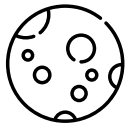


• חוברת חלל 2026 •



חלל גדול, בקטנה

מדריך מקוצר לחקר החלל

מדע גדול, בקטנה

בשיתוף

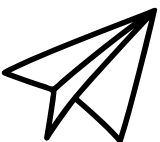


כל הידע והטקסט בחוברת נכתבו ע"י בני אדם

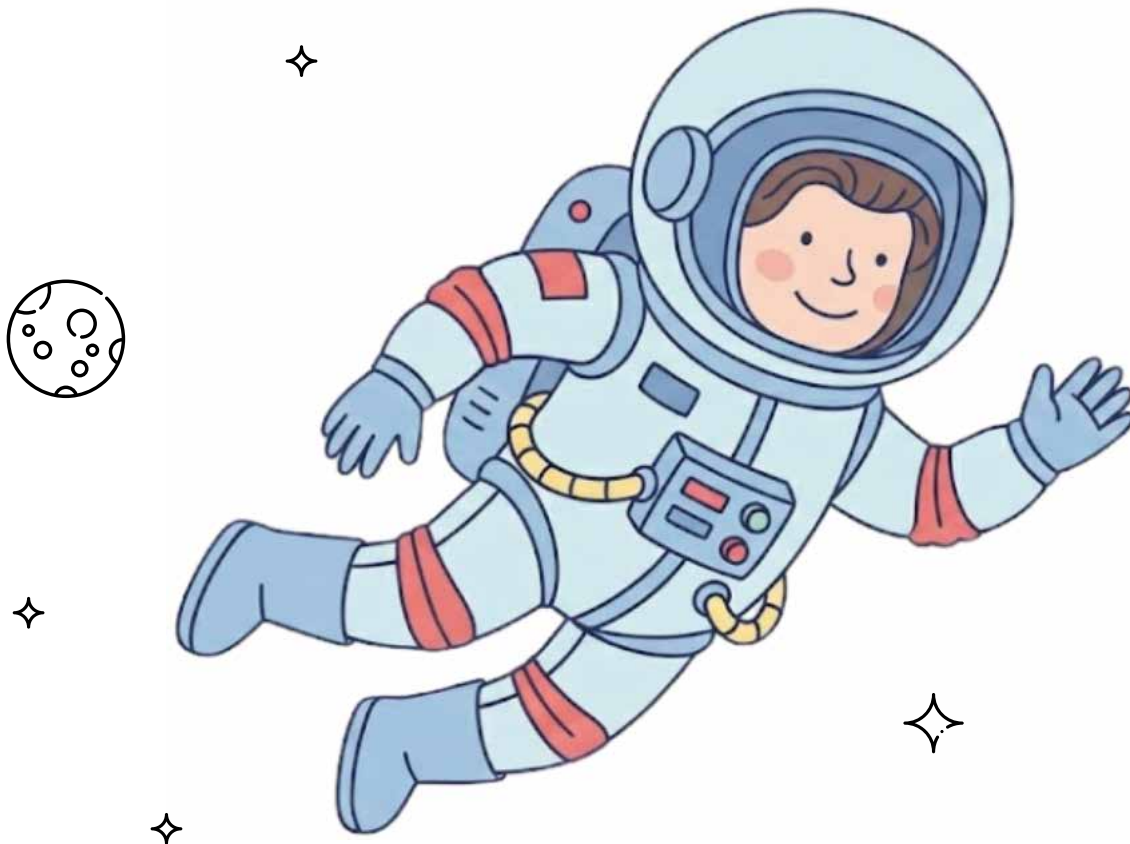
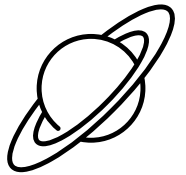
כל האיורים בחוברת נוצרו ב-AI

כל הקוראים הם בני אדם (אנחנו מקווים...)

החוברת מיועדת לגילאי 12+ וממלצת להדפסה על גבי דפי A4



שלום, אני ולנטינה



אני קרויה על שם הקוסמונאוטית ולנטינה טרשקובה, האישה הראשונה בחלל.

כשהיא נכנסה לחללית 'ווסטוק 6', הלב שלה בטח דפק חזק. היא ידעה שהיא לוקחת סיכון גדול וטסה למקום שאף אישה לא הייתה בו לפניו. אבל הסקרנות הייתה חזקה מהיחד.

אם גם אתם סקרנים, יש לנו חדשות טובות. לא חייבים לטוס לחלל — אפשר לחקור אותו מכל מקום בו נמצאים!

ברוכים הבאים למדריך קצר לחקר החלל.

