

מסע לעתידי הקדוב



מערך שיעור | החלל החדש

קהל יעד: ז'-ט'

משך השיעור: 45 דק'

רקע

מה הקשר בין איתן סטיבה, אילון מאסק ומלונות החלל?

"החלל החדש" הוא שם כולל להתפתחות המסחרית וקידום תחום החלל לכלל האוכלוסייה בעלויות נמוכות לעומת העבר. כך נוצרות הזדמנויות חדשות לאנשים, חברות ומיזמים הנכנסים לתחום החלל.

איך זה קרה? חלל מסחרי, כלומר עיסוק מסחרי בתחום החלל, קיים מאז שנות השמונים של המאה העשרים. בתחילת שנות האלפיים נוצר סטנדרט חדש של לוחיינים זעירים והוקמו חברות שיוגר פרטיות. מאז שנות השישים מעניקה נאס"א מענקים לפיתוח יכולות שיוגר מסחריות, אך רק בתחילת שנות האלפיים החל מהפך משמעותי בתחום.

חברות פרטיות עשו את הבלתי ייאמן והחלו לפתח משגרים רב-פעמיים. ב-2015 נרשמה הצלחה בתחום, וכך הונחה אבן דרך חשובה בהוזלת עלויות של טיסות מחוץ לכדור הארץ.

כוכבי המהפכה הם ג'ף בזוס ואילון מאסק. במשגרים שהם פיתחו אפשר להשתמש שוב ושוב, ועל כן עלויותיו של כל פרויקט נמוכות יותר. המשגרים הישנים היו חד-פעמיים, ולכן שיוגרים לחלל היו יקרים הרבה יותר.

בשיעור זה יכירו התלמידים את ההתרחשויות החדשות בחלל, שבאו בעקבות התפתחות החלל החדש, יכירו את פועלם של **אילון מאסק** ושל **איתן סטיבה**, ויתוודעו לתחומים חשובים בפיתוח החלל החדש: תיירות חלל, סטארטאפים בחלל ועוד.

מטרות

התלמידים ייחשפו לתחומים עתידיים בתחום החלל החדש באמצעות פוסטרים מהעתיד

התלמידים יתארו את תחום החלל החדש

התלמידים יזהו דמויות מפתח שקידמו את תחום החלל החדש

התלמידים יכירו פעילויות שנעשות כיום בתחום החלל החדש

התלמידים יתארו את פועלו של איתן סטיבה בקידום תחום החלל החדש

עזרים וחומרים



פוסטרים להדפסה, מדבקות להדפסה
* אם אין ברשותכם דפי מדבקות, ניתן להדפיס
על נייר רגיל ולבקש מהתלמידים להדביק בדבק
או להניח את גזירי הנייר ליד הפוסטר

כאן השיעור



45 דקות

קהל יעד



כיתות ז'-ט'

מהלך השיעור

כאן	מהלך השיעור	עזרים
10 דק'	פתיחה: מה לדעתכם האנושות תעשה בחלל בעתיד? פוסטרים - אין סיכוי, ברור שכן!	פוסטרים, מדבקות לכל תלמיד
5 דק'	איש המהפכה אילון מאסק – חלל לכולם	
15 דק'	מהו החלל החדש? סקירת התחומים השונים בחלל החדש	טבלה על הלוח
10 דק'	איתן סטיבה בחלל החדש	
5 דק'	סיכום: איפה נהיה בעוד עשור?	

