

איפה הם כולם

חיים מחוץ לכדור הארץ, חלק א | פרדוקס פרמי

.....
אי התאחדים: כיתות ו'-ח'

משך השיעור: 90 דקות

רקע נדרש: היכרות בסיסית עם מושגי יסוד

באסטרונומיה: יקום, גלקסיה, כוכב לכת, כוכב, שנת אור,
גלקסיית שביל החלב

הערה: מומלץ ללמד בצמידות לשיעור "הינה הם כולם"

.....

ההנחיות במערך זה מנוסחות בלשון זכר אך מיועדות
לתלמידות ולתלמידים, למורות ולמורים כאחד.



אי שם בשנות התשעים חיפשו סוכני ה-FBI מאלדר וסקאלי תופעות על־טבעיות ברחבי ארה"ב. העלילה נחשבה אז למופרכת ותויגה כמדע בדיוני. מה איתכם? האם אתם מאמינים שיש חוצנים?

על פי הערכות יש בין 200 ל-400 מילארדי פלנטות בגלקסיית שביל החלב, וכמה מאות מיליארדי גלקסיות ביקום הנראה. לכן קל להניח שאנחנו לא לבד כאן. אז איפה הם כולם?

את השאלה הזו שאל בארוחת צוהריים אחת הפיזיקאי האיטלקי-אמריקאי אנריקו פֶּרְמִי, והיא נעשתה לאחר מכן לפרדוקס הקרוי על שמו ודן בפער בין מספרי הפלנטות העצומים, שלפיהם סביר שיתקיימו ציוויליזציות ביקום שלנו, לבין הכישלון המוחלט שלנו לפגוש בהן. בפעילות זו נעלה השערות לפער, ובתוך כך נכיר הנחות יסוד ביחס ליקום, וכן נשער מהו מספר הציוויליזציות שוקקות החיים הסמוכות לנו.

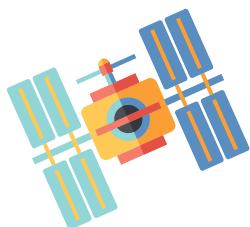
מטרת השיעור: העלאת האפשרות שלפיה ייתכנו חיים תבוניים מחוץ לכדה"א.

מטרות נוספות

הבנת גודל היקום והאפשרויות הרבות לקיום חיים שונים

הצגת פרדוקס פרמי; התלמידים יעלו היפותזות המציעות פתרונות אפשריים לפרדוקס

התלמידים יתרגלו שיח עיוני ודיון בכיתה



רצף מוחץ איסור

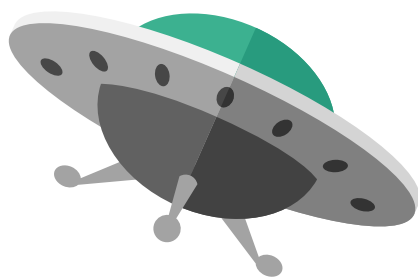
	פרק זמן	פעילות	דגשים
א	15 דקות	פתיחה - הצגת נושא השיעור	מצגת
ב	10 דקות	הצגת פרדוקס פרמי - סרטון	דיון בשאלה איפה מתאפשרים חיים, תוך כדי פעילות קבוצתית
	40 דקות	פרדוקס פרמי - העלאת היפותזות בקבוצות עבודה; הצגת היפותזות בפני הכיתה	עבודה בקבוצות להעלאת היפותזות לפרדוקס ע"י התלמידים
ד	15 דקות	המורה יציג כמה היפותזות	מצגת

עכרים

מצגת השיעור, מחשב בעל חיבור למרשתת

מקרן

דף עיתון 'ישראל מחר' לכל קבוצה





// שקופיות 1-13 : הציגו את נושא השיעור בעזרת המצגת המלווה.

שקופית 2

דמיינו לעצמכם את הבית שלכם. דמיינו שאתם נמצאים בבית שלכם, אבל הבית ריק לגמרי, אין בו כל בן משפחה או חבר.

שקופית 3

למעשה כל השכונה שלכם ריקה.

שקופית 4

כל העיר שלכם ריקה.

שקופית 5

כל האזור שלכם ריק. אין נפש חיה.

שקופית 6

כל המדינה ריקה.

שקופית 7

העולם כולו ריק, ואתם האנשים חיים היחידים בו.

שקופית 8

נשאל את התלמידים: כיצד הייתם מרגישים במצב כזה?
האם הייתם מרגישים בודדים?
האם אתם יכולים לדמיין מצב כזה, להיות לגמרי לבד בעולם?
האם מצב כזה יכול להתרחש בעולם שלנו?

