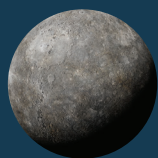
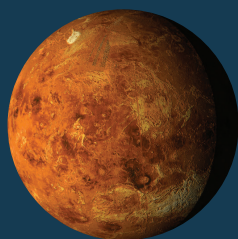


# תולדות האסטרקופ



.....  
**אי התאמידים:** כיתות ז'-ט'  
**משך השיעור:** 45 דק'  
**רקע נדרש:** ידע בסיסי על טלסקופים



## תולדות הטלסקופ

טלסקופים התחילו את דרכם בימי קדם והתפתחו רבות במשך השנים. משנת 1600 ועד היום הספיק הטלסקופ להגיע לחלל, חופשי מהפרעות האטמוספירה, ולגלות גלקסיות רחוקות. נוספו לו מצלמות, עדשות ומראות. שלחו אותו הרחק הרחק ואפילו הרכיבו לו משקפיים.

**מערך זה עוסק בתולדות הטלסקופ ומתאר את סיפור המצאתו, התפתחותו והפיכתו לכלי המרכזי שקיים כיום בחקר החלל**



התלמיד ידגים באמצעות סרטון Stop-Motion את היחס בין תנועת הלוויינים לכדור הארץ ואת מיקום סוגי הלוויינים השונים בחלל.

### מטרות



התלמיד יתאר את טלסקופ המסורתי ואת תולדותיו.  
התלמיד יכיר את תכונות הטלסקופ המסורתי והשפעותיו על פיתוח הטלסקופ החללי.  
התלמיד יעלה השערות בדבר היתרונות של שליחת טלסקופ לחלל  
התלמיד יזהה תופעות בחלל שזוהו באמצעות טלסקופ החלל "האבל"

### קהל יעד



חטיבת ביניים

### ערכים



מצגת, מקרן מערכת שמע כיתתית הטלפונים החכמים של התלמידים

### הכנות למשימה



לקפל לכל זוג תלמידים "מגדיר תופעות חלל"

| כמות    | תוכן                                 | ערכים                     |
|---------|--------------------------------------|---------------------------|
| 3 דקות  | פתיחה, דמיון מודרך והצגת נושא השיעור | מצגת                      |
| 15 דקות | תולדות הטלסקופ                       | מצגת, טלפונים חכמים       |
| 5 דקות  | מבנה הטלסקופ                         | מצגת                      |
| 10 דקות | סיפורי גילאו                         | מצגת                      |
| 10 דקות | משחק "נלכדה בעדשה"                   | מצגת, דף מגדיר תופעות חלל |
| 2 דקות  | סיכום                                | מצגת                      |



## סקופית 1:

### דיאיון חוזר

בקשו מהתלמידים לעצום את העיניים ולדמיין:

עצמו את העיניים ודמיינו לעצמכם שמיים מלאי כוכבים, תמונה יפה שכולנו מכירים

דמיינו לעצמכם שמיים שרואים אי שם בדרום, במקום גבוה שיש בו ראות מעולה

במקביל, דמיינו לעצמכם חיים בלי טלסקופ, בלי הידיעה שהכוכבים הם למעשה חלק ממערכת השמש שלנו (רק כוכבי הלכת הם חלק ממערכת השמש), בלי הידיעה שהכוכבים הם מקומות אחרים, כוכבים כמו כדור הארץ

כמה כוכבים אפשר לראות בעין בלילה במקום החשוך ביותר?

כמה כוכבים ניתן לחשוף באמצעות טלסקופ?

לולא היה לנו טלסקופ, היינו בטוחים שאנחנו המרכז והכול נע סביבנו

לולא היה טלסקופ סביר להניח שחיינו היו נראים אחרת לגמרי

בשיעור זה נצלול להיכרות עם תולדות הטלסקופ ונבין מי אחראי להמצאה הזו ואיך היא תרמה לחיינו.

