

אקלים וקיימות

מערך שיעור שהוגש בשם צוות [הרשת הירוקה](#)

מידע כללי

מטרות השיעור:

- להמחיש לתלמידים את היותו של כדור הארץ מערכת סגורה, באמצעות הדוגמה הברורה הרבה יותר של תחנת החלל הבינלאומית.

רשימת עזרים לטובת השיעור:

- מצגת מלווה
- כרטיסי שאלות + כרטיסי תשובות (יש להדפיס מבעוד מועד)
- קישור לחידון באתר wordwall
- אמצעי צפיה כיתתית בשידור מהחלל (מחשב, מקרן, רמקולים – מומלץ לוודא תקינות הציוד מראש)

רקע, ידע קודם

אין צורך

תקציר

בפעילות זו התלמידים מעמיקים במושג מערכת סגורה כפי שנחשפו אליו בסרטון מפי איתן ונטע. ההעמקה תתבצע דרך למידה על הצרכים השונים של האסטרונואוטים בחלל, כיצד הם מקבלים מענה בעודם בחלל, כיצד אותם צרכים מקבלים מענה בכדור הארץ, ומה הלקח שיש להפיק מההשוואה בין שתי המערכות.

תוכן השיעור

משך הזמן	כותרת	
10	צפיה בשידור מתחנת החלל הבינלאומית	חלק 1
5	ההבדל בין מערכת סגורה לפתוחה ודוגמאות למערכות סגורות	חלק 2
5	בעקבות הסרטון – דנים במים בתחנת החלל	חלק 3
10	עבודה בקבוצות על צרכים שונים: חשמל, חמצן, מזון, פסולת, גזים מזיקים	חלק 4
5	חידון לסיכום העבודה בקבוצות	חלק 5
5	סיכום	חלק 6

חלק 1: צפיה בשידור מתחנת החלל הבינלאומית

עזרים: אמצעי צפיה כיתתית בשידור מהחלל: מחשב, מקרן, רמקולים

- מומלץ לוודא תקינות הציוד מראש!

חלק 2: ההבדל בין מערכת סגורה לפתוחה ודוגמאות למערכות סגורות

שאלת חימום: רגע לפני שנתחיל, בואו נעשה רשימה - מה הם הדברים הבסיסיים שאנחנו צריכים כדי להתקיים?

תשובות: אוויר (חמצן), מים, בגדים, חשמל + להמנע מדברים שאינם טובים לנו.

ודאי שמעתם בסרטון של נטע ואיתן את המושג **מערכת סגורה**. מה פירוש המושג?
מדובר במשהו שמנותק מסביבתו, אין חומר שנכנס אליו ואין חומר שיוצא ממנו.
(למורה: אנרגיה יכולה להכנס ולצאת, אך לא חומר)

לדוגמה - מנורת לבה היא מערכת סגורה: יש בתוכה תנועה, אך איננו מוסיפים חומר ולא יוצא ממנה חומר. החומר בתוכה קבוע במשך כל זמן פעולתה (עד שהיא נשברת, למשל).

מערכת פתוחה - ההיפך. משהו שיש בינו לבין סביבתו חילוף חומרים. למשל - רובה מים. זהו כלי סגור עם פתח, אשר המים יוצאים ממנו לבחירתנו, וכאשר הם אוזלים עלינו למלא בו שוב מים כדי שימשיך לפעול.

איתן ונטע הזכירו שתחנת החלל הבינלאומית היא מערכת סגורה. הזכר שהם ממחזרים לעצמם את רוב הנזלים והופכים אותם למי שתיה, מייצרים לעצמם חשמל, ומנקים את האוויר שהם נושמים כדי לנשום אותו שוב. הם מצליחים לספק לעצמם כמעט את כל מה שהם זקוקים לו, בלי לקבל עזרה מבחוץ.

שאלה: מדוע תחנת החלל הבינלאומית נחשבת מערכת סגורה?

תשובה: בשל הגובה שהיא נמצאת בו (כ-400 ק"מ), מי ששוהה בה מבודד מאוד משאר האנושות. עליהם להסתדר בעצמם כמעט כל הזמן. אין אפשרות להזמין משלוחים או לקבל חבילות. הם אמנם מקבלים מדי פעם אספקה אבל זה יקר וקורה בתדירות נמוכה יחסית.

