

קידום נוער תוכנית היל"ה השכלת יסוד ולימודי השלמה

מדריך למורה במקצוע

מדעים - פיסיקה

תוכנית לימודים למסלול

10-12 שנות לימוד

כתיבה ארגון ועריכה: אילת כ"ץ

2019 תש"ף

הקדמה

שלושה תפוחים שינו את העולם ה-  של חוה, ה-  של ניוטון

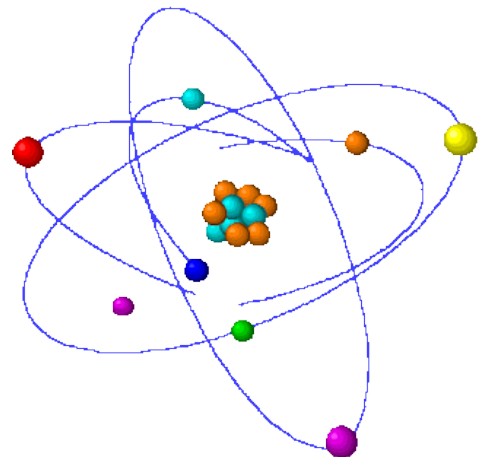
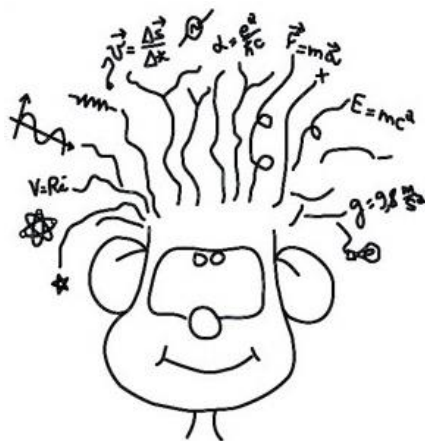
וה-  של סטיב גובס

"אם הרחקתי לראות, הרי זה משום שעמדתי על כתפיהם של ענקים" (ניוטון)
הפיזיקה נחשבת, ובצדק, למדע הבסיסי ביותר, ומהווה יסוד ותשתית לא רק לכל
המדעים המדויקים והטכנולוגיים, אלא גם לכל ניסיון להבין את סביבת חיינו
הפיזית – מהקרובה ביותר ועד לקצהו המשוער של היקום.

הקניית היסודות של מדע זה חיוניים לכל התלמידים מעצם היותם נדרשים לתפקד
בסביבה עתירת טכנולוגיה, ובמיוחד בשל הצורך והרצון לשילובם המוצלח בחברה
עתירת האתגרים הטכנולוגיים של המאה ה-21.

ההערכה לה זוכה לומד הפיזיקה בשוקי העבודה (הן האזרחי והן הצבאי והביטחוני)
באה לידי ביטוי בדרכים מגוונות. מעסיקים רבים יעדיפו בקבלה לעבודה את בוגרי
הפיזיקה לא רק בזכות הידע שצברו, אלא בייחוד בשל מיומנויות החשיבה המדעית
ויכולות הלימוד העצמי שרכשו.

(מתוך אתר המפמ"ר לפיסיקה)



תוכן עניינים

עמודים	נושא
4-7	הנחיות וסילבוס
8-9	מהי פיסיקה
10-20	ניוטון וחוקיו
21-43	חוק ראשון- חוק ההתמדה
44-46	חוק שני – חוק התאוצה
47-55	חוק שלישי – חוק פעולה ותגובה
56-70	תרגול

הקדמה והנחיות למורים המלמדים מדעים בהיל"ה

זוהי לנו התנסות ראשונה בהכנסת תוכנית לימודים במדעים למסלולי 10-12 שנות לימוד באופן המוצג לפניכם.

המסרים שאנו רוצים להעביר ללומדים מדעים

- כאשר לומדים מדעים, תפיסת העולם וההבנה שלנו את העולם משתנה. הלימוד מאפשר לנו להבין את העקרונות והתהליכים המרחשים סביבנו.
- לימודי המדעים מעניקים את היכולת להבין את העולם בחיי היום יום, באופן בו מתגלה תמונת עולם מרגשת ושלמה יותר.
- לימודי המדעים מסייעים ומפתחים כישורי חשיבה.
- תדמית מקצוע מדעים נתפסת כמקצוע שקשה ללמוד אותו, אך אין צורך להיות איינשטיין כדי ללמוד מדעים. גם הלומדים שלנו בהיל"ה יכולים!!!
- לימוד מדעים מהווה האתגר שניתן להתמודד איתו. ואין חוויית הצלחה טובה יותר מהתמודדות עם אתגרים.

אופן יישום חינוך להבנה. בהוראת מדעים אנו חייבים להנחיל את המקצוע

בהוראה לשם הבנה. מהי הבנה?