## סקופית 2:

### סדר

## סקופית 3:

### מה מוותר איתי התחנות?

בשיתיהן מופיעים טלסקופים. היום יש טלסקופים הנמצאים בחלל. מהחלל הקרוב הם צופים אל החלל הרחוק (וגם הקרוב). בתחילת תולדותיו של הטלסקופ נעשתה הצפייה רק מכדור הארץ אל החלל.

ראשוני הטלסקופים נראו כמו בתמונה הימנית. טלסקופים מסוג כזה, אך משוכללים יותר, קיימים כמובן גם היום. הם מוצבים בכדור הארץ כדי לצפות בכוכבים ולחקור אותם.

אז איך הכול התחיל?



## סקופית 4:

המילה טלסקופ היא שילוב של שתי מילים ביוונית עתיקה:

tele – רחוק; scopein – לראות, לצפות.

טלסקופ הוא כלי המשמש לאסטרונומיה. בדרך כלל מקובל לראות בטלסקופ מכשיר שמטרתו הגדלת הדמות, אך מטרתו העיקרית של הטלסקופ האסטרונומי היא איסוף אור.

## סקופית 5:

### סקר

שאלה לתלמידים: מי לדעתכם המציא את הטלסקופ?

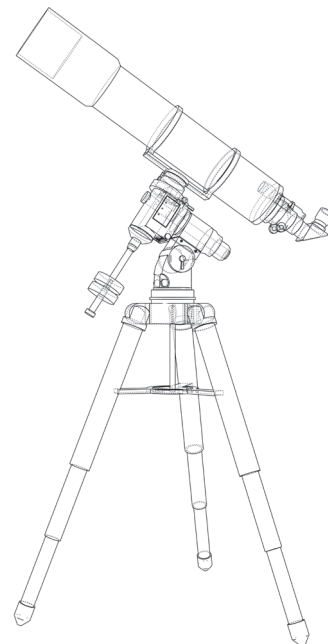
הקדישו שתי דקות לחיפוש תשובה לשאלה. ניתן לבדוק באינטרנט בטלפונים החכמים. בסוף הבדיקה יש לתת להם להצביע:

"מי חושב שממציא הטלסקופ הוא אייזק ניוטון?"

"מי חושב שממציא הטלסקופ הוא גלילאו גליליי?"

"מי חושב שממציא הטלסקופ הוא הנס ליפֶרסהיי?"

לשאלה זו אין תשובה אחת, לכל אחד מהאישים הנזכרים היה חלק חשוב בהתפתחות הטלסקופ.



## סקופית 6:

לאחר ששאלנו מי המציא את הטלסקופ נבין למה אין תשובה מדויקת לשאלה זו.

לפניכם ציר זמן. בלחיצות כפתור יופיעו בזה אחר זה שנה, שם המדען ותרומתו להתפתחות הטלסקופ. הציגו את השנתות שעל ציר הזמן והקריאו יחד את המידע המוצג על כל אישיות. כל אחד מהאישיות המוצגים תרם בדרכו להתפתחות הטלסקופ. היום אנחנו מבינים שההתפתחות של כלי המחקר, שהתבססה על הרעיונות של האנשים הגדולים הללו, הייתה חיונית להתפתחותנו המדעית, הטכנולוגית והמתמטית.

**זְכַרְיָאס יֶאֱנֶסן וּבֵנו הַנֶּס:** אופטיקאים אשר גילו לראשונה את טכניקת הפעולה של הטלסקופ בעזרת עדשות.

**הַנֶּס לִפְרָסֶהיי:** הראשון שניסה לרשום פטנט על המצאת הטלסקופ, אך סורב.

**גָלִילֵאוֹ גָלִילֵיי:** הראשון שהשתמש בטלסקופ לצורך מחקר. בנה טלסקופים חדשניים וקטנים. הטלסקופים של גלילאו גליליי היו בעלי יכולות אופטיות טובות פי 10 מאלו של המכשירים שקדמו לשלו.

**יוֹהָאֶנְס קֶפְלֶר:** החליף את עדשת העינית הקעורה שבה השתמש גלילאו בעדשה קמורה. כך הרחיב קפלר את שדה הראייה המתקבל בטלסקופ.