שאלה: יש לכם עוד דוגמאות לאנשים שמבודדים משאר האנושות, לפרק זמן קצר או ארוך, בהווה או בעבר?
תשובות אפשריות (כמובן שיש עוד) –

- צוות של צוללת, עמוק מתחת למים
- צוות של חוקרים וחוקרות ששוהה באנטארקטיקה, רחוק מאוד מישובים אחרים
- מגלי ארצות ששטו מסביב לעולם בעבר הרחוק
- האסטרונאוטים שהגיעו לירח בפרוייקט אפולו, והאסטרונאוטיות והאסטרונאוטים שיגיעו לירח בפרוייקט ארטמיס (כשהאנושות תחזור לירח בשנים הקרובות)

כל אחד מהצוותים הללו היו מבודדים לגמרי לפרק זמן מסוים. אנשי הצוללת, החוקרים באנטארקטיקה או הצוותים מגלי הארצות נמצאים רוב הזמן במערכת סגורה, ולפעמים הם יכולים להשיג אספקה (כשמגיע משלוח לאנטארקטיקה, כשהצוללת עולה לפני המים ועוגנת, וכאשר מגלי הארצות עוגנים). היחידים מהנ"ל שנמצאים **כל הזמן** במערכת סגורה הם אלה שבדרך לירח, צריכים להסתדר לבד עם מה שיש להם, בלי אפשרות לקבל או להשיג אספקה לאורך כל המשימה. האחריות על ניצול המשאבים (כמה לאכול ולשתות וכמה לשמור להמשך הדרך, למשל) היא עליהם. אין להם מאיפה להשיג עוד.

למורה – אם התלמידים הביאו דוגמאות מעניינות לאנשים מבודדים, ניתן לבחון איתם בקצרה האם הדוגמאות האלה הן מערכת סגורה או פתוחה.

חלק 3: בעקבות הסרטון – דנים במים בתחנת החלל

בואו נחזור לתחנת החלל. קודם כל, בואו נבדוק כמה אסטרונואוטים ואסטרונואוטיות יש בה כרגע. כולם מוזמנים להוציא טלפונים ולסרוק את הברקוד שעל המסך, או להכנס לכתובת האתר. זה אתר שתמיד תוכלו להכנס אליו ולדעת מי נמצא בחלל, ולמשך כמה זמן. הסינים שברשימה נמצאים בתחנת החלל הסינית, והשאר (X) בתחנת החלל הבינלאומית.

הערה למורה, אם התלמידים ישאלו: בגדול, כל מה שיילמד על תחנת החלל הבינלאומית נכון גם לזו הסינית.

אז ראינו שבתחנת החלל הבינלאומית יש כרגע X בני אדם, ראינו שחלקם שם כבר הרבה מאוד ימים. כאמור, התחנה מסתובבת מאוד גבוה (400 ק"מ) מעלינו ומבצעת 16 סיבובים ביממה (הקפה של כדה"א בכל שעה וחצי). בכלל לא קל להעביר להם אספקה. אז כיצד הם מסתדרים? איך הם משיגים את כל הצרכים הבסיסיים שלהם?

נקח לדוגמה את המים, שאיתן ונטע דיברו עליהם בסרטון -

למה זה חשוב - המים נדרשים בעיקר לשתייה, אבל גם לשימושים נוספים כמו היגיינה למשל, או כדי להכין אוכל.

מה עושים בתחנת החלל הבינלאומית - כפי שאיתן סיפר, מתקיים מיחזור של מה שנשאר ממי השתייה, מהקפה, כשהאסטרונואוטים שוטפים את עצמם, מהלחות באוויר ואפילו מהשתן... המערכת שעושה את זה מפיקה מים טהורים.