הבנה היא לחשוב עם ידע שבאה לידי ביטוי בביצועי הבנה כמו: להציג ידע, לבטא ידע במילים שלך, להסביר ידע, להמציא פרשנות לידע, לייצג ידע בצורה חדשה לתאר נקודות מבט שונות על הידע, לפרק ולהרכיב ידע, להשוות ידע להביא דוגמאות, לחזות תוצאות והשלכות של ידע, להצדיק ולנמק ידע לשאול שאלות על הידע, לפתח חשיבה ביקורתית.

תפקיד המורה הוא בהנחלת ומתן כלים המסייעים בעידוד והעמקה החשיבה על לעודד ולאפשר לתלמידים לשאול שאלות מעוררות חשיבה, מעוררות סקרנות, מעוררות דיון ושיח, גורמות לערעור ומעוררת ביקורת.

לב לימודי המדעים היא שאילת שאלות, התבוננות, ניסוי וטעייה, הנחת הנחות והסקת מסקנות.

אתה לא יכול ללמד אדם שום דבר. אתה רק יכול לעזור לו למצוא את זה בתוך עצמו. גלילאו

מבנה התוכנית ומטרותיה

- תוכנית הלימודים במדעים היא בת 60 שעות
- תוכנית הלימודים במקצוע מדעים מיועדת ללומדים במסלולי 10-12 שנות לימוד. התוכנית מאושרת למקצוע בחירה מחייבת במסלול 12. ניתן ללמוד את המקצוע במסלול 10 ולקבל קרדיטציה ל-12 – בחירה מחייבת.
- סילבוס תוכנית הלימודים נבנה ובהתאם ובהלימה לתוכניות הלימוד במדעים במשרד החינוך.
- **שעות המוקצות לתוכנית הלימודים: 60 שעות מחולקות ל-15-12 שעות לכל תחום + 10-12 שעות להקדמה ולסיום.**
- תוכנית הלימודים מורכבת מחמישה תחומי חיים/ פרקים:
- **כימיה, פיסיקה, מדעי החיים, מדעי כדור הארץ, טכנולוגיה ומדע.**
- **על המורה לבחור וללמד למבחן שלושה תחומים/פרקים מתוך ארבעה שהם: כימיה, פיסיקה, מדעי החיים, מדעי כדור הארץ**
- **ולהערכה חלופית תחום/פרק נוסף בטכנולוגיה ומדע/ או כל תחום/פרק שתבחרו יחד עם התלמידים.**
- **ותחום נוסף + ללמידה להערכה חלופית – ציון פנימי המהווה 30 נקודות**
- לכל תחום/פרק נבחרו מספר נושאים חשובים רלוונטיים ועדכניים, הנמצאים על סדר היום העולמי.
- ניתן להתחיל ללמד מכל אחד מהתחומים/מהפרקים, אין סדר מסוים.
- **אופן הערכת מקצוע מדעים: הערכה מורכבת: ממבחן והערכה חלופית.**
- המבחן מהווה 70 נקודות, הערכה החלופית מהווה 30 נקודות.
- ניתן להיבחן במדעים לאורך כל השנה.
- לרשות המורים אתר היל"ה/מתנ"סים בו נמצאים: מדריכים למורה, חומרי לימוד מלווים, מבנה ודגם מבחן ועוד..

מטרות התוכנית

- פתיחת דלת לעולם המדע באמצעות נושאים המצויים סביבנו ורלוונטיים לחיי היום יום.
- הרחבת ההשכלה הכללית של הלומד, על מנת שיוכל להבין תהליכים מחיי היום יום המושתתים על עקרונות מדעיים.

- פיתוח ידע והבנת מושגים מדעיים מחיי היום יום.
- פיתוח כשרים ומיומנויות מדעיות כגון העלאת השערות ניתוח תופעות הסקת מסקנות.
- חווית הצלחה וגאווה על התמודדות עם מקצוע מדעי.

תבנית הוראת התחומים/ הפרקים :

- פתיחה לתחום, מהו? הביטוי של התחום בחיינו.
- לימוד העקרונות והמושגים העיקריים בתחום.
- העמקה בידע תוכן במספר נושאים בתחום.
- שימוש באסטרטגיות ומיומנויות המאה ה-21
- סוגיות של ערכים ועמדות בנושאים הנלמדים.

סילבוס – פיסיקה – 12-15 שעות

נושא	פירוט	מושגים עיקריים
נושא 1 כוחות ותנועה חוק ראשון של ניוטון	הכרת והבנת חוקי ניוטון למתן הסברים על תופעות מחיי היום-יום. ללא חישובים	כוח ההתמדה כוח המשיכה כוח החיכוך
נושא 2 כוחות ותנועה חוק שני של ניוטון	הכרת והבנת חוקי ניוטון למתן הסברים על תופעות מחיי היום-יום. ללא חישובים	תאוצה מסה
נושא 3 כוחות ותנועה חוק שלישי של ניוטון	הכרת והבנת חוקי ניוטון למתן הסברים על תופעות מחיי היום-יום. ללא חישובים	פעולה תגובה אינטראקציה

המלצות להוראה למידה

עליך ללמד את שלושת הנושאים הרשומים בטבלה

1. למד פתיח כללי לתחום הפיסיקה.
 2. חפש פתיח מעניין רלוונטי שקשור לחיי התלמידים לנושא שבחרת ללמד.
 3. רצוי להתחיל במשהו ויזואלי- סרטון תמונה
 4. חשוב ללמד טקסטים לא מילוליים.
1. לפתוח כל נושא במליאה משותפת – תוך חיבור לחיי הלומדים
 2. פעילות ומעורבות של הלומדים בעזרת טקסטים בו יוכל כל לומד להיות עצמאי ולהתקדם בקצב שלו
 3. סיום משותף במליאה.