**יוֹהָאֶנְס הֶבְלִיוֹס:** נחלץ לפתור את בעיית שבירת האור. הוא הגה את הרעיון שאם הטלסקופ יהיה ארוך יותר, תקטן בעיית שבירת הצבע. הבליוס בנה טלסקופ באורך של כ-42 מטרים.

**אֵיִזֶק נְיוֹטוֹן:** המציא את טלסקופ המראות הראשון. כיום הוא מכונה על שמו – "טלסקופ ניוטוני".

**שבירת אור מהי?** כאשר קרן אור פוגעת בחומר שאינו אטום לחלוטין, מתרחשת שבירה של האור. השבירה יוצרת תמונה שאינה מתארת במדויק את המציאות.

**מהו טלסקופ מראות?** טלסקופ מראות הוא טלסקופ שעושה שימוש במערכת מראות כדי ליצור הגדלה של דמות או עצם מרוחק.

יש לציין כי גלילאו היה הראשון שהשתמש בטלסקופ למטרות מדעיות.

לגלילאו היו תגליות חשובות מאוד במהלך המחקר שלו. צפו בסרטון בשקף הבא.

## סקופית 7:

### חבנה הטלסקופ

הטלסקופ הראשון נבנה בעזרת גלילים ועדשות; עדשות של משקפיים, קעורות וקמורות.

שקף חתך (משמאל לימין):

עדשת עינית – לצפייה;

עדשה קעורה;

עדשה קמורה.

## סקופית 8:

ההגדלה באמצעות הטלסקופ מתבססת על העובדה שעדשות מרכזות ומפזרות אור המגיע אליהן. עדשה קמורה מרכזת קרני אור ועדשה קעורה מפזרת קרני אור. בטלסקופ של גלילאו עדשת העצם היא **עדשה קמורה** ועדשת העין היא **עדשה קעורה**.

### איך הטלסקופ עובד?

בלחיצה נוספת על השקף נספר על העיקרון המנחה של כל סוגי הטלסקופים בעזרת הקווים: איסוף אור על ידי אלמנט אופטי (עדשה קמורה) ריכוז האור בעדשה הקעורה. לאחר האיסוף וההגדלה נוכל לראות דרך העינית את האובייקט המוגדל.

## סקופית 9:

סרטון על התגלית של גלילאו [לחצו כאן](#)

**כדי להפעיל את הסרטון יש ללחוץ על האייקון בגוף השקופית**

**יש לצפות עד דקה 5:50**

לאחר הסרטון ניתן לשאול:

**מה גילה גלילאו גליליי? אלו עקרונות וחוקים התבררו בזכות הטלסקופ?**

תקציר הסרטון: גלילאו מקבל את הטלסקופ המדובר. הוא מתחיל להתבונן דרכו בשמי הלילה, בכל לילה ולילה. תחילה הוא מגלה את פני הירח; הוא מגלה שפני הירח אינם מושלמים וחלקים, אלא מלאים הרים וגבעות, ומזכירים את אלה של כדור הארץ, המחורצים בהרים, בעמקים ובמכתשים. בכל מקום ברקיע שאליו הפנה גלילאו את הטלסקופ התגלו תגליות מהפכניות. הוא הבין ששבייל החלב – הנראָה כנהר אור חיוור בשמיים – הוא למעשה אוסף עצום של כוכבים; הוא גילה את הטבעות של שבתאי וכן שכוכב הלכת נוגה מקיף את השמש, ואף זיהה כתמים על פני השמש.

התגלית המהפכנית ביותר של גלילאו הייתה גילוי ארבעת הירחים הגדולים של צדק. תגליתו זו הוכיחה שאותה פיזיקה שולטת בשמיים ובארץ, ושגרמי השמיים אינם סובבים סביב כדור הארץ.

## סקופית 10:

**בשקופית זו נציג את הפיתוחים שעשה גלילאו בטלסקופ:**

גלילאו הבין שהטלסקופ יהיה חסר שימוש אם התמונה שהוא משקף לא תהיה בהירה וחדה, והתמסר כולו לבניית טלסקופים. הוא עיבד בעצמו את העדשות והרכיב על הטלסקופ אביזרים שונים כדי לחדד את יכולות הצפייה.