למורה: על השאלות הבאות יש להשיב במליאה עם כל התלמידים, כדוגמה לשאלות שיהיו להם בחלוקה לקבוצות שתתקיים בחלק 4

השיבו על השאלות הבאות:

1. איך אנחנו בכדור הארץ בדרך כלל משיגים מים?
(תשובה - שואבים מים מתוקים מנחלים, אגמים או מאגרים תת קרקעיים, או מתפילים מי ים)
2. מדוע בתחנת החלל ממחזרים מים ולא משיגים אותם בדומה למה שקורה בכדור הארץ?
(תשובה - אין אפשרות להעלות לחלל כמויות גדולות כאלה של מים (זה כבד ויקר), ואין להם מקור מים אחר. חייבים לשמור על מה שיש להם.)
3. מה אנחנו יכולים ללמוד ממה שעושים בתחנה, לגבי החיים שלנו כאן בכדור הארץ?
(תשובה - להשתמש בכמה שפחות מים. זה לא אומר לא להתקלח, אבל לא לבזבז. ולעשות בהם שימוש נוסף אם ניתן. התפלת מים היא אמנם פתרון אך הוא יקר ואינו זמין לכל מדינות העולם. כמו שלאסטרונואוטים אין מקורות אחרים של מים (כמעט, הם מקבלים רק מעט מים מכדה"א), גם לנו אין מקורות נוספים. רק מה שיש לנו כאן על פני כדה"א. ועל זה צריך לשמור)

חלק 4: עבודה בקבוצות על צרכים שונים של האסטרונאוטים

עזרים: כרטיסי שאלות + כרטיסי תשובות

כעת הכיתה מתחלקת ל-5 קבוצות, כל קבוצה מקבלת כרטיס העוסק בדבר מה נוסף שהאסטרונאוטים זקוקים לו, כדוגמת המים שחשבנו עליה ביחד במליאה. כל קבוצה קוראת ומשיבה על השאלות שבכרטיס.

- אם יש בכיתה יותר מחמש קבוצות, אפשר לתת נושא מסוים לשתיה קבוצות. לאחר מספר דקות של מענה על השאלות, כל קבוצה מקבלת כרטיס תשובות כדי לבדוק אם ענו נכונה.

חלק 5: חידון לסיכום העבודה בקבוצות

עזרים: [קישור לחידון באתר wordwall](#)

יש לפתוח את החידון במסך גדול (באמצעות לחיצה על הסימן  מימין למטה)

בחידון יש 6 שאלות – אחת בכל נושא מהנושאים שהקבוצות עסקו בהם (כלומר באחריות כל קבוצה לתרום תשובה להצלחה הכיתתית) ועוד שאלה אחת מסכמת שמיועדת לכל הכיתה.

חלק 6: סיכום

לסיכום, תחנת החלל היא מערכת כמעט סגורה לגמרי. האסטרונאוטיות והאסטרונאוטים מקבלים משלוחי מזון וציוד מדי פעם, וקצת מים, ומשליכים החוצה חלק מהדברים שהם לא צריכים. בדברים אחרים הם מסתדרים בעצמם, דואגים לעצמם לרוב המים, לכל החשמל ולאיכות האוויר. לעומתם, כדור הארץ הוא מערכת סגורה **לחלוטין**, אין לנו מקורות אחרים למים, מזון או חמצן. אנחנו חייבים להשתמש במה שיש בכדור הארץ. זו גם הסיבה שאנחנו חייבים לשמור על המים שאנו שותים, המזון שאנו אוכלים, והחמצן שאנו נושמים. גם אין לנו איך להיפטר מהפסולת שלנו, לכן אנחנו חייבים לצמצם אותה ולטפל במה שנשאר. ולסיום, אנחנו צריכים להפחית את פליטות גזי החממה, כי אין לנו פתרונות טכנולוגיים כמו שיש בתחנת החלל, כדי לטפל בכל האטמוספירה, ואין מישהו אחר שיסייע לנו.

כל אסטרונאוט/ית מגיע/ה לתחנת החלל לזמן מוגבל, מספר ימים עד מספר חודשים. כל אחד צריך לשמור על התחנה, על הציוד ועל המשאבים שלה, כדי שגם האסטרונאוטים שיגיעו אחריו יוכלו לשהות בה ללא בעיות. אם לא ידאגו למשאבים (למשל, לא לסיים את כל מלאי האוכל) ולמערכות ששומרות על החיים שלהם (למשל, לתקן תקלות דחופות במערכות האלה) - הקבוצות הבאות שיגיעו אל התחנה לא יוכלו להתקיים בה.

