

ייעוץ מיקצועי-מדעי: ד"ר עובד קדם
כתבה: טלי יעקב
איירו: טלי יעקב וזוהר גוטסמן

תכן עניינים:

עמ' 1-18	שיעור מס' 1: שעשועי זמן
עמ' 19-23	שיעור מס' 2: שעון שמש
עמ' 23-26	שיעור מס' 3: שעון נר
עמ' 26-29	שיעור מס' 4: שעון מים
עמ' 30-34	שיעור מס' 5: שעון חול
עמ' 35-38	שיעור מס' 6: שעון ביולוגי
עמ' 39	ניספחים:
עמ' 40-51	The Physics and Chemistry Underling the Infinite Charm of a Candle Falme
עמ' 52	שקף מסכם אודות המצאת שעון המים הפשוט
עמ' 53	מקורות:

שעשועי זמן...

מיקוד:

בשיעור זה יכירו התלמידים סוגי שעונים, יעבדו בשיתוף פעולה בקבוצות ואף יערכו תחרות בניהם תוך כדי שימוש בהערכת זמני פעולה. כמו כן, יתנסו התלמידים בפעילות חווייתית לא שיגרתית.

חומרים וציוד:

☆ כרטיסיות שעונים והסברים אודותיהם (לתליה בכיתה).
☆ שעוני עצר (סטופר).

☆ 5 ערכות של משחק זיכרון, 5 ערכות של כרטיסיות בהן מצויינים שמות תלמידי הכיתה ותאריכי הלידה שלהם ו-5 ערכות של פאזלים אותם תכינו מבעוד מועד.

פתיחה:

בשיעורים הקרובים נדבר על הזמן, נגלה דרכים למדידת הזמן ונלמד על סוגים שונים של שעונים.

ננסה תחילה להבין מהו מושג ה"זמן" וכיצד אנו יכולים לדעת שעבר פרק זמן מבלי שנסתכל על השעון. האם יש למישהו רעיון?...

לאחר שהעלינו רעיונות בדבר הדרכים השונות להבין כיצד אנו יכולים למדוד פרק זמן שעבר יש להפנות את השאלה הבאה לילדי הכיתה: "אלו סוגי שעונים אתם מכירים?"... (כדאי ורצוי לרשום על הלוח).

רקע למדריך:

השעונים הראשונים שבני האדם השתמשו בהם היו שעונים "טיבעיים". שעונים אלו התבססו על תהליכים שמתרחשים בטבע במחזוריות קבועה והם אלו שסייעו לאנשים להגדיר זמן.
לדוגמה:

☆ סיבוב כדור"א סביב צירו נמשך פרק זמן קבוע, ובו השמש זורחת ושוקעת. לזמן שחולף מזריחה לזריחה נתנו את השם "יממה". אם סופרים את הזריחות, יודעים כמה יממות חלפו.

☆ סיבוב הירח מסביב לכדור"א, אף הוא נמשך פרק זמן קבוע, בערך 24 יממות, לזמן זה נתנו את השם "חודש". הירח מסתובב סביב כדור"א בערך 12 פעמים בשנה, וכך בשנה יש 12 חדשים.

☆ לזמן שבו כדור"א מקיף את השמש נתנו את השם "שנה", ובזמן הזה יש חורף אחד וקיץ אחד. כך אפשר לספור חורפים או קיצים ולדעת כמה שנים עברו...

כל יחידות הזמן האלה הן יחידות ארוכות למדי, וכבר לפני אלפי שנים הבינו בני האדם שהם זקוקים ליחידות זמן קצרות הרבה יותר. כדי למדוד יחידות כאלה הם חילקו את היממה ליחידות של שעות, דקות ושניות.

כעת, הוציאו כרטיסיות ובהן תמונות השעונים, הדביקו אותם על הלוח ובקשו מהילדים לנסות ולשער מהו הסדר הכרונולוגי בהם הופיעו השעונים. (שעון שמש, שעון נר, שעון מים, שעון חול, שעוני מטוטלת, שעוני יד, שעוני חשמל, שעוני קורץ ושעונים אטומיים) לאחר מכן ערכו דיון קצר אודות הנושא וע"פ מידת הצורך הרחיבו את הדיבור על השעונים השונים.

מרכז הפעילות:

יש לחלק את הכיתה לקבוצות של 7 תלמידים, למנות מס' תלמידים כמס' הקבוצות כשופטים ולערוך בין הקבוצות משחק תחרותי. הזמן שמוקצה לכל משימה הוא כ-10 דקות. המנצחת היא הקבוצה שהצליחה לבצע את המשימות הבאות בטווח הזמן הקצר ביותר.

משימה 1: משחק הזיכרון

אביזרי המשחק: 24 קלפים.
מטרת המשחק: לאסוף מספר רב ביותר של זוגות קלפים בעלי שעות זהות.
הוראות:

1. טרפו את הקלפים שבקופסה.
2. פזרו את הקלפים על השולחן כשהכתוב כלפי מטה.
3. כל משתתף מרים בתורו שני קלפים.
☆ אם בקלפים שהרים כתובות שעות זהות, המשתתף לוקח את זוג הקלפים אליו.
- ☆ אם בקלפים שהרים, השעות הכתובות אינן זהות, התור עובר למשתתף הבא.
4. בתום הזמן שהוקצה למשימה, יש לספור את מס' הזוגות שניתקבלו אצל כל קבוצה ולערוך רישום של התוצאות.

משימה 2: מי נולד קודם?