לאורך החוברת נחקור מהו זבל חללי, מה לומדים מאסטרואידים ואכילו איך "קיפולים" של אוריגמי עוזרים לבנות טכנולוגיה לחלל. נחזור לירח עם תכנית ארטמיס, נלמד על גילוי כוכב הלכת נפטון, ניגע בתורת היחסות וחורים שחורים, ונפגוש רובוטים שעובדים במקום בני אדם. וזה לא הכל — בסוף מחכות לכם חידות ופעילויות.

אז בואו נתחיל.

תוכן העניינים

- 04 חלל חדש
- 05 "כקקי תנועה" בחלל
- 06 ארטמיס וחקר הירח
- 07 מחקר וכריית אסטרואידים
- 09 אוריגמי וחקר החלל
- 10 איה נפטון?
- 11 תורת היחסות וחורים שחורים
- 12 רובוטים בחלל
- 13 חידות ופעילויות

מדע גדול, בקטנה



חלל חדש

האם ידעתם שאנחנו חיים בתקופה מופלאה שנקראת חלל חדש או חלל 4.0?
מה היו השלבים הקודמים?

ארבעת העידנים של חקר החלל

חלל 1.0

עידן התצפיות

חלל 2.0

המירוץ לחלל
החל משנת 1957

חלל 3.0

שיתוף פעולה בין-לאומי
שנות ה-90

העידן הנוכחי

דמוקרטיזציה של החלל



חלל 1.0 זוהי התקופה המוקדמת, שנמשכה אלפי שנים, ובה החלל נחקר בעיקר דרך תצפיות אסטרונומיות (לעתים לצרכי אסטרולוגיה). תקופת **חלל 2.0** התחילה עם השיגור של הלוויין הראשון לחלל על ידי ברית המועצות ב-1957. זו הייתה יריית הפתיחה של המירוץ לחלל בין ארצות הברית לברית המועצות. תקופת חלל 2.0 נמשכה עד תחילת שנות ה-90 וכללה שיאים רבים – הטיסות המאוישות הראשונות לחלל והנחיתות על הירח [2]. עידן **חלל 3.0** התחיל סביב תחילת שנות ה-90, והתאפיין בשיתוף פעולה בין-לאומי וניצול משותף של החלל. הדוגמה המובהקת ביותר היא הקמת תחנת החלל הבין-לאומית (ISS), שסימלה את המעבר ממירוץ לחלל לעבר שותפות בחלל [3]. מה לגבי **השלב הנוכחי**? העניין בחלל כבר לא מוגבל למועדון סגור. זהו עידן חדש שפועלות בו חברות פרטיות, מדינות שבעבר לא היו בתחום ואוניברסיטאות. זה מוביל לעלויות נמוכות יותר ולשיתוף פעולה רחב יותר.

"פקקי תנועה" בחלל

האם שמעתם פעם את המונח זבל חללי? מה זה בכלל זבל חללי?

כל מה שהעלינו לחלל ואין לנו שליטה עליו: שלבי טילים, לוויינים תקולים, שבירי לוויינים וכו'. כיום יש בחלל עשרות אלפי גופים שאודלם עולה על 10 ס"מ (כמו תפוז גדול), ולמעלה ממיליון גופים קטנים יותר.



מהו זבל חללי? כל מה שהעלינו לחלל ואין לנו שליטה עליו

זוהי ההגדרה הבסיסית לפסולת מעשה ידי אדם המקיפה את כדור הארץ



שלבי טילים

חלקים של משגרים שנשארו בחלל
לאחר שיגור לוויינים



לוויינים תקולים

לוויינים שסיימו את פעולתם או
יצאו מכלל שימוש



שבירי לוויינים

חלקיקים ורסיסים שנוצרו מהתנגשויות
או מהתפרקויות בחלל



מאז שנת 2019 נמות הלוויינים בחלל גדלה משמעותית בגלל קונסטלציות של לוויינים. מערך לוויינים הוא קבוצה של לוויינים מלאכותיים שפועלים יחד כמערכת אחת מתואמת. במקום לשגר לוויין אחד גדול ויקר שעובד לבד, משגרים לוויינים רבים שמשלימים זה את זה.

הקונסטלציה הגדולה והמובילה היא STARLINK של SPACEX, אבל יש קונסטלציות נוספות ברמות בשלות שונות: קוויבר, ONEWEB, קונסטלציה סינית. בשל העובדה ששיגורים נהיו זולים, וכן שאפשר לשגר מספר לוויינים קטנים ביחד, כל חודש משוגרים כ-50 לוויינים נוספים וכמות הלוויינים הפעילים גדלה. דבר זה גורם לעומסי תנועה בגבהים מסוימים.