במקרה חירום בתחנת החלל האסטרונאוטים מתפנים לכדור הארץ.
במקרה חירום בכדור הארץ... לאן כולנו נתפנה?

גם אנו בכדור הארץ צריכים לעשות שימוש נכון במשאבים של כדור הארץ, לשמור על הטבע ששומר על החיים שלנו, ולא לזהם - אחרת הדורות הבאים שיגדלו כאן לא יוכלו להתקיים ולשגשג. גישה זו נקראת **קיימות** (מלשון לקיים את עצמנו).

לסיום – החלטה כיתתית על [האתגר שבחורים בו למשך שבועיים](#).

העשרה למורה:

[תרשים זרימה של המערכות הרלוונטיות בתחנת החלל הבינלאומית](#)

[אסטרונאוט מספר על מיחזור המים בתחנה](#) (וידאו)

[המושג ספינת החלל כדור הארץ](#)



החיים בתחנת החלל, החיים בכדור הארץ: מזון



למה זה חשוב - כל היצורים החיים צריכים מזון, בעלי החיים, הצמחים ואנחנו בני האדם. וגם האסטרונאוטים כמובן.

מה עושים בתחנת החלל הבינלאומית - תמיד יש בה מספר אנשים שצריכים לאכול שלוש ארוחות ביום, כל יום. הם מקבלים משלוח אספקה כולל מזון מכדור הארץ מדי כמה חודשים, ורוב המזון יבש (כך שהוא יכול להחזיק מעמד בתחנה בלי להתקלקל).

השיבו על השאלות הבאות:

- איך אנחנו בכדור הארץ בדרך כלל משיגים מזון?
- מדוע בתחנת החלל מקבלים מזון מכדור הארץ ולא מגדלים בעצמם?
- מה אפשר ללמוד ממה שעושים בתחנה, לחיים שלנו כאן בכדור הארץ?



החיים בתחנת החלל, החיים בכדור הארץ: לטפל בפסולת



למה זה חשוב - כולם מייצרים פסולת שצריך לטפל בה.

מה עושים בתחנת החלל הבינלאומית - משליכים את מיכלי הפסולת לכיוון כדור הארץ, והם נשרפים כשהם נכנסים לאטמוספירה.

השיבו על השאלות הבאות:

- איך אנחנו בכדור הארץ בדרך כלל מטפלים בפסולת?
- מדוע בתחנת החלל מטפלים בפסולת כמו שתיארנו ולא בדומה למה שעושים בכדור הארץ?
- מה אפשר ללמוד ממה שעושים בתחנה, לחיים שלנו כאן בכדור הארץ?



החיים בתחנת החלל, החיים בכדור הארץ: חשמל



למה זה חשוב - החשמל נדרש כדי להפעיל את מערכות קיום החיים של תחנת החלל (אספקה של מים, אוויר וכו'), להפעיל את המכשירים המדעיים, ולקיים תקשורת עם כדור הארץ.

מה עושים בתחנת החלל הבינלאומית - מייצרים חשמל באמצעות לוחות סולאריים ענקיים, אשר מפיקים חשמל לצרכי התחנה מהשמש.

השיבו על השאלות הבאות:

- איך אנחנו בכדור הארץ בדרך כלל משיגים חשמל?
- מדוע בתחנת החלל מייצרים חשמל מהשמש ולא בדומה למה שקורה בכדור הארץ?
- מה אפשר ללמוד ממה שעושים בתחנה, לחיים שלנו כאן בכדור הארץ?



החיים בתחנת החלל, החיים בכדור הארץ: חמצן



למה זה חשוב - כל היצורים החיים צריכים חמצן. בעלי החיים, הצמחים ואנחנו בני האדם. וגם האסטרונאוטים כמובן. האסטרונאוטים נושמים כל הזמן את אותו אוויר, ולכן החמצן הולך ואוזל.

מה עושים בתחנת החלל הבינלאומית - יש מערכת שמייצרת חמצן מהמים המשומשים בתחנה, ומזרימה את החמצן בחזרה לאוויר שבתוך התחנה.

השיבו על השאלות הבאות:

- איך אנחנו בכדור הארץ בדרך כלל משיגים חמצן?
- מדוע בתחנת החלל מייצרים חמצן ממים ולא בדומה למה שקורה בכדור הארץ?
- מה אפשר ללמוד ממה שעושים בתחנה, לחיים שלנו כאן בכדור הארץ?