פוסטרים

- בעוד 20 שנה נשתזף על הירח - Artemis (מדע בדיוני לחלוטין - הומור)
- בעוד 20 שנה יהיה חמצן זמין על הירח - MOXIE (פרויקט קיים שפועל בימים אלו על מאדים)
- בעוד 20 שנה ימכרו תרופות שפותחו בחלל - ספייס פארמה (כיום חלק מהתרופות כבר מפותחות במסגרת תוכנית החלל)
- בעוד 20 שנה נלבש חליפות חלל נגד קרינה על כוכבי לכת מרוחקים - סטמרד (פרויקט בשלבי ניסוי מתקדמים)
- בעוד 20 שנה נגדל ירקות במאדים - NASA, SpaceX (ניסויים רבים נעשו בגידול צמחים בתחנת החלל; בעת התיישבות על מאדים גידול חקלאי יהיה בלתי נמנע)
- בעוד 20 שנה נזמין חופשה בחלל - SpaceX, Blue Origin ותחנות חלל מסחריות (פרויקט עתידי לתיירות, בשלבי תכנון של חברות פרטיות)
- בעוד 20 שנה הירח יהיה "תחנה מרכזית" - Artemis + Gateway (פרויקט חזרה לירח של נאס"א, בשלב מתקדם מאוד)
- בעוד 20 שנה תיפתח ההרשמה למסע מחוץ למערכת השמש - SpaceX + Blue Origin + Virgin Galactic (מדע בדיוני לחלוטין)
- בעוד 20 שנה נאכל דגים שייבאו מהירח של צדק, אירופה - Clipper (מדע בדיוני; טרם הספיקו לחקור לעומק את ירח אירופה)
- בעוד 20 שנה יהיה לכדור הארץ עוד ירח - DART (הפרויקט הוא עבור שינוי מסלול של אסטרואיד; בעתיד הרחוק יותר אולי ישקלו הבאת ירח נוסף; כרגע לא בתכנון)
- בעוד 20 שנה הפירות והירקות יהיו איכותיים יותר - Venus (נעשה כבר היום)
- בעוד 20 שנה יהיה מנוע יונים, מנוע חשמלי מהיר שיוכל לפעול במשך שנים ללא הפסקה - רפאל/נאס"א (קיים כבר היום)
- פוסטר של 2032 - אלו פורצי הדרך בתחום החלל החדש בשנים 2021-2022.

למורה



חלק מהנושאים המוצגים בפוסטרים הם בגדר מדע בדיוני, ויש להתייחס אליהם בהתאם; עם זאת, מדע בדיוני יכול להפוך למדע אמיתי ברבות הזמן.

פתיחה

הדפיסו את הפוסטרים המצורפים ותלו בכיתה לפני כניסת התלמידים.
בתחילת השיעור חלקו להם את המדבקות: "אין סיכוי בחיים!" "קל, בדוק שיקרה!"



במערך נתייחס ל-5 פוסטרים בלבד, לכן חשוב למקד את התלמידים לאותם נושאים ביחס לאחרים.

עקופית 2

הפעלת שיעון העצר במצגת

הנחיות לפני הפעילות:

נחלק לתלמידים את המדבקות ונכריז: תלמידים ותלמידות יקרים, אתם תיכנסו לכיתה ותראו פוסטרים על הקירות. עליכם להסתובב בין הפוסטרים ולסמן בעזרת המדבקות לפי ראות עיניכם: "אין סיכוי בחיים" או "קל, בדוק שיקרה!" – מה מהתרחישים יכול לקרות ומה אין סיכוי שיקרה. תיהנו!

תנו לתלמידים להסתובב כ-10 דקות בין הפוסטרים ולהדביק את המדבקות לפי מה שהם חושבים.
כעבור 10 דקות נחזיר את הכיתה לשיבה.

עקופית 3

נשאל את התלמידים: מה לדעתכם המשמעות של הפוסטרים שתלויים בכיתה?

תשובה: החלל החדש!

נשאל את התלמידים: מי יכולה לנחש מה יכול להאיץ את פיתוחם של התחומים המופיעים בפוסטרים ולגרום לתרחישים האלה להתממש?
התרחישים השונים שמוצגים בכיתה נובעים משני תחומים עיקריים, שהתפתחו בשנים האחרונות בתחום החלל. חלק מהכרזות אולי נראות לנו היום כמו מדע בדיוני, אבל העתיד עוד לא נכתב, ואולי בקרוב תהיה שוב קפיצת מדרגה שתקדם את תחום החלל החדש.