מדע גדול, בקטנה

ארטמיס וחקר הירח

בדיוק כמו שתוכנית "אפולו" לקחה את האדם לירח בפעם הראשונה, תוכנית ארטמיס לוקחת אותנו לשם שוב.

הפעם האחרונה שכך רגלו של אדם דרכה על הירח הייתה בשנת 1972, במשימת אפולו 17. אחרי הנחיתות הראשונות על הירח שקידמו את המדע והטכנולוגיה, שיגור לשם הפך לבלתי משתלם כלכלית. ב-20 שנה האחרונות חלו שינויים גדולים בטכנולוגיה, במיוחד בתחומי המזעור והרובוטיקה. כבר לא צריך תקציב ענק של מדינה כדי לשגר לחלל, ויש הרבה חברות מסחריות שמרוויחות מתעשייה של לוונינים וחלליות. לכן הוחלט בנאס"א שהגיע הזמן לנסות לחזור לירח.

בשנים הקרובות, ארצות הברית מתכננת שורה חדשה של משימות שנקראת "תוכנית ארטמיס", ומטרתה להחזיר את בני האדם לירח. ארטמיס במיתולוגיה היוונית היא אלת הציד, אחותו של אפולו. כך גם התוכנית הזו היא אחותה של תוכנית אפולו משנות ה-60 וה-70.

תוכנית ארטמיס



ארטמיס 3



ארטמיס 2



ארטמיס 1



רגע השיא של התוכנית:
החללית תגיע לירח ושני
אסטרונאוטים ינחתו על פניו.

במשימה זו, האישה הראשונה בהיסטוריה
תצעד על אדמת הירח



משימה שאמורה לצאת במהלך 2026,
עם צוות של ארבעה אסטרונאוטים.
הם יטוסו עד לירח,

יקיפו אותו (בלי לנחות) ויחזרו הביתה



המשימה הראשונה בתוכנית כבר בוצעה:
טיסת ניסיון ששוגרה בלי אנשים.
חללית בלתי מאוישת בשם "אוריון"

שוגרה לירח, הקיפה אותו
וחזרה לכדור הארץ, כדי לבדוק שהיא חזקה,
בטוחה ושמגן החום שלה עובד כמו שצריך

מדע גדול, בקטנה

מחקר אסטרואידים

אסטרואידים הם גופים סלעיים קטנים המקיפים את השמש.

בתקופה האחרונה יש לא מעט משימות שחוקרות אסטרואידים. אחת מהן היא חללית מיוחדת שנשלחה על ידי נאס"א כדי לחקור אסטרואיד מתנתי נדיר בשם פסיכה 16. האסטרואיד נמצא בחגורת האסטרואידים בין מאדים לצדק, והמשימה תגלה סודות מהעבר הרחוק של מערכת השמש.

ראשית, מתנתי נדיר – למה הכוונה?

רוב האסטרואידים עשויים סלע, אבל פסיכה 16 עשוי כמעט כולו ממתכות כמו ברזל וניקל.

שנית, למה זה חשוב?

המדענים חושבים שזהו החלק הפנימי (הליבה) של כוכב לכת קדום שנהרס. הליבה הזו דומה לליבה המתכתית של כדור הארץ שלנו. זה יעזור לנו להבין מה היינו מגלים אם היינו חופרים לליבת כדור הארץ וחוקרים אותה.

המשימה המדעית: פסיכה 16

אסטרואיד מתנתי נדיר

עשוי כמעט כולו מברזל וניקל.
בניגוד לרוב האסטרואידים
הסלעיים

הצצה לליבת כוכב לכת

חקר פסיכה 16 עוזר למדענים
להבין איך נוצרו כוכבי לכת



כמו לחקור את ליבת כדור הארץ

הליבה של פסיכה 16 דומה לליבה המתכתית
של כדור הארץ שלנו

כריית אסטרואידים

כן. אז אסטרואידים הם לא סתם אבנים משעממות שמרחפות בחלל. אסטרואידים הם כמו "תיבות אוצר" בחלל, שמכילות זהב ושאר מתכות יקרות. אבל, חלק מהאוצר הוא... מים. למה מים בחלל הם אוצר? כי המים האלו לא נועדו רק לשתייה, אלא אפשר להפוך אותם לדלק מיוחד שיניע חלליות למרחקים עצומים. במקום לסחוב דלק כבד מכדור הארץ, החלליות יוכלו לעצור "לתדלק" על האסטרואיד ולהמשיך בדרכן.

כדי להצליח בזה, מדענים צריכים לפתח רובוטים חכמים וטכנולוגיה מדויקת שעדיין לא קיימת היום. נוסף על כך, המשימה דורשת חישובים מורכבים כדי לנחות בזהירות על האסטרואיד ולחצוב את הקרח מתוכו.