שקופית 9

נסביר שלפעמים התחושה הזו של בדידות שתיארנו אותה בקשר לסיפור, מורגשת בקשר לכדה"א. נספר כי על פי התיאוריה הרווחת כדה"א נוצר לפני 4.5 מיליארד שנה מהצטברות של גז ואבק שנותרו בערפילית לאחר היווצרות השמש. רוב פני כדה"א מכוסים מים, ורק חלק קטן מהם, כ-29%, מכוסה יבשה). כדור הארץ הוא גרם השמיים היחיד שיש עליו צורות חיים המוכרות לאדם.

שקופית 10

נסביר שלמעשה כדור הארץ מכיל עושר רב של מיני צמחים ובעלי חיים.

נשאל את התלמידים: **כמה מינים אתם מעריכים שיש?**

נציין כי עד היום תוארו כ-1.7 מיליון מינים, אולם ההערכות הן כי קיימים בין 3 מיליון ל-100 מיליון מינים שונים על פני כדור הארץ, וזאת כי בכל שנה מתגלים כ-15,000 מינים נוספים.

שקופית 11

אחד המינים הדומיננטיים על פני כדור הארץ הוא בני האדם. כ-7.45 מיליארד בני אדם מאכלסים את כדור הארץ. כדור הארץ הוא שופע ושוקק חיים.

שקופית 12

נשאל את התלמידים: **האם יש עוד כוכב במערכת השמש שלנו שהתגלו עליו סימני חיים?**

התשובה היא לא. לא התגלו סימני חיים בכוכבי הלכת שבמערכת השמש שלנו.

שקופית 13

בתמונה גלקסיית שביל החלב. גלקסיית שביל החלב היא הגלקסיה שבה נמצאת מערכת השמש שלנו והיא אחת ממיליארדי הגלקסיות ביקום. יש בה בין 200 ל-400 מיליארד כוכבים (על פי הערכות).

נשאל את התלמידים: **האם נמצאו סימני חיים בגלקסיה שלנו?**

נסביר כי קוטר של הגלקסיה מוערך בכ-100,000 שנות אור (שנת אור: המרחק שקרן אור עוברת במשך שנה - למעלה מ-9 טריליון ק"מ). ובכל האמצעים הטכנולוגיים הקיימים, הכוללים תצפיות לוויין, האזנות רדיו וגשושיות, לא אותרו סימני חיים של ציוויליזציות מתקדמות בעלות יכולות תקשורת לטווח ארוך. עם זאת מדובר על מאות מיליארדי כוכבים במרחקים של המון שנות אור.

נשאל את התלמידים: **האם ייתכן שאנחנו לבד?**

נדגיש את גודלה של הגלקסיה, את ייחודיות ועושר המינים של כדור הארץ, ונעודד את התלמידים להסביר ולנמק את דעתם - **האם יש סיכוי לחיים מחוץ לכדור הארץ? כיצד ייתכן שאנחנו עדיין לבד?** נסכם כי בשאלות אלו יעסוק השיעור שלנו - כיצד ייתכן שטרם פגשנו חיים תבוניים בהתחשב בגודלו העצום של היקום.



חלק 2

פרדוקס פראי

// שקופיות 5-7

שקופית 14

אנריקו פרמי, פיזיקאי ממוצא איטלקי-אמריקאי, זכה בפרס נובל על עבודתו בנושא הוכחות לקיומם של יסודות רדיואקטיביים חדשים. לאחר קבלת הפרס היגר פרמי עם אשתו וילדיו לארה"ב. שם השתתף פרמי בהקמת הכור הגרעיני הראשון ונמנה עם "צוות מנהטן", הצוות שפיתח את פצצת האטום.

בשנת 1950, בזמן ארוחת צהריים עם עמיתיו, דנו החברים בדיווחים האחרונים בנושא חוצנים, ופרמי העלה את הפרדוקס: איפה הם כולם? (Where is everybody?).

פרמי התבסס בהנחתו על גודלו העצום של היקום, וטען שאם התפתחו חיים רק בעשירית האחוז של הכוכבים מסביב לכוכב הלכת - ייתכן שיש מספר רב של ציוויליזציות סביבנו. אם כך הדבר - איפה הם כולם? אם יש כל כך הרבה ציוויליזציות סביבנו, מדוע לא פגשנו אף לא אחת מהן?

נקרין לתלמידים את הסרטון על פרדוקס פרמי. צפו עד לדקה 02:10.

(לכתוביות בעברית לחצו בשורה התחתונה על הגדרות « כתוביות » עברית).

נבקש מהתלמידים לזכור בזמן הצפייה עובדה אחת חדשה או מעניינת. לאחר הסרטון נשאל:

אילו עובדות חדשות או מעניינות גיליתם בזמן הצפייה?

אילו שאלות עלו אצלכם בזמן הצפייה בסרטון?

הסבירו במילים שלכם את הפרדוקס.

האם יש לכם השערות שמיישבות את הפרדוקס?