הפיתוחים של גלילאו:

מיקום ציר אופטי: הוא הקפיד למקם את העדשות על ציר אופטי מדויק.

הפחתת העיוותים האופטיים בטלסקופ.

שיפור רזולוציה: הוא שיפר את כושר ההפרדה של הטלסקופ, ובזכות זה אפשר לראות את הכוכבים ביתר חדות ודיוק.

גלילאו היה הראשון שהשתמש בטלסקופ למטרות מדעיות.



### מהו ציר אופטי?

הציר האופטי הוא קו דמיוני המגדיר את הכיוון שבו מתקדם האור במערכת האופטית

## סקופית 11:

לולא הטלסקופ חיינו היינו נראים לגמרי אחרת; במדע, בטכנולוגיה, בחקר החלל ואפילו בתפיסת העולם שלנו כאנשים חושבים ותוהים.

בעקבות המצאת הטלסקופ התרחשו שינויים ישירים ועקיפים בחיינו. החל במחשבות שלנו – תפיסת עולם בנוגע ליקום, ועד לשינויים עכשוויים והתפתחות טכנולוגית שמתקיימת כיום בעקבות המצאה שהתפתחה במאה ה-17. לכן חשוב להכיר את התפתחות הטלסקופ (מהטלסקופ של גלילאו ועוד לטלסקופ החלל), ואת התובנות שהתפתחו בעקבותיו.

## סקופית 12:

היום אנחנו מצליחים לשגר כלי חלל שונים לחלל – חלליות, גשושיות ותחנות חלל, וכן לוויינים. מהו היתרון בחיבור טלסקופ על גבי לוויין?

**אספו מהתלמידים השערות** לתנאים ששוררים בחלל, הרלוונטים לעניין זה: היעדר השפעה של מזג אוויר, היעדר כוח כבידה חזק, ועוד.

כמה רחוק הטלסקופ יכול לראות? מה ניתן לראות בו? איך אפשר לחקור בעזרתו?

למה לדעתכם טלסקופ חלל מספק אפשרויות צפייה טובות יותר מטלסקופ בקרקע?

### סקופית 13:

ב-1931 פרסם האסטרונום האמריקני אדווין האבל מאמר שהראה שרוב הגלקסיות ביקום שלנו מתרחקות זו מזו בקצב קבוע. זהו "קבוע האבל". ואם היקום עצמו מתפשט, מן הסתם היה רגע בזמן שבו כל הכוכבים, כל הגלקסיות, כל החומר שאנו רואים סביבנו, היה מרוכז בנקודה אחת. כיזורו ממנה הוא המפץ הגדול. האבל גילה את ראשית המרחב והזמן, והוא עשה זאת באמצעות התבוננות ממושכת ומדוקדקת בעינית של טלסקופ. ועל שמו קרוי טלסקופ החלל "האבל", שנשלח בשנת 1990 לחלל, ועודנו נמצא שם. באפריל 1990 התברר כי המראה שלו אינה מדויקת, והיה צריך להרכיב לו "משקפיים", מעין תיקון למראה הלא מדויקת. זה היה מבצע השדרוג החללי הגדול הראשון בהיסטוריה (1993). לאחר התיקון החל המצפה לפעול ונתן תוצאות שסיפקו חומר לניתוח לאסטרונומים ותאורטיקנים ברחבי העולם ושימשו בסיס לכמה מהתגליות הגדולות של האסטרונומיה במאה ה-20 ובכלל.

זהו טלסקופ החלל האבל. בלחיצות על המצגת ניתן לראות את היכולות של טלסקופי החלל.

#### למה טלסקופ חלל נותן לנו אפשרויות צפייה טובות יותר?

הוא מאפשר צפייה למרחקים ארוכים יותר.

בחלל הצפייה החוצה היא ללא הפרעות: ללא שכבת האוזון, שמפריעה לראות, ללא תלות מזג אוויר, ללא כוח משיכה – ופירוש הדבר פחות רעידות.

הוא מאפשר צפייה בתדרים שאינם מגיעים לכדור הארץ: קרני X וקרני גמא.