עקופית 4

1. מזעור לזווית

2. הוזלת עלויות השיגור

שני העניינים האלו מתוונים התנהגות חדשה בתחום החלל. הם מאפשרים לאנשים ולחברות פרטיות להצטרף לתחום ולשנות אותו.
עד לפני כמה שנים רק מדינות היו יכולות לעשות דברים בתחום החלל, רק גופים ממשלתיים בעלי תקציבי ענק, ולא גופים פרטיים. זאת מכיוון שהפעילות בתחום עלתה הון תועפות, מעבר להישג ידם של אנשים פרטיים או חברות.
שני השינויים שאנחנו רואים בשקף מאפשרים לחברות ולגופים פרטיים להתחיל לקחת חלק בתחום ולהפוך אותו לנגיש יותר.
אם נסתכל אחורה בזמן, אפשר לראות שינוי דומה גם במעבר בין מדינות, בנסיעות בגבולות כדור הארץ: בעבר הרחוק השמיים לא היו נגישים לכולם, ועם הזמן פחתו עלויות הטיסה, וכיום יותר ויותר אנשים יכולים להזמין טיסה ולנסוע לחו"ל – לטייל, לראות עולם.

עקופית 5

תהליך השינוי הזה נקרא "החלל החדש". זהו שם כולל למגמה מופלאה שמתפתחת בשנים האחרונות, המאופיינת בפעילות של יזמים פרטיים פורצי דרך.

נשאל את התלמידים: האם ידוע לכן.ם מי בתמונה? - זהו אילון מאסק.

נשאל את התלמידים: האם ידוע לכן.ם מה התרומה שלו לתחום החלל?

אילון מאסק, יזם ומהנדס, הבין שכדי שהחלל יהיה נחלת הכלל יש להוזיל את עלויות השיגור היקרות. הוא החליט לפתח משגרים שיעשו זאת. (מאסק אינו החלוץ היחיד בחלל החדש, אבל בתחום הוזלת עלויות השיגור הוא שחקן מרכזי.)

עקופית 6

איך הוא עשה את זה? הוא הקים את חברת SpaceX

ספייס אקס (SpaceX) היא חברה לשירותי תעבורת חלל שמרכזת בקליפורניה שבארצות הברית. החברה נוסדה ב-2002 על ידי אילון מאסק, שעשה את הונו הראשוני ממכירת חברת האינטרנט פייפאל ובניהול חברת טסלה. מטרת SpaceX היא להוזיל את עלויות התעבורה לחלל, לפתח חלליות המיועדות לטיסות מאוישות, ובעתיד הרחוק גם לתרום למשימת יישובו של מאדים.

בספטמבר 2021 (16.9.21) שיגרה SpaceX לחלל טיסה ראשונה המאוישת באסטרונאוטים חובבים, שאינם מטעם גורם ממשלתי רשמי, להקפת כדור הארץ במשך שלושה ימים. השיגור המוצלח מסמל את הצעד החשוב ביותר שנעשה עד כה בעולם בתחום תיירות החלל. זוהי בעצם טיסת נוסעים היוצאת מכדור הארץ.

עקופית 7

אז בואו נחזור לעתיד (פוסטרים)

הדבקתן.ם על הפוסטרים מדבקות, אם הדברים יקרו או לא יקרו בעתיד, וכך למעשה דמיינתן.ם איך ייראה תחום החלל ומי יוביל את המהפכה בו. שרטטו טבלה בצידי הלוח, ליד מה שמוקדן, ורשמו את מספר התלמידים שבחרו כל אפשרות. נבקש מאחת או אחד התלמידים לגשת לפוסטרים ולספור "כמה-כמה", כמה תלמידים בחרו בכל מדבקה.

פוסטר	אין סיכוי בחיים!	ברוק
1. חופשה בחלל	___ תלמידים.ות	___ תלמידים.ות
2. ירח נוסף לכדור הארץ	___ תלמידים.ות	___ תלמידים.ות
3. ירח כתחנה מרכזית	___ תלמידים.ות	___ תלמידים.ות
4. מנוע יונים	___ תלמידים.ות	___ תלמידים.ות
5. פורצי הדרך – החלל החדש	___ תלמידים.ות	___ תלמידים.ות

לאחר מילוי הטבלה, ציינו בפני התלמידים כי חלק מהפוסטרים מייצגים פרויקטים קיימים, פרויקטים עתידים ומדע בדיוני.