אבל המהלך הזה לא רק יעזור לנו לחקור את החלל העמוק, אלא גם ישמור על כדור הארץ שלנו. אם נביא חומרים ומתכות מהחלל, נוכל להפסיק חלק מהכרייה המזהמת בטבע כאן בבית.

העתיד: כריית אסטרואידים



אוריגמי וחקר החלל

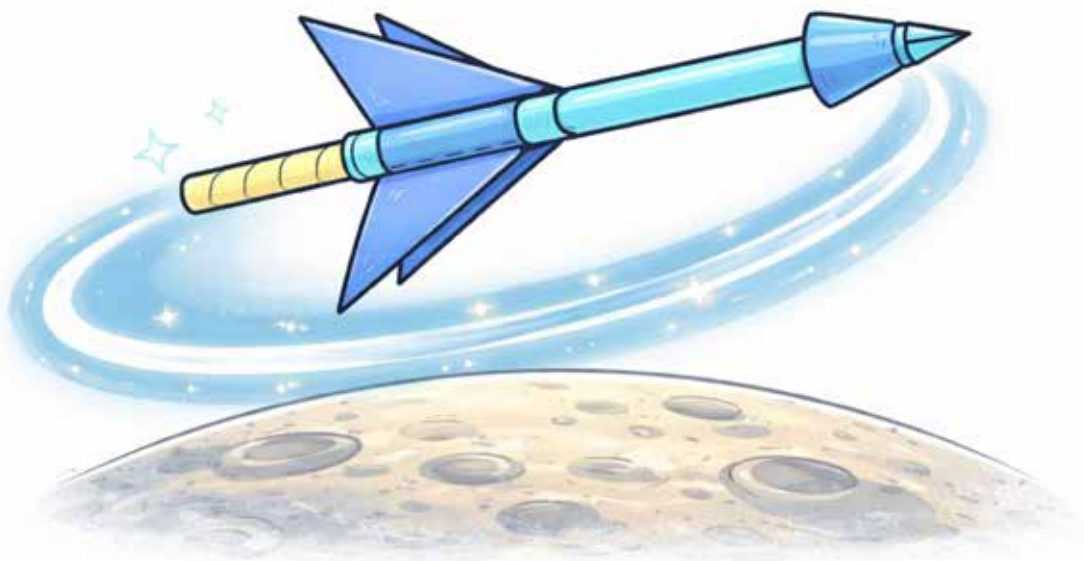
הידעתם? קיפולי נייר הם יותר מתחביב של יצירת ברבורים או סירות. המדענים של נאס"א גילו שלאוריגמי יש "כוחות על" מתמטיים שעוזרים לפתור בעיות ענקיות!

איך זה עובד? דמיינו שאתם צריכים להכניס שמיכת פוך ענקית לתוך קופסת נעליים קטנה. זה נשמע בלתי אפשרי, נכון? אבל בעזרת חוקים מיוחדים של קיפול, מהנדסים מצליחים לקחת דברים עצומים – כמו פנלים סולריים רחבים או טלסקופים ענקיים – ולקפל אותם בצורה כל כך חכמה, שהם נכנסים בקלות לתוך טיל צפוף וקטן.

מה קורה בחלל? ברגע שהחללית מגיעה ליעדה הרחוק בין הכוכבים, קורה הקסם האמיתי: בזכות הקיפול המדויק, המכשירים הענקיים האלו נפתחים בעצמם בצורה חלקה, ממש כמו כרוך שכורח או מכה שנפרסת בבת אחת.

אוריגמי שימושי ולא רק בחלל, הוא גם עוזר להציל חיים כאן בכדור הארץ. לדוגמה, רופאים משתמשים בטכנולוגיית הקיפול הזו כדי ליצור ציוד רפואי זעיר שיכול להיפתח בתוך הגוף ולעזור לנו להבריא.

קיפול נייר של טיל



הוראות מכורטות בסוף ✧ צלמו ושתפו אותנו!

איה נפטון?

במשך מאות שנים אסטרונומים הביטו בשמיים ומדדו את מיקומם של כוכבי הלכת ואת אוכף תנועתם סביב השמש. כמעט הכול הסתדר עם החוקים של ניוטון וקפלר, אבל כוכב לכת אחד, אורנוס, לא התנהג "בדיוק כמו שצריך". הוא נע במסלול קצת שונה מהצפוי, כאילו משהו מושך אותו בעדינות.