במשחק זה ככל שמס' המשתתפים יהיה גדול, כך הוא יהיה מהנה ותחרותי יותר, לכן רצוי שיהיו בו הרבה משתתפים. כמו כן, יש לציין שבמשחק זה חשוב לרשום את תאריכי הלידה ושמותיהם של התלמידים בכיתה על-גבי כרטיסיות טרם הפעילות בכדי לחסוך בזמן.
איך משחקים?
כל קבוצה מקבלת חבילה של כרטיסיות שבהן כתובות שמות התלמידים בכיתה ותאריכי הלידה שלהם ועליה לסדר אותן בסדר עולה-מהתאריך של המשתתף הצעיר ביותר ועד התאריך של המשתתף המבוגר ביותר. הקבוצה שסידרה את הפתקים בסדר הנכון וסיימה ראשונה את המשימה היא המנצחת...

משימה 3: מירוץ תצרפים (פזלים):

המטרה במשחק הזה היא להרכיב תצרף בזמן הקצר ביותר. על המדריך להכין מבעוד מועד תצרף מתמונות ציבועניות או לעשות קולז' של תמונות מעיתונים ציבועניים, לחתוך אותן לחתיכות ולאפשר לתלמידים בכיתה להרכיבו.

משימה 4: חבל על הזמן... (במידה ועדיין נישאר לכם זמן...):

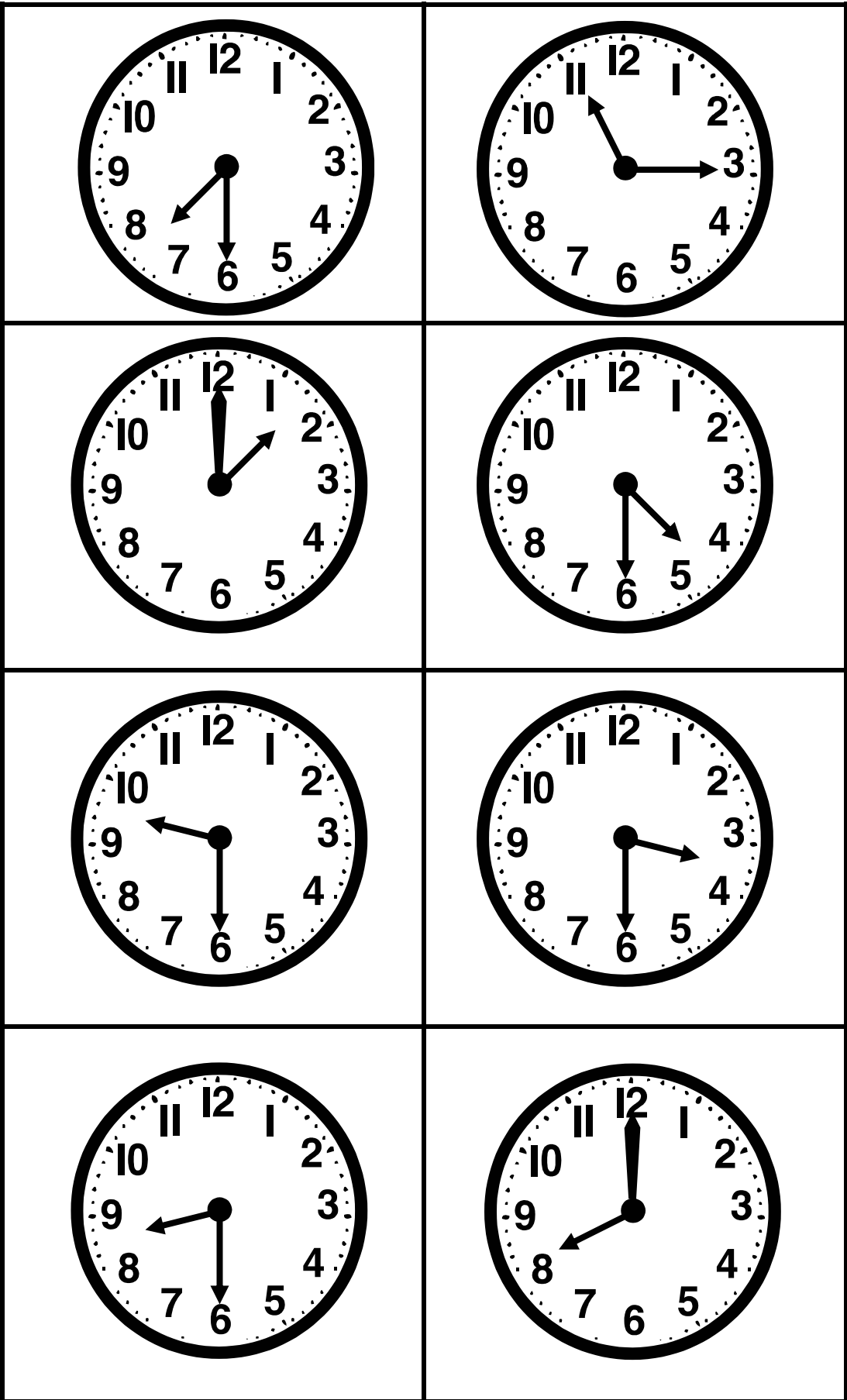
איך משחקים:

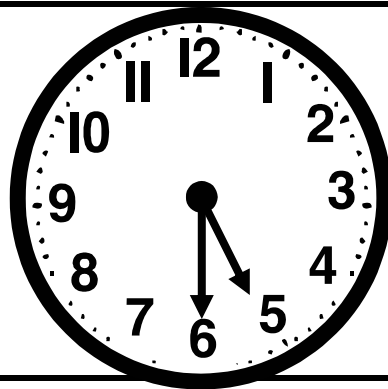
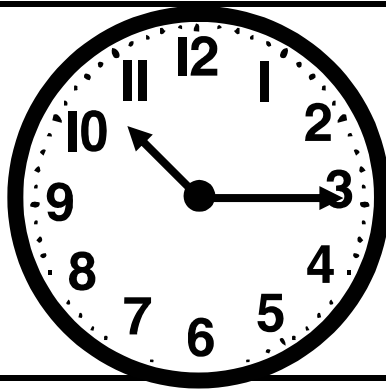
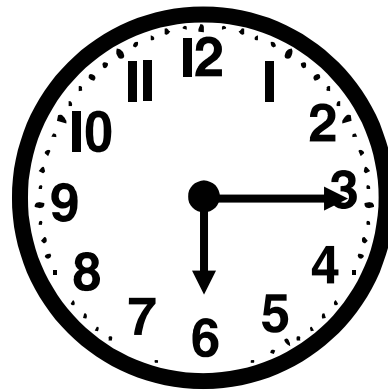
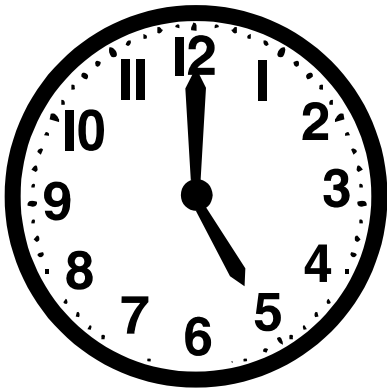
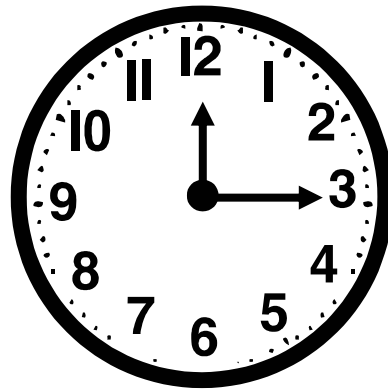
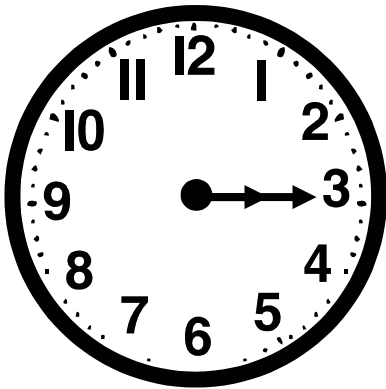
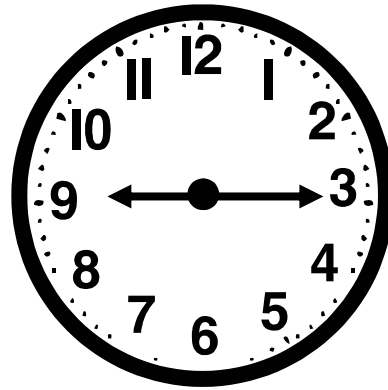
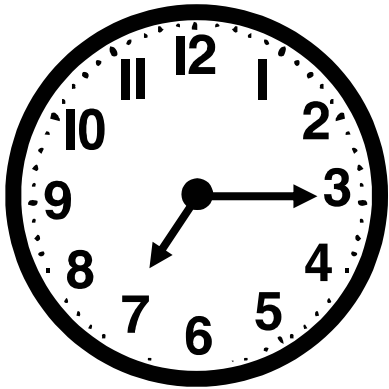
בזמן שהוקצב לכל משימה צריכה הקבוצה למצוא מילים וביטויים רבים ככל האפשר שקשורים בזמן. הקבוצה שמצאה מס' גדול יותר של ביטויים היא המנצחת.

במשחק הזה אפשר לשחק גם בציור.

מכינים לוח מחיק ופתקים. על כל פתק כותבים מילה או ביטוי עיברי שקשור בזמן. בכל תור ילד מאחת הקבוצות ניגש ללוח ומנסה להסביר את הביטוי בציור. קבוצה שצברה מס' רב יותר של נקודות ע"י ניחוש הביטויים היא המנצחת...

דוגמאות למילים בעיברית ולביטויים שקשורים במושג הזמן:
צו השעה, זמן אמת, שעון עצר, בשעה טובה, כהרף עין, יובל, יממה, בערוב היום, אישון לילה, בא בימים ועוד...



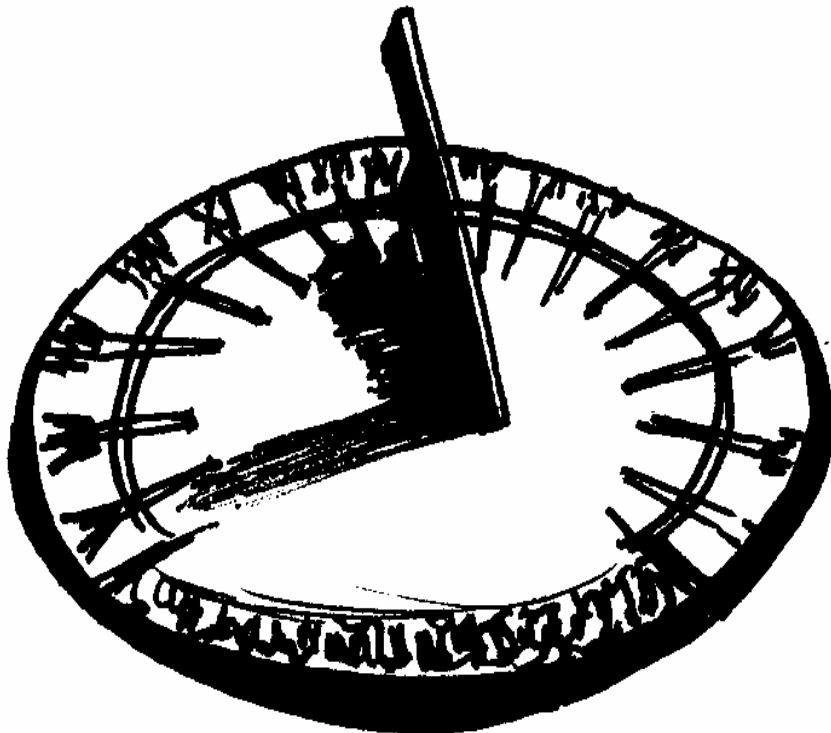




8:30	3:15
12:15	10:15
11:15	5:00
7:15	9:15
8:00	3:30
5:30	6:15
4:30	2:00
9:30	7:30