### סקופית 14:

#### מחקר

**הכנה למשחק:** יש לחלק לכל זוג בכיתה דף "מגדיר תופעות חלל".

**מטרת המשחק:** זיהוי תופעות שנתפסו בעדשת הטלסקופ הלווייני האבל, בעזרת המגדיר.

האם תוכלו לזהות את התופעה?

לידיעתכם, כל התמונות אמיתיות, מקורן בנאס"א והן צולמו בעזרת טלסקופ חלל! בלי פוטושופ ובלי עריכה.

יש לזכור כי בלחיצה שנייה בשקופית תסומן התשובה הנכונה בצבע.

### סקופית 15:

#### תשובה 1

ערפילית עין החתול הנמצאת בקבוצת הכוכבים דרקון, במרחק של כ-3,000 שנות אור מכדור הארץ.

## סקופית 16:

### תשובה 1

אלו למעשה שתי גלקסיות חופפות. הן אינן מתנגשות כי עשרות מיליוני שנות אור מפרידות בניהן, אבל מנקודת המבט שלנו השתיים כבולות בריקוד קוסמי מוזר.

## סקופית 17:

### תשובה 3

ערפילית טרנטולה המרוחקת מאיתנו יותר מ-170,000 שנות אור; זהו אזור שבו נוצרו מיליוני כוכבים בתוך עננה דחוסה של גז ואבק.

## סקופית 18:

### תשובה 3

חור שחור ענקי שאינו כולט אור. נמצא במרכז גלקסיית M87, הממוקמת כ-55 מיליון שנות אור מאיתנו.

## סקופית 19:

### תשובה 2

זהו זוג גלקסיות מוזרות במיוחד. M60 היא הגלקסיה האליפטית הענקית משמאל, ואילו NGC-4647 היא הגלקסיה הספירלית הקטנה בצד ימין. M60 מפורסמת בזכות החור השחור המסיבי בליבה, שהמסה שלו היא פי 4.5 מיליארד ממסת השמש שלנו.

## סקופית 20:

### תשובה 2

ערפילית הנמצאת כאלפיים שנות אור מאיתנו, הביאה ליקום כוכבים רבים ויצרה גם את "מלאך השלג".

## סקופית 21:

### תשובה 1

לפני כ-400 שנה התפוצץ כוכב ויצר סופרנובה במרחק של כ-170,000 שנות אור מכדור הארץ. שאריותיה - מבנה דמוי טבעת - נלכדו בעדשת הטלסקופ.

## סקופית 23:

### המשחק הסתיים! אתם יכולים לשמור לעצמכם את "מגדיר תופעות החלל" שקיבלתם.

היום אנו יודעים כי בעזרת הטלסקופ גילנו דברים מופלאים על היקום שלנו. הטלסקופ הראשון היה לנו לעזר רב. זכרו, בעבר היה זה כלי פשוט, ללא טכנולוגיה יוצאת דופן, מכשיר בעל כמה עדשות, ממש כמו במשקפיים.

בזכותו התרחבו גבולות המחקר שלנו, והתאפשר לנו לחקור את השמש, את הירח וגרמי שמיים אחרים. בעזרתו גילנו תופעות רבות, גילנו שהיקום הולך ומתרחב, וגילנו תופעות מופלאות כמו אלה שראינו בתמונות במשחק. התחלנו להבין את ההשלכות של היקום עלינו, וכך השתנתה תפיסתנו בדבר תנועת כדור הארץ ובדבר השמש והכוכבים, כמו שראינו בסרטון של גלילאו. לאחר מכן סייע לנו הטלסקופ בהתפתחות המדע והטכנולוגיה (ממש כמו שראינו עם הסירנה). עם השנים נוספו לו טכנולוגיות רבות, והיום, בגרסאות המפותחות שלו, הוא משמש כלי עזר למחקר בחלל עצמו. בעזרתו אנו יכולים לצפות בכוכבים רחוקים ובתופעות יוצאות דופן, ואולי להבין את החלל יותר לעומק – ככל הניתן באין-סוף.