במקום לוותר, מדענים אמרו: "אם אורנוס סוטה, אולי יש שם כוכב שאנחנו לא רואים שמושך אותו!" בעזרת אותם חוקים של ניוטון וקפלר שהנחו אותם עד אז, הם הצליחו לנחש איפה כוכב הלכת החסר צריך להיות בשמיים. ואז, בשנת 1846, הכנו טלסקופ לאותו מקום שהעריכו, ובאמת נמצא שם כוכב לכת חדש: נפטון.

זה סיפור שמראה משהו מגניב במדע: לפעמים לא מגלים דברים כי רואים אותם ישירות, אלא דווקא כי רואים שמהו לא מסתדר, ואז כמו בלשים עוקבים אחרי המשוואות כדי לגלות את החסר.

הנה נפטון!



מדע גדול, בקטנה

תורת היחסות וחורים שחורים

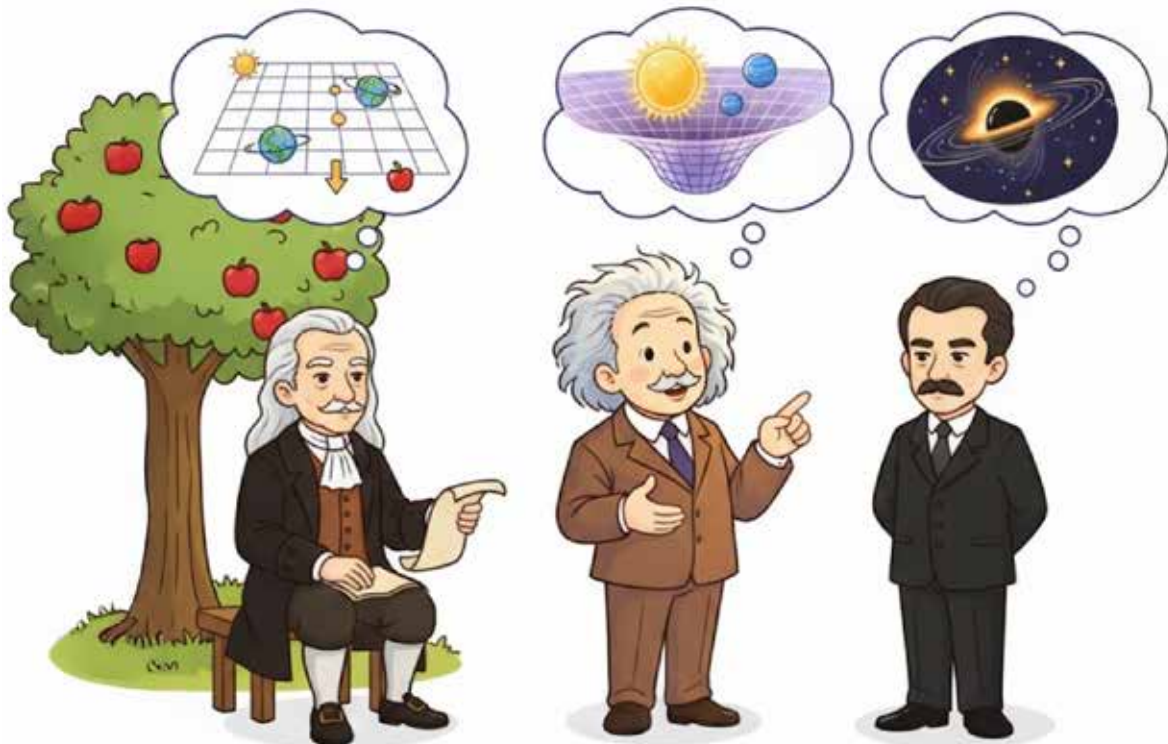
כעם חשבו שהיקום הוא כמו במה קבועה: יש מרחב, יש זמן, ועל הבמה נעים השחקנים, כמו כוכבי הלכת, לפי כוחות הכבידה, וביניהם כוח הכבידה שניסח ניוטון. אבל איינשטיין הציע רעיון אחר: הבמה עצמה מתעקמת בגלל גופים כבדים, וגם הזמן "מתנהג" אחרת לידם – וכל זה ביחד נקרא מרחב-זמן.

זמן קצר אחר כך הגיע פיזיקאי בשם שוורצשילד, ובזמן ששירת בחזית הרוסית במלחמת העולם הראשונה, הוא מצא פתרון מיוחד למשוואות של איינשטיין. הפתרון הזה הראה שאם מכווצים משה מאוד מאוד, נחשף אזור שבו הכבידה חזקה כל כך שאפילו אור לא יכול לברוח ממנו – זהו חור שחור. הגבול שממנו כבר אי אפשר לצאת נקרא אופק האירועים: מעין נקודת "אל-חזור" שאפשר לחצות רק בכיוון אחד.