החיים בתחנת החלל, החיים בכדור הארץ: לטפל בגזים מזיקים



- באטמוספירה של כדור הארץ יש לנו עודף של פחמן דו חמצני ועודף של מתאן, שני גזים שאינם מאיימים על הבריאות שלנו אך גורמים לאפקט החממה. המביא לשינוי האקלים. הפחמן הדו חמצני נפלט כתוצאה משריפה של פחם, נפט וגז, והמתאן נפלט למשל מתעשיית הבשר (מהעיכול של הפרות הרבות שאנו מגדלים). כיצד אנחנו מטפלים בעודף של פחמן דו חמצני ומתאן בכדור הארץ?
- אין לנו דרך להיפטר מעודפים של הגזים האלה כמו שיש לאסטרונוטים. במקרה של פחמן דו חמצני אנחנו תלויים בצמחים, בעצים וגם ביצורים החיים בים, אשר קולטים חלק ממנו. גם ממתאן אין לנו דרך להיפטר. שני הגזים מצטברים באטמוספירה.
- מדוע בתחנת החלל מטפלים בגזים המזיקים כמו שתיארנו ולא בדומה למה שקורה בכדור הארץ?
- כי אין להם פתרונות טבעיים לקליטת פחמן דו חמצני כמו שיש לנו.
- מה אפשר ללמוד ממה שהם עושים, לחיים שלנו כאן בכדור הארץ?
- אין לנו טכנולוגיה שמאפשרת פירוק של עודפי פחמן דו חמצני באטמוספירה או מכשירים שפולטים את המתאן העודף לחלל. הגזים האלה נשארים באטמוספירה שלנו ואנחנו צריכים להתמודד עם ההשפעה שלהם על האקלים שלנו. עלינו לצמצם את הפעילויות הפולטות את הגזים הללו (למשל להפחית נסיעה ברכב פרטי, לחסוך בחשמל, לצרוך פחות בשר).



החיים בתחנת החלל, החיים בכדור הארץ: לטפל בגזים מזיקים



למה זה חשוב - בתהליך הנשימה נפלט פחמן דו חמצני, שבכמויות גדולות יכול להזיק לבריאות האסטרונוטים. הם נושמים כל הזמן את אותו אוויר, ולכן כמות הפחמן הדו חמצני מצטברת וגדלה.

מה עושים בתחנת החלל הבינלאומית - יש מערכת שמפרקת את הפחמן הדו חמצני שנמצא באוויר ומשתמשת בו להפקת מים חדשים. כחלק מהתהליך נפלט גז מתאן, גז דליק אותו הם פולטים לחלל. כך הם נמנעים ממצב של עודף גזים כאלה.

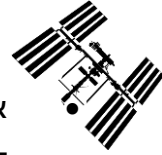
השיבו על השאלות הבאות:

- באטמוספירה של כדור הארץ יש לנו עודף של פחמן דו חמצני ועודף של מתאן, שני גזים שאינם מאיימים על הבריאות שלנו אך גורמים לאפקט החממה המביא לשינוי האקלים. הפחמן הדו חמצני נפלט כתוצאה משריפה של פחם, נפט וגז, והמתאן נפלט למשל מתעשיית הבשר (מהעיכול של הפרות הרבות שאנו מגדלים). כיצד אנחנו מטפלים בעודף של פחמן דו חמצני ומתאן בכדור הארץ?
- מדוע בתחנת החלל מטפלים בגזים המזיקים כמו שתיארנו ולא בדומה למה שקורה בכדור הארץ?
- מה אפשר ללמוד ממה שעושים בתחנה, לחיים שלנו כאן בכדור הארץ?





החיים בתחנת החלל, החיים בכדור הארץ: מזון



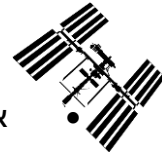
איך אנחנו בכדור הארץ בדרך כלל משיגים מזון?
- אנחנו מגדלים אותו. שטח ניכר מפני כדור הארץ מוקדש לחקלאות המספקת לנו את המזון שאנו אוכלים.