פסיאלות בקבוצות

חלקו לכל קבוצה או זוג את דף העיתון 'ישראל מחר'. בקשו מהם לקרוא את הכתבה ולאחר מכן לכתוב כתבה או טיעונים, בתור חוקרים ישראלים שטוענים כי יש חיים תבוניים מחוץ לכדור הארץ. לאחר הכתיבה כל קבוצה / זוג יציגו את הטענות המרכזיים שלהם בפני הכיתה.

הצגת היפותזות מובילות לפרדוקס פרמי:

לאחר שהתלמידים יציגו את טענותיהם, נציג מספר היפותזות מובילות בעולם המחקר ליישוב הפרדוקס.

שקופית 15

חיים חיצוניים הם נדירים: ההסתברות לקיום תנאים שיאפשרו חיים הם נמוכים כל כך, עד שניתן להניח שכדור הארץ הוא נדיר ביותר ואף ייחודי. לשם קיום חיים נדרשת את התקיימותם של תנאים רבים ומגוונים כגון מיקום כוכב הלכת באזור הישיב, גודל מתאים של כוכב הלכת, כוכב לכת ענק (כגון צדק) שיגן על כוכב הלכת מפני התנגשויות תכופות מדי של גופים באמצעות משיכת הגופים האלה אליו, וירח טבעי גדול.



שקופית 16

ציוויליזציות תבוניות הורסות את עצמן: זמן קצר לאחר הגעתה של ציוויליזציה לטכנולוגיה מתקדמת, היא מכחידה את עצמה. אמצעי ההרס הם רבים ומגוונים: מלחמות, הרס הסביבה, דלדול משאבים, אינטליגנציה מלאכותית שתוכננה באופן בלתי זהיר או בלתי אחראי, ועוד. נסו לחשוב על כדה"א בהקשר הזה...

שקופית 17

הציוויליזציות רחוקות מדי זו מזו: גם אם ציוויליזציות יגיעו לדרגת קדמה כזו שתאפשר להן תקשורת ארוכת טווח, המרחקים ביניהן הם גדולים כל כך, עד שבאופן מעשי לא יתקיים ביניהן דיאלוג. אם, לדוגמה, המרחק בין שתי ציוויליזציות הוא אלפי שנות אור, יחלפו אלפי שנים עד ששידור שיצא מאחת יגיע אל האחרת. עד שהציוויליזציה השנייה תקלוט את השידור ותשיב לו, ועד שהשידור ממנה יגיע אל הציוויליזציה הראשונה, ייתכן שהראשונה כבר לא תהיה קיימת עוד, ואולי אף שתיהן.

שקופית 18

נטייתן של ציוויליזציות להתבודדות: ייתכן שציוויליזציות יפתחו חוסר עניין בסביבה החיצונית שלהן בחלל, ויתמקדו בעצמן. למשל, אחת האפשרויות היא שציוויליזציה תיצור סביבות מלאכותיות מסיביות שאליהן בני אותה ציוויליזציה יעבירו את עצמם, למשל באמצעות העלאת התודעה שלהם אליהן בתוך הסביבות האלהם יתקיימו באופן מוחלט, תוך התעלמות מהעולם החיצוני.

שקופית 19

התמקדות בחיפוש חיים כמו שלנו: החיפושים מתמקדים מלכתחילה בחיים דומים לשלנו, בעלי אותם עקרונות, חיים שהם אורגניים. ייתכן מאד שקיים ביקום מגוון של חיים המבוססים על אלמנטים אחרים לגמרי.

שקופית 20

כולם מאזינים, אף אחד אינו משדר: כל הציוויליזציות מנסות לקלוט שדרים של ציוויליזציות אחרות. במצב זה שום ציוויליזציה לא תקלוט דבר שום ציוויליזציה אחרת, משום שאף אחת אינה משדרת, אלא רק מאזינה.

שקופית 21

השערת גן החיות: ציוויליזציות מתעלמות מאיתנו במכוון משום שהן מעוניינות להניח לנו להתפתח באופן טבעי. הציוויליזציות האחרות ממתינות בסבלנות עד שנגיע לרמה שתהיה ראויה לתקשורת ולאינטראקציה איתן.

שקופית 22

השערת הסימולציה: אנחנו נמצאים בתוך סימולציה שיצרו יצורים אינטליגנטיים. הסימולציה אינה כוללת את הימצאותם של יצורים אינטליגנטיים אחרים מלבדנו.



חלק א

סיכום ורפלקציה

נבקש מהתלמידים לציין מושגים שהעלינו בשיעור. נרשום אותם על הלוח.

נשאל: האם יש מושג שמישהו לא הבין?

נזמין תלמידים להסביר מושגים נבחרים.

איפה הם כולם?

נשאל את התלמידים:

מה חשבתם בתחילת השיעור ומה אתם חושבים כעת, בסופו, בנושא חיים תבוניים מחוץ לכדור הארץ?

מה חיזק או החליש אצלכם את התפיסה הזו?

מה התפיסה הזו גורמת לכם להרגיש?