סקופית 8

פוסטר

בעוד 20 שנה נזמין חופשה בחלל - התייחסו לסקר התלמידים בטבלה מול הפוסטר

נציג לתלמידים את הפוסטר ונשאל: כמה מכם חושבים.ות שזה יקרה?

נבקש מתלמיד.ה לספור כמה-כמה מכל מדבקה.

סקופית 9

החברות

Virgin Galactic - ריצ'רד ברנסון

Blue Origin - ג'ף בזוס

SpaceX - אילון מאסק

אלו הן חברות פרטיות שהחלו את ההליך לשיגור אזרחים אל מחוץ לכדור הארץ במשימות שונות. טיסות אלו סללו את הדרך לטיסות אחרות, לשם בילוי, ואפילו ללינה במלון בחלל. נכון להיום תיירות חלל נגישה רק לעשירי העולם (או בהגרלה כמו במשימת Inspiration 4), אבל עם החידושים הטכנולוגיים והביקוש המחירים עתידים לרדת במידה ניכרת.

סקופית 10

פוסטר

בעוד 20 שנים יהיה לכדור הארץ עוד ירח - התייחסו לסקר התלמידים מול הפוסטר

נציג לתלמידים את הפוסטר ונשאל: כמה מכם חושבים.ות שזה יקרה?

נבקש מתלמיד.ה לספור כמה-כמה מכל מדבקה.

סקופית 11

נשאל את התלמידים: מהו ירח?

ירח הוא לוויין טבעי, אשר מקיף גוף טבעי גדול ממנו במסלול קבוע (כפי שהלבנה מקיפה את כדור הארץ).

קליק להנפשה (הופעת אסטרואיד)

נשאל את התלמידים: מהו אסטרואיד?

זהו גוף שמימי קטן מאוד הנע במסלול סביב השמש. במערכת השמש יש מיליוני אסטרואידים.

קליק להנפשה

לפני 66 מיליון שנים פגע בכדור הארץ אסטרואיד ענקי (קוטרו המוערך: כ-10 קילומטרים) והכחיד 50% מהמינים על פני כדור הארץ (בכללם הדינוזאורים).

בשנים האחרונות עלתה המודעות לנושא; אירוע כזה עלול לקרות שוב בעתיד הרחוק. לכן סוכנות החלל האמריקאית נאס"א פתחה בפרויקט חדש: Double Asteroid Redirection Test - "שינוי מסלול של אסטרואיד כפול", או בקיצור DART. מטרת הפרויקט היא לנסות לשנות את מסלולו של אסטרואיד, כדי למנוע ממנו לפגוע בכדור הארץ.

מה צופן העתיד? כל אסטרואיד שיהיה בדרך לכדור הארץ יוסט ממסלולו כדי למנוע התנגשות. אבל אם כבר משנים את מסלולו של האסטרואיד, למה לא להזיז אותו כך שמסלולו החדש יביא לנו תועלת? אסטרואידים "מעניינים", שיש בהם משאבי טבע הנחוצים לבני האדם, יקבלו דחיפה קלה שתכניס אותם למסלול סביב כדור הארץ, ובעצם יהפכו ללוויין נוסף, כמו הירח שלנו.

קליק להנפשה

סקופית 12

פוסטר

בעוד 20 שנה הירח יהיה "תחנה מרכזית" נציג לתלמידים את הפוסטר ונשאל: כמה מכ.ם חושבים.ות שזה יקרה? נבקש מתלמיד.ה לספור כמה-כמה מכל מדבקה.

סקופית 13

הירח הוא השכן הקרוב אלינו, במרחק של 384,000 ק"מ בממוצע. לפרויקט Artemis, שתכליתו להפוך את הירח למעין תחנת מעבר, שותפות נאס"א, סוכנות החלל הקנדית, סוכנות החלל היפנית, סוכנות החלל האירופאית, חברות וקבלני משנה אזרחיים. סוכנויות החלל הממשלתיות בחרו לשכור את שירותיהן של חברות פרטיות כדי להוזיל את העלויות של המשימה החשובה הזו. החללית סטארשיפ של חברת SpaceX תשמש למשימות מאוישות, חברות פרטיות שונות יבנו תשתית תקשורת וניווט על הירח (ממש כמו GPS), והמשגר יהיה של נאס"א – SLS, Space Launch System.