שעון שמש:

שעוני השמש הראשונים הופיעו במצרים לפני יותר מ-5000 שנה. מאוחר יותר בהיסטוריה הם נראו גם בבבל, בארץ ישראל ובמקומות נוספים בעולם. תחילה הייתה תבניתם פשוטה מאוד-מוט זקוף תקוע באדמה, ומן המוט והלאה אבנים מרוחקות זו מזו ברווחים מסוימים. לפי צל המוט המתארך, או המתקצר, בין האבנים הללו ידעו בעלי שעוני השמש הקדמונים לחלק את היום לשעות. אח"כ נעשה שיכלול בשעון השמש הפשוט, ובמקום האבנים המונחות על-פני האדמה הותקן לוח עץ אופקי מסומן בקווים, ושעת היום נקבעה לפי הקו שאליו הגיע הצל. תזוזתו של כיוון הצל על שעון השמש התאפשר אודות סיבוב כדור"א סביב צירו וסביב מערכת השמש.



שעון נר:

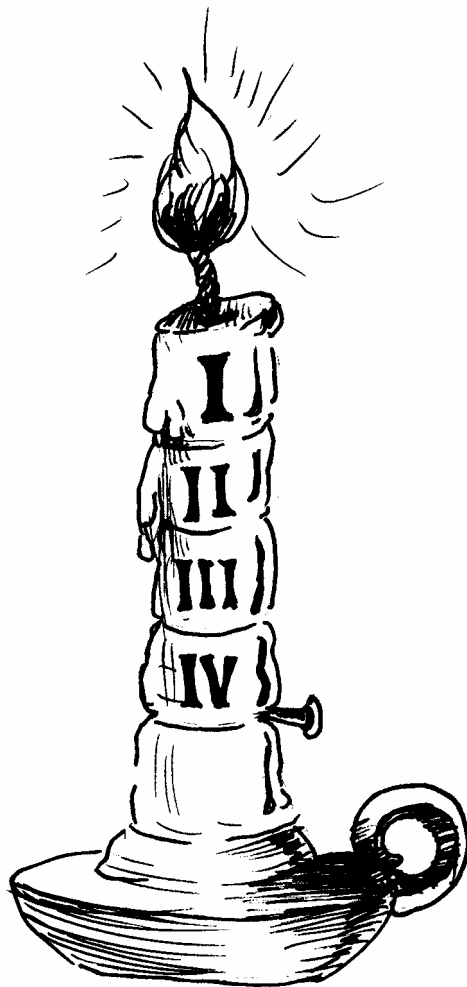
חסרונם העיקרי של שעוני השמש היה באי יעילותם בלילה ובמדידתם פרק זמן ארוך יחסית.

לפיכך חשבו בתקופת ימיי הביניים על דרך למדוד שניות, דקות ואפילו שעות באמצעות תהליכים שנמשכים פרק זמן ידוע וש אפשר לחזור עליהם בקלות. וכך הומצא למעשה שעון הנר...

לקחו נר, סימנו עליו קווים במרחקים שווים שלהם קראו "שנתות" והדליקו את הנר.

הנר הלך וקטן עם הזמן, ולפי ה"שנתה" שהגיעה אליה הלהבה ידעו מה השעה. כאשר נמס הנר כולו, הדליקו נר חדש באותו העובי ועליו אותם הסימנים, וכך יצרו יחידות זמן נוספות.

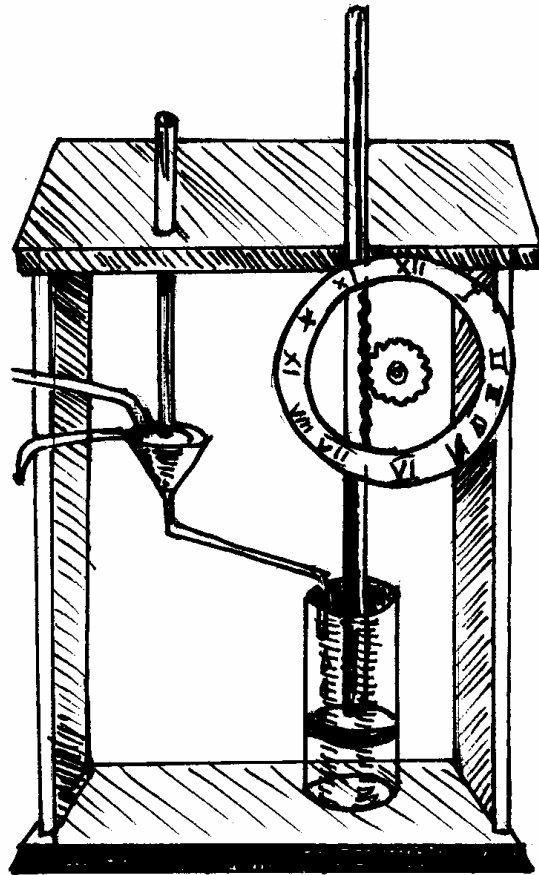
שעון הנר הינו גלגול משוכלל של שעונים קדומים יותר שהיו בנויים על אותו העיקרון, הלא הם "שעון האש" ו"שעון מנורת השמן".



שעון מים:

שעון המים שהיה מצוי בידי היוונים והרומאים, אף הוא היה עשוי שני כלים, זה על גב זה, כדוגמת שעון החול, אך במקום חול טפטפו מן הכלי העליון לתוך הכלי התחתון טיפות מים. משוכלל מזה היה שעון המים, שניקרא בשם "קלפסידרה".