אפשר לדמיין את זה כמו נהר שמתקרב למפל: כל עוד אתם רחוקים מספיק מהמפל, תוכלו להסתובב ולשוט אחורה. אבל אחרי נקודה מסוימת הזרם נעשה חזק מדי, ואין אפשרות לחזור. ובכל זאת, ברגע שתחצו את הנקודה הזו, לא בהכרח תרגישו שקרה משהו מיוחד. הנקודה הזו היא כמו אופק האירועים. מי שנופל לתוך חור שחור יכול לעבור את האופק בלי להרגיש, אבל מי שמסתכל מרחוק יראה את האדם מאט וכמו קפוא, כי כחות וכחות אור מגיע ממנו.

זו רק אחת התופעות המוזרות ומאתגרות המחשבה שתורת היחסות הכללית חושפת בפנינו.

חורים שחורים



מדע גדול, בקטנה

רובוטים בחלל

בעתיד רובוטים יהיו העוזרים הכי טובים של האסטרונאוטים בחלל

דמיינו רובוטים דמויי אדם העוסקים במשימות מסוכנות.
או רחפנים קטנים שדואגים לסרוק כוכבי לכת ורוברים רובוטיים מיוחדים.

היתרון הוא שאפשר להיעזר ברובוטים כאלו כדי להימנע מלחשוף בני אדם לתנאים הקשים שבחלל העמוק, או כדי לחסוך עבודות מונוטוניות. הרובוטים יעזרו לאסטרונאוטים לשאת ציוד כבד, לתקן חלליות ואפילו לבנות בתים על מאדים.

במילים אחרות, הרובוטים יעשו את העבודה הקשה והמסוכנת, והאסטרונאוטים יתמקדו במחקרים חשובים. בעזרת הרובוטים נוכל לגלות סודות רבים נוספים של היקום ולהפוך את החלל לבית השני שלנו.

BØP!#42 - CALC *



* "אל תיעלב. זה כשוט לקח לי 0.3 שניות" ברובוטית

מדע גדול, בקטנה

חידות ופעילויות (1)

נכון או לא נכון ?

- 1 - אור הוא הדבר הכי מהיר שאנחנו מכירים 
 - 2 - הירח מביק אור משלו 
 - 3 - טלסקופ חלל רואה טוב יותר מטלסקופ על הקרקע, בעיקר כי אין אטמוספירה שמטשטשת את התמונה 
 - 4 - אור מהשמש מגיע לכדור הארץ בערך אחרי 8 דקות 
 - 5 - בחלל אפשר לשמוע כיצוצים מצוין כי אין רעש רקע 
 - 6 - אם היית על הירח, היית שוקל/ת בערך שישית מהמשקל שלך בכדור הארץ 
 - 7 - ככל שמתקרבים לחור שחור, הזמן עובר לאט יותר ביחס למי שרחוק 
 - 8 - "מטאור" הוא סלע שנמצא בחלל לפני שהוא נכנס לאטמוספירה 
 - 9 - על הירח אין מזג אוויר כמו אצלנו (רוחות/גשם), כי נמעת אין שם אטמוספירה 

תשובות (כן, צריך להפוך את הדף)

6 - ווען ערשטעמאל האט ער אים געזאגט: "וואסעס וועט ווען א-8" | ווען 7 - | ווען 9 -
 ער האט געזאגט: "וואסעס וועט ווען א-8" | ווען 7 - | ווען 9 -

מִדֶּע גָּדוֹל, בִּקְטָנָה

חידות ופעילויות (2)

חידת חלל



תחנת חלל עומדת להתמוצץ. בספינת החילוץ יש מקום לשני נוסעים.
יש לכנות מהתחנה שלושה אסטרונאוטים ושלושה רובוטים בעלי בינה מלאכותית.
האסטרונאוטים בטוחים שהם יודעים הכל טוב יותר ומנסים כל הזמן "לייעל" את הרובוטים.
הרובוטים, מצדם, רק רוצים לבצע את המשימה בשקט.

הבעיה היא שברגע שיש יותר אסטרונאוטים מרובוטים, האסטרונאוטים מקבלים ביטחון עצמי מופרז
ומתחילים לשגע את הרובוטים.

כיצד יעברו כל השישה מתחנת החלל המתפרקת אל ספינת החילוץ,
באמצעות חללית שמסוגלת לשאת שני נוסעים בלבד,
מבלי לחשוף את הרובוטים לניסיונות "שיפור" הרסניים

(בלי להגיע למצב שבו יש יותר אסטרונאוטים מרובוטים באף צד)?

