמן. אין אפשרות להשתמש ביותר.
כל יום עומד לרשותנו אותו הסכום. בכל לילה נעלמת שארית הסכום.
אם לא השכלנו להשתמש ביתרה היומית, אין אפשרות לחזור אחורה.
אין גם אפשרות להשתמש בזמן על-חשבון "מחר". אנחנו חייבים לנצל את
ההווה על-מנת להפיק את המרב בבריאות, אושר והצלחה !
השעון מתקתק - עשו זאת היום.

כדי להבין ערכה של שנה אחת, תשאלו תלמיד שנשאר כיתה.
כדי להבין ערכה של חודש אחד, תשאלו אם שילדה פג טרם זמנו.
כדי להבין ערכה של שבוע אחד, תשאלו עורך של שבועון.
כדי להבין ערכה של שעה אחת, תשאלו זוג אוהבים המחכים להיפגש.
כדי להבין ערכה של דקה אחת, תשאלו אדם ש"פספס" את הרכבת.
כדי להבין ערכה של שניה אחת, תשאלו אדם שהתחמק מתאונה.
כדי להבין ערכה של אלפית-שניה, תשאלו את הזוכה במקום השני באוליפיאדה.
זכרו - הזמן אינו מחכה לאף אחד.
האתמול הוא היסטורי.
המחר הוא מסתורי.

היום הוא מתנה.
לכן הוא נקרא ההווה !!

מדע

יום א', כ"ח באדר א' תש"ס, 5.3.2000

שומר הזמן של העולם

מופסקת פעולת לייזרי הקירור ומופעלים שני לייזרים ניצבים, הרוחפים את הענן כלפי מעלה – כמו כדור הנזרק לסילון של מזר קת מים. הענן הזה מועף מעלה למרחק של כמטר אחד ואז קריי נת הלייזרים האנכיים מופסקת. התא שבו מתבצעת התנועה האנכית, מלא בקרינת מיקרוגל, הגורמת לאטומי הצסיום לשנות את המצב האטומי שלהם. ללא התמיכה של הלייזרים האנכיים, נופלים אטומי הצסיום בתוך התא ומגיעים קרוב לתחתית התא בתוך כשנייה.

בחלק התחתון של התא, מוארים האטומים בידי קרן לייזר נוספת: אם היא פוגעת באטומים ששינו את מצבם, נפלט מהם אור. התהליך חוזר על עצמו פעמים רבות, תוך כיר ון עדין של תדירות גלי המיקרו, עד שרוב אטומי הצסיום משנים את מצבם האטומי בתהליך הזה.

התדירות שבה מתרחש הדבר היא אופיינית לאטומי הצסיום, בעזרתה מוגדר גודלה של שניית הזמן.

התדירות האופיינית של אטומי הצסיום, ידועה בדיוק מחשובים תיאורטיים. הדרך להגיע לתדירות הרתודה הנכונה הזאת, מושגת עכשיו בידי השעון האטומי החדש. השינוי המשמעותי בהתקן החדש, בהשוואה לקודמיו הוא קי רור האטומים: עקב כך הגדרת התדירות הנכונה, מרויכת הרבה יותר. מכך נובע הדיוק המדהים של השעון: כאמור סטייה של שניה אחת בכל 20 מיליון שנה...

שעון אטומי חדש פותח והופעל בארה"ב ■ מגיע לרמת דיוק חסרת תקדים: סטייה של שניה אחת כל 20 מיליון שנה ■ עיקר חשיבותו למערכת ניווט לווייני

משישה כיוונים ניצבים, נוצר ענן של צסיום במרכז התא. כדורי שני, תוך כדי הרחפה מתקררים האטומים, כלומר תנועתיהם המיקריות הולכות ומצטמצמות. כאשר מגיע הענן למרכז התא, משישה כיוונים ניצבים, נוצר ענן של צסיום במרכז התא. כדורי שני, תוך כדי הרחפה מתקררים האטומים, כלומר תנועתיהם המיקריות הולכות ומצטמצמות. כאשר מגיע הענן למרכז התא,

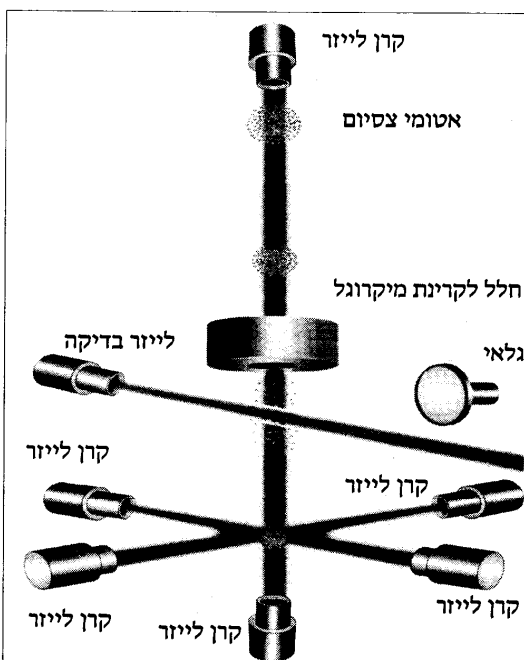
מאת ד"ר נח ברוש

מדענים במכון התקנים של ארה"ב פיתחו שעון אטומי שרמת הדיוק בו חסרת-תקדים: הוא עלול לפגור שנייה אחת, כל עשרים מיליון שנה. הדיוק הפנטסטי הזה נדרש, בין השאר, כדי לשפר את סינכרון מערכת לוייני הניווט, ה-GPS.

שבים וארץ

השעון החדש הוא מעתה שומר הזמן העולמי – הגם שאיננו היחיד ש"ממונה" על הנושא הזה. שעון דומה פועל בפריס. השעון האטומי האמריקני משי פר פי שלושה את ביצועיו של השעון האטומי הקודם, שהיה הסטנדרט לשמירת הזמן בארה"ב (ובעולם) מ-1993.

הפנטז המאפשר לשעון החדש רמת דיוק כה גבוהה הוא קירור האטומים המהווים את לב השעון הזה – בעזרת קרני לייזר. הקירור המור שג בטכנולוגיה זו מגיע עד כמעט לאפס המוחלט (מינוס 273 מעלות). בשעון המדויק בעולם, מוחדריים אטומים של היסוד צסיום לתא מרוקן מאוויר. הגז האטומי נדחף על ידי שש קרניים שנוצרות על ידי לייזרים בתחום התת-אדום. הפוטונים (חלקיקי האור), שגולדו בתוך מתקני הלייזר, רוחפים בעדינות את אטומי הצסיום לעבר מרכז התא המרוקן. הרחפה משיגה שתי מטרות: ראשית, כיוון שהרחפה נעשית



מיבנה שעון הצסיום החדש, שבו משחקות קרני הלייזר תפקיד מרכזי

אתרים מומלצים:

מידע על שעוני שמש:

www.sundials.co.uk/home3.htm

מאמר היסטורי על שעוני שמש

www.ul.ie/~childsp/Elements/issue1/samways.html

מידע על שעונים

www.ubr.com/clock/index.html

על פלאי ה"סוואטש":

www.swatch.com

מידע בעברית על לוחות שנה ומדידות זמן

<http://lib.cet.ac.il/Pages/item.asp?item=6167&kwd=1862>