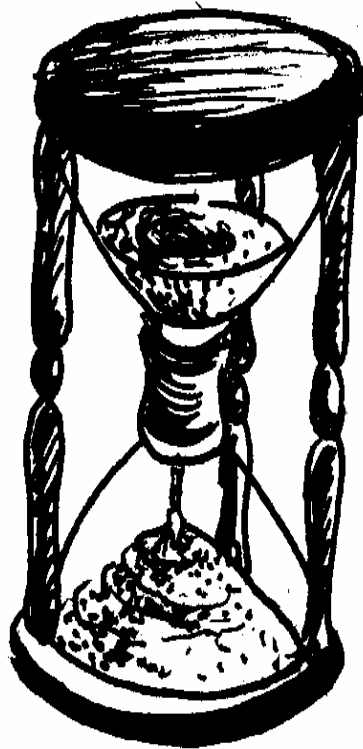
הקלפסידרה כבר הייתה מצוידת במחוג, שהונע ע"י מצוף מתרומם או יורד לפי גובה פני המים ובימיי הביניים ניבנו קלפסידרות מצוידות במנגנונים מסובכים ועשויים ברוב פאר, שהראו את השעה בדיוקנות רבה ביחס לשאר השעונים שהיו עד לאותה העת.



שעון חול:

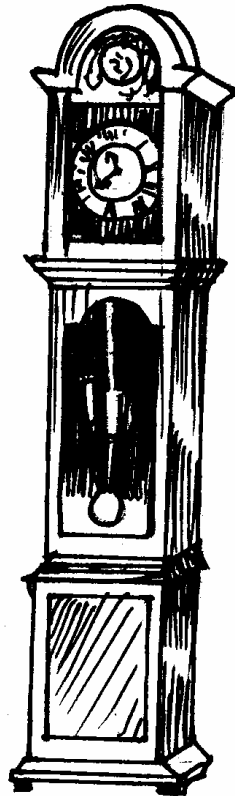
בימיי הביניים היה נפוץ מאוד גם שעון החול, העשוי שני כלים נתונים זה על גב זה. הכלי העליון מלא חול, ודרך נקב צר נשפך באטיות החול מן הכלי העליון לתוך הכלי התחתון.

כמות החול הספיקה בדיוק לשעה אחת, ואז נהפכו הכלים-התחתון למעלה והעליון למטה, ושעון החול המשיך בפעולתו. שעון כזה אפשר לראות גם היום. הוא משמש קישוט ולרוב הוא מודד פרק זמן קבוע של 3 דקות ומתאים לבישול ביצה רכה.



שעון מטוטלת:

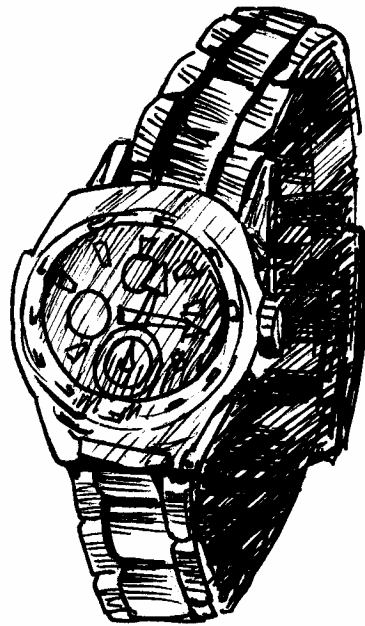
בסוף המאה השש עשרה, גלילאו גליליי, גילה גילוי חשוב לקידום מדידת הזמן והוא תנועת המטוטלת. הגילוי הראה שאם תולים משקולת כלשהי (אבן, גוש מתכת או אפילו בקבוק) בקצה חוט, מושכים אותה הצדה ועוזבים, היא מתחילה להתנדנד מצד לצד. התופעה הזאת הייתה ידועה כנראה זמן רב לפני גלילאו, אך הוא היה הראשון ששם לב שזמן התנודה של המטוטלת תלוי אך ורק באורך החוט. אך כדי להפוך את המטוטלת לשעון היה צורך בכמה שכלולים טכנולוגיים. ראשית היה צריך לחבר את המטוטלת למנגנון של גלגלים מסתובבים ולמחוגים המראים על לוח השעות את השניות, את הדקות ואת השעות. שנית היה צריך למצוא דרך למנוע את הפסקת התנודה, מעין דוחף אוטומטי שיעזור למטוטלת שלא להיעצר בלי להפריע לתנודה הרגילה שלה. הראשון שבנה שעון מטוטלת "אמיתי" היה כריסטיאן הויגנס באמצע המאה השבע עשרה. המצאתו התבססה על משקולת ועל גלגל שיניים מיוחד. שעוני מטוטלת כאלה נקראים גם אורלוגין, והם היו נפוצים מאוד בבתים רבים עד לפני כשלושים או ארבעים שנה.



שעון יד:

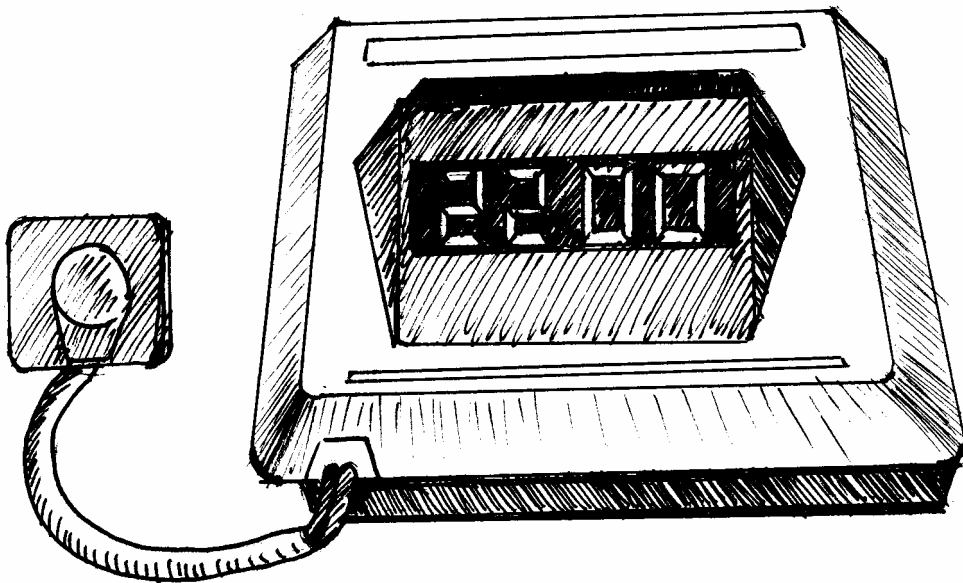
במאה ה-16 החלו להופיע שעונים, שהונעו ע"י קפיץ ולא ע"י משקולת. הם היו גדולים ומסורבלים בתחילה, אך שהשתכללה טכניקת ייצור השעונים, יוצרו שעוני כיס ושעוני יד קטנים ועדינים.

בשעונים אלו הקפיץ סובב את טבעת בתנועה מחזורית ובקצב קבוע. כאשר סובבו את הטבעת לכיוון מסוים (נניח ימינה) הקפיץ סובב אותה חזרה שמאלה והיא המשיכה והסתובבה הלאה ומתחה את הקפיץ שוב. כעת משך הקפיץ את הטבעת וסובב אותה ימינה וחוזר חלילה. התנועה שנוצרה דמתה לתנועת מטוטלת, אך במקום כוח הכבידה פעל כוח הקפיץ.



שעון חשמל:

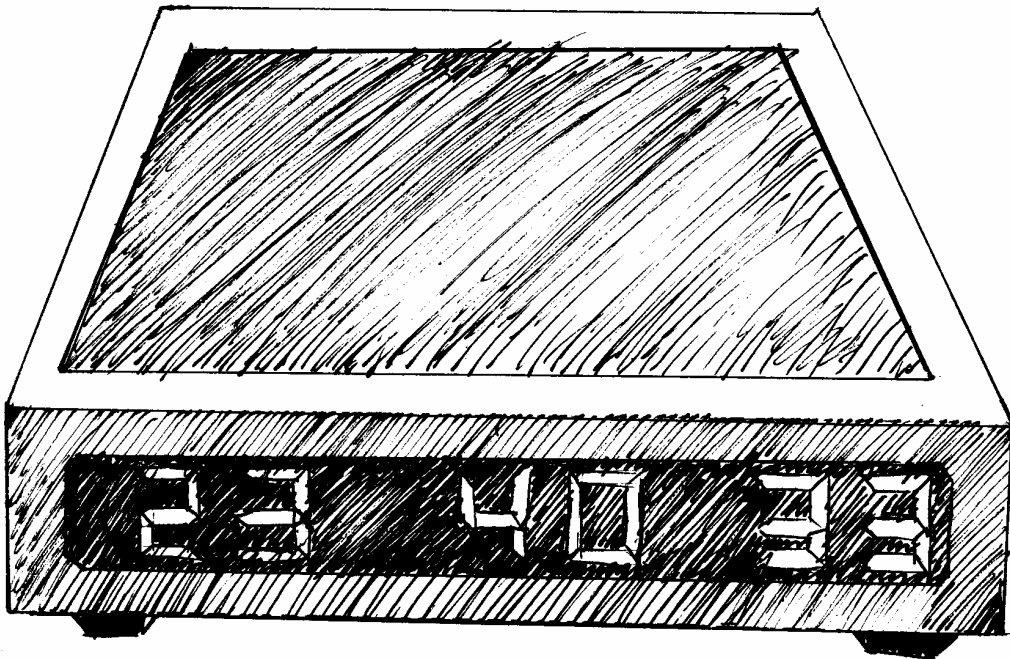
השעון הראשון שהופעל ע"י חשמל הופיע בשנת 1840. בשעוני החשמל הראשונים נוצל הזרם החשמלי להפעלת אלקטרומגנטים, שהניעו את המטוטלת. בשנות העשרים של המאה הנוכחית הופיעו שעונים שהונעו ע"י מנוע חשמלי, אשר קצב סיבוביו נקבע ע"י תדירות מתח החילופין של רשת החשמל. בתדירות זו (כ-50 סיבובים לשניה בישראל וברוב ארצות אירופה) יש לעיתים תנודות קלות, ועל כן שעוני חשמל מסוג זה אינם מדויקים ביותר. היום שעוני חשמל נפוצים הן בשעוני יד הניזונים מסוללה זעירה, והן בשעוני קיר הניזונים מסוללה או מרשת חשמל.



שעון קורץ:

אחד השעונים האלקטרוניים המדוייקים ביותר הוא שעון הקורץ. הוא הומצא בסוף שנות העשרים ע"י המדען מוריסון ממעבדות חברת הטלפונים האמריקאית "בל".

לבו של השעון הוא גביש של קורץ, שכאשר מופעל עליו מתח חילופין, הוא מתנדד בקצב של כמאה אלף תנודות בשניה. קצב התנודה הוא מדויק מאוד, ובעזרת מעגל אלקטרוני אפשר לתרגמו לשניות, דקות ושעות.



שעון אטומי:

שעון מדויק עוד יותר הוא שעון המבוסס על תנודותיהן של מולקולות או אטומים בחומרים מסוימים, והוא מכונה שעון אטומי.

שעון ראשון מסוג זה, שהתבסס על תנודות של מולקולות אמוניה, נבנה ב-1948 בארה"ב.

מדויק ממנו הוא השעון המבוסס על תנודות של אטומי צנזיום.