לפרויקט שני שלבים עיקריים:

1. הקמת תחנת חלל נוספת, Gateway (הראשונה היא ISS, תחנת החלל הבינלאומית שחגה סביב כדור הארץ), שתהיה תחנת ביניים בדרך לשאר גרמי השמיים ולתחנות מסחריות נוספות סביב כדור הארץ.
 2. הקמת מושבה בירח, לטובת חקר וחיים על פני הלבנה.
- מטרת הפרויקט היא אפוא התיישבות בירח לשם מחקר, מחייה וביצוע משימות חלל, והקמת תחנת מעבר לטיסות ארוכות אל עבר כוכבי לכת אחרים.

סקופית 14

פוסטר

בעוד 20 שנה יהיה מנוע חשמלי מהיר בחלל (מנוע יונים) נציג לתלמידים את הפוסטר ונשאל: כמה מכ.ם חושבים.ות שזה יקרה? נבקש מתלמיד.ה לספור כמה-כמה מכל מדבקה.

סקופית 15

בסדרות מדע בדיוני בחלל מתוארת מערכת הנעה הנקראת "מנוע יונים", Ion Drive, מערכת חסכונית בדלק ומהירה מאוד. בסדרה "מסע בין כוכבים" משנת 1968, בפרק הנקרא "המוח של ספוק", חברי צוות האנטרפרייז פוגשים חייזרים שיש להם הנעה מבוססת יונים. הטכנולוגיה הזאת מופיעה לראשונה בגדר דמיון בלבד.

מנוע יונים קיים בפועל כבר עשרות שנים!

בטכנולוגיה זו לוקחים גז ומייננים אותו (נותנים לו מטען חשמלי) באמצעות שימוש באנרגיה סולארית. הגז עובר דרך שדה חשמלי אל חלקה האחורי של החללית ובכך נוצר דחף.

באמצעות טכנולוגיה זו אפשר לנוע בחסכנות רבה, במעט מאוד דלק! אין בה תגובה כימית של שריפת דלק מחמצן, אלא שימוש בחומר אחד בלבד, שעובר תהליך יינון. החיסרון – הדחף של מנוע יונים כיום קטן מאוד לעומת הדחף של מנועים רקטיים מקובלים.

קליק להנפשה

בימינו חלק מהליווינים מצוידים במערכת הנעה מסוג זה. אולי בעתיד ישכללו את הטכנולוגיה והשימוש במנועים אלו יהיה יעיל הרבה יותר. אבל כרגע זה עוד בגדר מדע בדיוני.

סקופית 16

פוסטר

אלה חלוצי החלל החדש של שנת 2021–2022
נציג את הפוסטר ונשאל: מה המשותף לאנשים המוצגים בתמונה?
נבקש מהתלמידים לזהות את האנשים או את המשימות.

סקופית 17

בשנים אלו ממש, 2021–2022, מונחת אבן היסוד של החלל החדש: אנשים ללא הכשרה של אסטרונאוטים מקבלים ההזדמנות להיות חלק מכוח חלוץ למשימות מחוץ לכדור הארץ.

Inspiration 4 (השראה 4) היא טיסה תיירותית לחלל שנוסעים בה 4 אנשים מן השורה, לא אסטרונאוטים, שנבחרו בהגרלה. כל חבר בצוות מסמל ערך אחד מארבעה ערכים עיקריים של האנושות: מנהיגות, תקווה, נדיבות ושגשוג. הפרויקט ייחודי בגלל הרכב הנוסעים, וגם כי לראשונה בני אדם עולים בו למסלול סביב כדור הארץ גובה של 575 ק"מ (170 ק"מ מעל למסלול של תחנת החלל).