- מדוע בתחנת החלל מקבלים מזון מכדור הארץ ולא מגדלים בעצמם?
- הם לא מגדלים את המזון בעצמם כי נדרש לכך שטח רב שלא זמין בתחנה.

- מה אפשר ללמוד ממה שהם עושים, לחיים שלנו כאן בכדור הארץ?
- ככל שיש יותר בני אדם בעולם עלינו להתייעל בגידול המזון שלנו, ולגדל בעיקר מזון שטוב לנו ולסביבה (כלומר יותר מזון מן הצומח שדורש פחות השקעת משאבים ופחות מזהם, יותר מזון מקומי שלא צריך להוביל בין מדינות או בין ערים). נאס"א שולחת מזון לאסטרונאוטים מדי פעם שיספיק להם לכל התקופה. לנו אין מי שישלח. האחריות היא עלינו.



החיים בתחנת החלל, החיים בכדור הארץ: חשמל



איך אנחנו בכדור הארץ בדרך כלל משיגים חשמל?
- בדרך כלל מדובר בשריפת דלקים, פחם וגז, כדי לייצר חשמל בתחנת כוח.

- מדוע בתחנת החלל מייצרים חשמל מהשמש ולא בדומה למה שקורה בכדור הארץ?
- אין אפשרות להעלות לחלל כמויות גדולות כאלה של דלק לחלל (זה כבד ויקר), וגם אם כן,
- לא ניתן לשרוף אותם בתחנת החלל (נדרש הרבה חמצן לשריפה, ונפלטים גזים רעילים).

- מה אפשר ללמוד ממה שהם עושים, לחיים שלנו כאן בכדור הארץ?
- לייצר כמה שיותר חשמל מהשמש כמו שהם עושים, ולהשתמש פחות בשריפה של פחם וגז שמזיקים, וגם ייגמרו במוקדם או במאוחר.



החיים בתחנת החלל, החיים בכדור הארץ: לטפל בפסולת



- איך אנחנו בכדור הארץ בדרך כלל מטפלים בפסולת?
- לרוב אנחנו מטמינים אותה מתחת לאדמה, שורפים אותה, עושים בה שימוש חוזר או ממחזרים אותה.

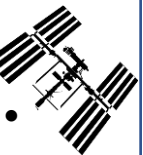
- מדוע בתחנת החלל מטפלים בפסולת כמו שתיארנו ולא בדומה למה שעושים בכדה"א?
- כיוון שאין הרבה מקום על התחנה לאיחסון הפסולת, וכיוון שכל החזרה של ציוד (גם פסולת) לטיפול בכדור הארץ היא מאוד יקרה, פשוט נפטרים ממנה בדרך הכי פחות מזיקה. במקום שהפסולת תשאר להסתובב בחלל, שורפים אותה בעזרת האטמוספירה.



- מה אפשר ללמוד ממה שהם עושים, לחיים שלנו כאן בכדור הארץ?
- לא ללמוד מהם. הם שורפים את הפסולת כי אין להם דרך טובה יותר. אנחנו יכולים לקנות פחות, לעשות שימוש חוזר, ולמחזר מה שניתן. שריפה או הטמנה צריכות להיות הפתרון האחרון.



החיים בתחנת החלל, החיים בכדור הארץ: חמצן



- איך אנחנו בכדור הארץ בדרך כלל משיגים חמצן?
- החמצן זמין לנו באוויר ללא כל מאמץ מצידנו. הוא נפלט מעצים וצמחים, וגם מתהליכים המתרחשים בים.

- מדוע בתחנת החלל מייצרים חמצן ממים ולא בדומה למה שקורה בכדור הארץ?
- אין בתחנת החלל מקורות טבעיים שפולטים חמצן כמו כאן בכדור הארץ, ואין אפשרות לפתוח חלון כדי שייכנס אוויר צח...



- מה אפשר ללמוד ממה שהם עושים, לחיים שלנו כאן בכדור הארץ?
- הם מייצרים חמצן ע"י מערכת מיוחדת ויקרה כי אין להם אפשרות אחרת. לנו יש עצים וצמחים ועלינו לשמור עליהם, וגם על הים. אין לנו מקורות אחרים של חמצן, רק מה שיש לנו על כדה"א.