חידות ופעילויות (3)

הכל קשור



נניח שאתם מקיפים את כדור הארץ בדיוק רב בחבל שצמוד לקרקע לאורך כל קו המשווה (נניח שאורך החבל הוא בערך 40,000 קילומטר).

כעת, אתם רוצים להגביה את החבל כך שיהיה תלוי בגובה של מטר אחד בדיוק מעל פני האדמה בכל נקודה ונקודה.

כמה חבל תצטרכו להוסיף בשביל המטר הנוסף הזה?

ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ (Ե-82'9) ՄԱՍԻՆ (ԵՀԵԼԻ)

מִדֶּע גָּדוֹל, בִּקְטָנָה

חידות ופעילויות (4)

חזרה לכדור הארץ

החזרה לכדור הארץ היא החלק המסוכן ביותר במסע, והמצנח היה החבר הכי טוב שלי ברגעים האלו. בואו נראה אם תצליחו לבנות מצנח שינחית את הקפסולה שלכם ברכות.

חומרים

- מפית נייר בגודל 40×40 ס"מ (המצנח)
- 4 חוטים זהים (30–40 ס"מ)
- פקק בקבוק פלסטיק (קפסולת החלל)
- סלוטייפ או דבק
- שעון עצר (סטופר)

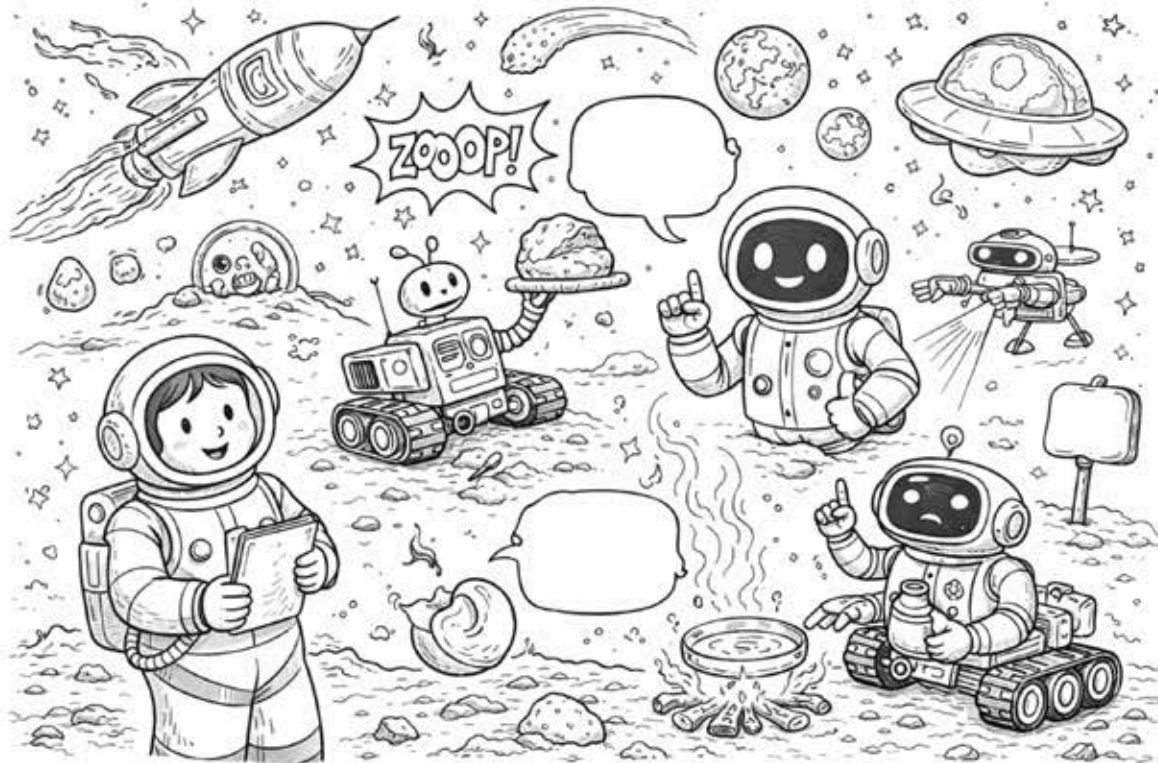
שלבי הבנייה – "קפסולת חלל"

- כרסו את המפית. זו כיפת המצנח
- הדביקו חוט אחד לכל כינה בעזרת הדבק
- קשרו את החוטים לפקק – זו הקפסולה
- ודאו שכל החוטים שווים
- שחררו מגובה קבוע