באמצעות שעון זה מודדים בדיוק מירבי זמן למכשירים וציוד מדעי, למערכות של ניווט לוויני ולמערכות תיקשורת מתקדמות.

"המטוטלת" שבשעון הזה היא קרינה אלקטרו-מגנטית שניפלטת מאטום או

ניבלעת באטום של יסוד הצנזיום. קרינה זו ניקלטת או ניפלטת כאשר

האלקטרונים שבאטום משנים את מצבם. התדר של הקרינה הזאת גבוה מאוד,

כעשרה מיליארדים של תנודות בשנייה, אך שלא כמו הגבישים, שתדר התנודה

שלהם תלוי גם בצורתם, התדירות כאן אינה תלויה בצורה אלא באטום עצמו

ולכן היא קבועה מאוד. הבעיה היא שכדי למדוד את התנודות האלה נחוצה

מערכת מסובכת מאוד ובה שפורפרת ריקה, מתח גבוה, מגנטים ואלקטרו

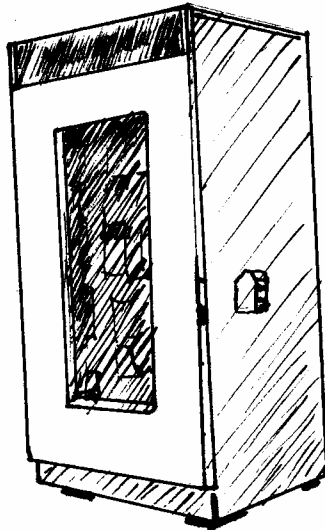
מגנטים ולא מעט מעגלים אלקטרוניים מורכבים ומדויקים, והכל צריך להיות

בטמפרטורה מדויקת ויציבה.

התוצאה היא ששעונים אטומיים הם גדולים, כבדים ובעיקר יקרים מאוד.

השעונים האטומיים החשובים בארץ נימצאים במעבדות הזמן הלאומיות

שבירושלים ולפיהם קובעים את הזמן התקני בישראל.



שעון שמש:

מיקוד:

בשיעור זה יכירו התלמידים את השעון הקדום ביותר בהיסטוריה, הלא הוא שעון השמש. הם ילמדו על תכונותיו, יבנו בעצמם שעון שמש וימדדו באמצעותו את השעה.

חומרים וציוד:

- ☆ העתקים של שעון השמש "קובע הנזיר" מצולמים על בריסטול קשיח.
- ☆ חוט ריקמה.
- ☆ מספרים.
- ☆ סכין חיתוך.
- ☆ חרוזים קטנים.
- ☆ וכמובן יום קייצי...

פתיחה:

יש להציג בפני הכיתה את השאלה הבאה:
כיצד לדעתכם ניתן למדוד את הזמן באמצעות השמש?
מומלץ לכתוב את רעיונות התלמידים בנקודות על הלוח בכדי לאפשר להם בשלב מאוחר יותר לערוך השוואה בין הרעיונות שהעלו לשעון שבנו ולהסיק מסקנות...

רקע למדריך:

את השעון הראשון מצא האדם בשמש. האדם הקדמון קבע את עתותיו לפי תנועתה של השמש על פני הרקיע. הוא הבחין יפה בין זריחת השמש ובין שקיעתה, ואפילו את שעת הצהריים היה בידו לקבוע, שכן זו השעה אשר בה מתרוממת השמש עד לנק' הגבוהה ביותר בשמיים. לעומת זה התקשה תחילה האדם בקביעת השעות שבין הזריחה והצהריים, או בין הצהריים והשקיעה. אך ברבות הימים הבחין האדם בעובדה, שבמשך היום משתנים הצללים באורכם ובכיוונם, ואז בא לכלל דעה, כי לפי הצללים יקל עליו לקבוע את שעות היום מאשר לפי תנועת השמש; ובעיקבות תגלית זו הומצא שעון השמש, אשר לאמיתו של דבר, הרי הוא שעון צל ולא שעון שמש. שעוני השמש הראשונים הופיעו במצרים, בבל ובארץ ישראל. תחילה היתה תבניתם פשוטה מאוד-מוט זקוף תקוע באדמה, ומן המוט והלאה אבנים מרוחקות זו מזו ברווחים מסויימים. לפי צל המוט המתארך, או המתקצר, בין האבנים הללו, ידעו בעלי שעוני השמש הקדמונים לחלק את היום לשעות. אח"כ נעשה שכלול בשעון השמש הפשוט, ובמקום האבנים המונחות על פני האדמה הותקן לוח עץ אופקי מסומן בקווים, ושעת היום ניקבעה לפי הקו שאליו הגיע הצל.

אם כי בני האדם השתמשו בשעוני השמש, אשר ברבות הימים נבנו בצורות שונות והגיעו לשיכלולים ניכרים, במשך דורות רבים, לא השביעו בכל זאת הללו את רצון האנשים וחסרונם העיקרי היה באי יעילותם בלילה. לשם קביעת שעות הלילה הומצאו איפוא שעונים אחרים אותם נכיר בהמשך...

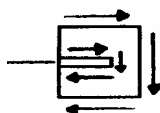
מרכז הפעילות:

לאחר שהעלנו השערות בדבר מדידת הזמן באמצעות שעון השמש ולאחר שאיששנו או הפרכנו חלק מהשערותינו באמצעות ההסבר המדעי שקיבלנו נפנה להכנת שעון שמש...

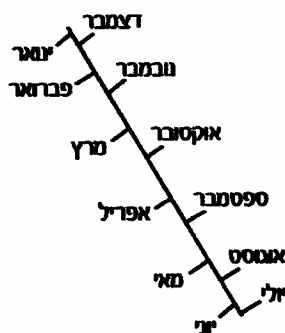
הפעלה:

בניית שעון שמש:

1. חתוך את ה"חלון" לפי כיוון החצים כפי שמופיע באיור.