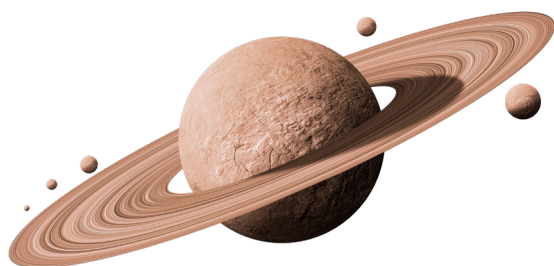
במסגרת הפרויקט נעשה איסוף תרומות למען המחלקה האונקולוגית בבית החולים לילדים סנט ג'וד שבטנסי, ארצות הברית. שירות הזרמת המדיה נטפליקס יצר סדרה תיעודית על טיסת Inspiration 4, בשם "הספירה לאחר".

Axiom Mission 1 (אקסיום 1) היא טיסת חלל תיירותית לתחנת החלל הבינלאומית ISS. זו המשימה הראשונה מסוגה שתעגון בתחנת החלל. אנשי הצוות משתתפים בעלות הטיסה יחד עם קרן רמון, ובמסגרת שהותם בתחנת החלל הם יערכו ניסויים שונים בשיתוף פעולה עם בתי ספר, אוניברסיטאות ותעשיות אזרחיות.

אחד מחברי הצוות הוא איתן סטיבה, איש עסקים ונדבן, והאסטרונאוט הישראלי השני (אחרי אילן רמון).

"עד 120" היא משימה אזרחית נוספת, של חברת Blue Origin. המשימה עלתה לכוותרת גם מכיוון שמשותף בה השחקן ויליאם שאטנר, שגילם את קפטן קירק בסדרה "מסע בין כוכבים". שאטנר הגשים חלום והפך משחקן שמשחק תפקיד בספינת חלל בדויה לנוסע חלל בעצמו, בחלל האמיתי.

שאטנר, בן 90, הוא האדם המבוגר ביותר שטס לחלל. הוא לעולם לא הפסיק לחלום על כך (במצגת סרטון שלו מהטיסה, ואפשר לראות בו את המבט שלו, ואיך הוא מסתכל מחלון החללית אל כדור הארץ בהשתאות).



קופית 18

איתן סטיבה, שראינו בשקף הקודם, הוא האסטרונאוט הישראלי השני – והוא חלוץ בתחומו! נשאל את התלמידים: כיצד לדעתכן, סטיבה מקדם את תחום החלל החדש? בקרוב ייכנס איתן סטיבה לתוך חללית מסחרית בבעלות חברת SpaceX ויטוס לתחנת החלל הבינלאומית. סטיבה הוא חלוץ ישראלי: אסטרונאוט אזרחי שטס בחללית פרטית לחלל, ומשם לתחנת החלל הבינלאומית (זו הפעם הראשונה שישראלי נכנס לתחנה) כדי לבצע ניסויים במסגרת פרויקט רקיע. הניסויים האלה יסייעו לקידום החקר ותחום החלל החדש.

נשאל את התלמידים: אילו אפשרויות המסע של איתן פותח בתחום החלל?

נאסוף את תשובות התלמידים ונחדד: תמיד יש פעם ראשונה; פעם ראשונה במשהו נותנת השראה ומאפשרת השתתפות של אנשים אחרים, פותחת פתח שלא היה שם קודם, ומעלה אחרים יוכלו לעבור דרכו. בהשתתפותו החלוצית במשימת החלל, איתן סטיבה, האסטרונאוט שלנו, מאפשר גם לאחרים, אחריו, להיות חלק מהחלל ולטוס למקומות רחוקים. ממש כמו שפעם היה בלתי אפשרי לאנשים מהשורה לעלות על מטוס ולטוס, וכיום רבים יכולים, כך בעתיד הלא רחוק יוכלו אנשים לטוס לחלל בעלויות נמוכות יחסית.

זכרו: השמיים הם לא הגבול, ואנחנו בתוך מהפכת החלל החדש!

קופית 19

החלל החדש כבר כאן! דברים שנחשבו למדע בדיוני הופכים למציאות לנגד עינינו: טכנולוגיה חדשה שתאפשר מגורים על כוכבי לכת אחרים, מזון שגדל בחלל, טיסות חלל מסחריות, מדע מתקדם, תרופות חדשות ועתיד טוב יותר.

נשאל את התלמידים: אז איפה אתן.ם תהיו בעוד 10 שנים?

ניתן לעבור למערך פעילות חט"ב/יסודי בהתאמה.