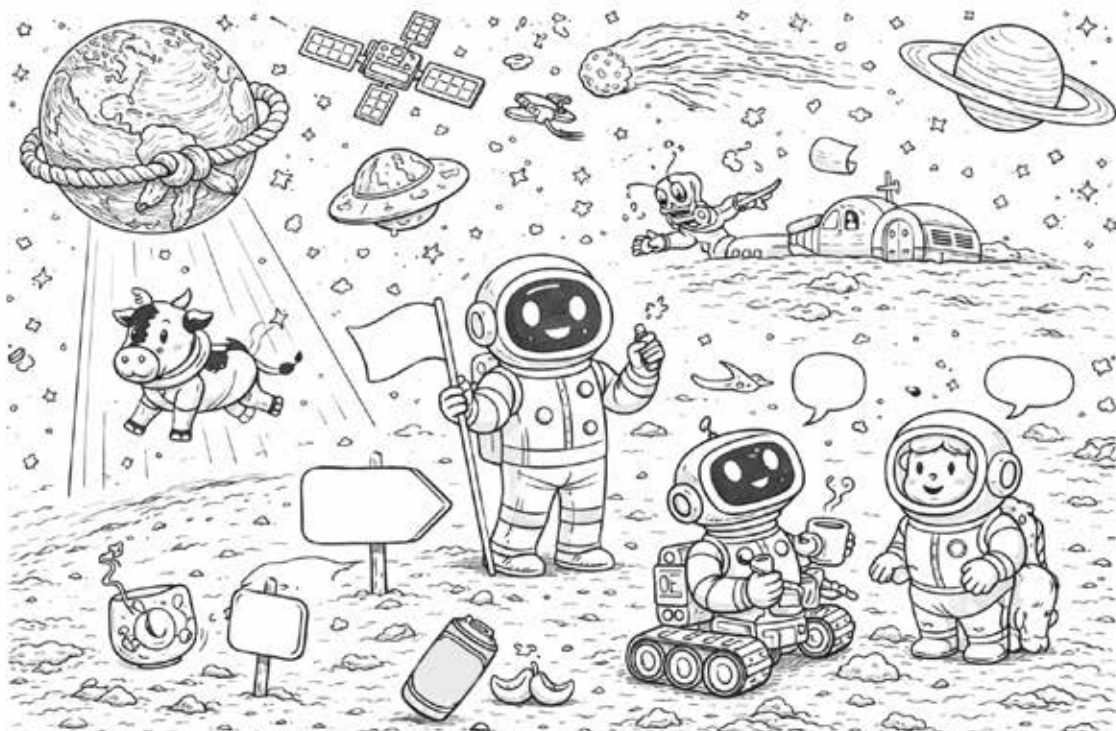


חידות ופעילויות (5)

הוסיפו צבע לחלל



הוסיפו עוד צבע לחלל



מדע גדול, בקטנה

חידות ופעילויות (6)

האם הקשבתם בשיעור?

הקיננו את התשובה הנכונה

שאלה



על שם מי קרויה ולנטינה, הדמות המלווה את החוברת?

ולנטינה גריזודובובה
טייסת קרב מפורסמת

ולנטינה ארטמיס
אלת הציד היוונית

ולנטינה אוריון
מהנדסת נאס"א

ולנטינה טרשקובה
האישה הראשונה בחלל

שאלה



מהי ההגדרה המדויקת ביותר לזבל חללי' לפי החוברת?

שאריות מזון
של אסטרונאוטים בתחנת החלל

אסטרואידים קטנים
החודרים לאטמוספירה

כל מה שהעלינו לחלל
ואין לנו שליטה עליו עוד

אבק קוסמי
המפריע לתצפיות טלסקופים

שאלה



איך אמנות האוריאמי עוזרת למהנדסי חלל?

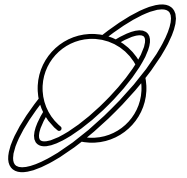
עזרה לאסטרונאוטים
להירגע בזמנם הפנוי

קיפול האטמוספירה
כדי שנוכל לעבור בה

היא מאפשרת לקפל ציוד ענק
כך שייכנס לתוך טיל קטן

בניית חלליות מנייר
מיוחד

כאן ולנטינה, רות עבור, מקווה שנהניתם מהסוברת!



ולנטינה הראתה לכל העולם שגם נשים יכולות להיות אסטרונאוטיות ולעשות היסטוריה.
זכרו: כל מסע גדול מתחיל בחלום אחד קטן. מה החלום שלכם?

✧ מוקדש להנרי לוי ✧

כתבו וערכו ד"ר אלעד דננברג • ד"ר נעה זילברמן • מיכאל לוי • מג'ד תאבת

עריכת לשון שיר רוזנבלום-מן

עיצוב גל חן

מדע גדול, בקטנה