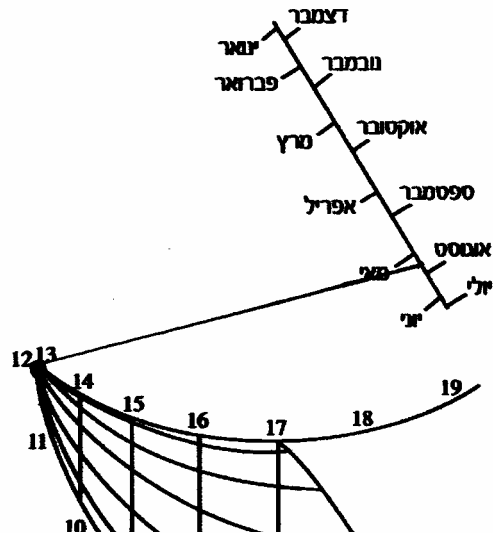


2. כמו כן, חתוך חריץ לאורך קו החודשים.



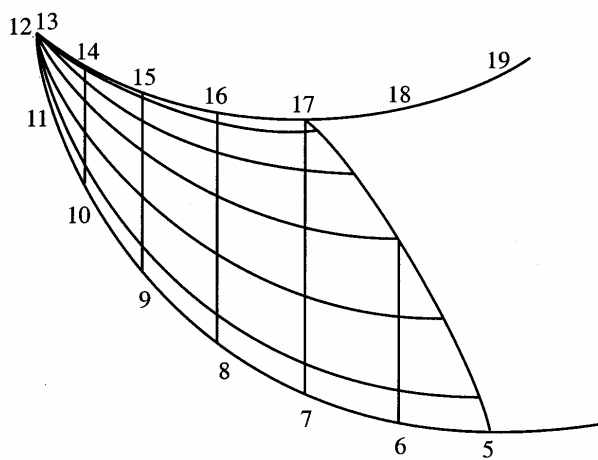
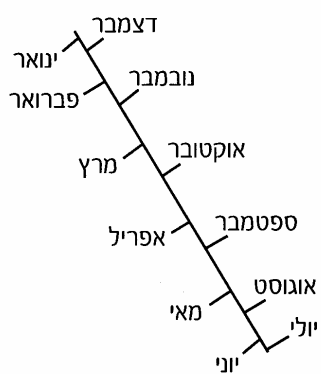
3. קח חוט וקשור בקצהו חרוז.

4. הכנס את החוט (מחלקו האחורי של הדף) בחודש המתאים, באופן כזה שהחרוז מגיע עד השעה 12 כשהוא מתוח. (להלן דוגמה לתחילת חודש אוגוסט)



5. הדבק סלוטייפ בצידו השני של הדף בכדי שהחוט לא יזוז.
6. יש לקפל את החלון הגזור בצורה מאונכת לדף ולעמוד בחוץ בכיוון כזה, שאור השמש חודר דרך החלון ומתלכד עם הקו של החלון.
7. כשאור השמש מתלכד עם קו החלון ניתן לראות בעזרת מיקום החרוז את שעות הזריחה והשקיעה.

שעון שמש "קובע הנזיר" עבור באר שבע קו רוחב 32.23 צפון



הזמן זורם. שלא יברח בין האצבעות

שעון נר:

מיקוד:

בשיעור זה יכירו התלמידים את שעון הנר, יעסקו באומדן דקות, ילמדו כיצד לחלק לשנתות, יבדקו את הטמפ' של הלהבה על צבעיה השונים, ימדדו זמן באמצעות נירות בעוביים שונים ויתנסו בפעילות חווייתית בנושא הלהבה.

חומרים וציוד:

- ☆ חבילת נרות חנוכה או כל נר דק אחר.
- ☆ נרות בעוביים ובגדלים שונים.
- ☆ רב מודד (מד טמפ').
- ☆ קופסת גפרורים.
- ☆ שיפודי עץ.
- ☆ כוהל.
- ☆ צמר גפן.
- ☆ מלחים:

נתרן כלורי-NaCl (צהוב כתום)
נחושת דו כלורית-CuCl₂ (ירוק)
ליתיום כלורי-LiCl (ורוד)
סידן דו כלורי-CaCl₂ (כתום)
סטרונציום דו כלורי-SrCl₂ (אדום)
בריום דו כלורי-BaCl₂ (צהוב ירוק)

פתיחה:

יש לחלק את הכיתה לקבוצות של כ-8 תלמידים בכל קבוצה ולחלק לכל קבוצה את כתב החידה המצורף למערך אודות הדייגים ותיבת האוצר. (פיתרון החידה: עליכם להכניס את המפתח לחור המנעול ובאותה העת להדליק את הנר מ-2 צידיו. ברגע שתעבור חצי שעה בדיוק הנר יגמר, אז תוכלו לסובב את המפתח עם כיוון השעון ולזכות באוצר...)

מרכז הפעילות:

היום נדבר על שעון הנר ונימדוד באמצעותו-דקות...
אך תחילה ננסה להכיר את הנר קצת יותר מקרוב.
יש לפנות אל התלמידים ולשאל אותם אלו סוגי נרות הם מכירים? (כדאי ורצוי לרשום על הלוח...)
לאחר שמניתם מס' סוגים פנו לשאלה הבאה:
האם מישהו יודע מה ציבעה של הלהבה?
יש לשמוע את תשובותיהם מבלי לתת את התשובה הנכונה.
כעת יש להדליק לכל קבוצת תלמידים נר ולאפשר להם לבדוק את תשובותיהם.
בקשו מהתלמידים לצפות בנר ולרשום בדף מה הם רואים ובעיקבות זאת להציג שאלות אותם ניבדוק במהלך השיעור הנוכחי או במהלך פרק הזמן עד לשיעור הבא.