מבנה מבחן במדעים ל-12-10 מסלולי לימוד

משך הבחינה: שעתיים.

מבנה השאלון ומפתח הערכה

בשאלון זה ארבעה פרקים מתחומי הדעת הבאים:

כימיה, פיסיקה, מדעי החיים, מדעי כדור הארץ

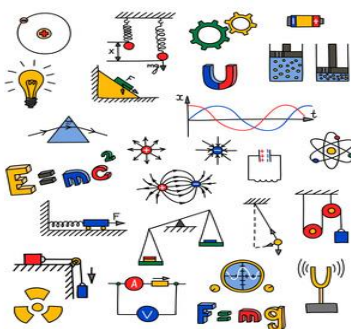
ענה על שאלות משלושה פרקים מתוך ארבעה.

בכל פרק העוסק בתחום ידע מדעי שונה. תהיינה שאלות מסוג:

1- **שאלת מושגים** = 10 נקודות (בחירה של 2 מבין 3 מושגים)

2- **שאלת אוריינית מדעית/קטע/שאלות** מהתחום = 15 נקודות

יוצג קטע הקשור לתחום הידע ולאחריו יש לענות על כול השאלות/סעיפים.



הצעות לפתיחת תחום הדעת- פיסיקה

להביא: כדור, גלגלי גומי, חבלים, הולה הופ ועוד....

לשחק, להתנסות ולשאול שאלות

אם יש אפשרות לצאת לגן שעשועים, או גן שיש בו מתקני כושר גופני

לשחק, להתנסות ולשאול שאלות

למה לי פיזיקה?

משך היחידה: 1 שיעור

מטרות: 1. יצירת עניין וסקרנות לגבי הנושא הנלמד.

2. סקירה ראשונית של נושאים ללמידה.

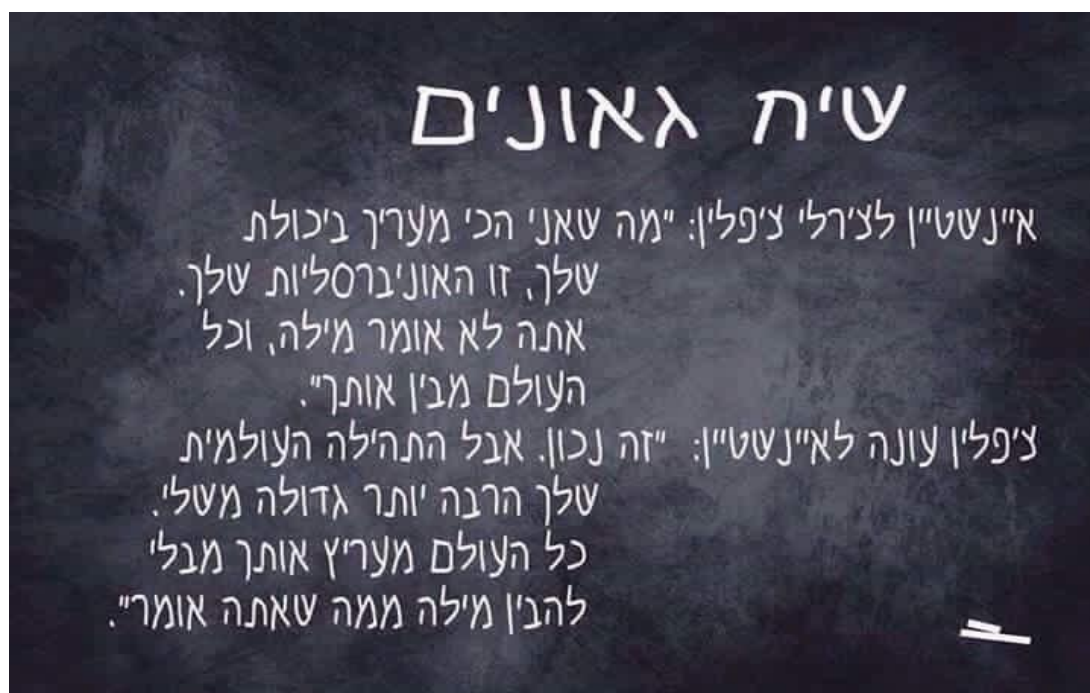
3. בדיקת עמדות אישית.

מבנה השיעור:

שאלון עמדות אישי לתלמיד.

להלן השאלון

- האם למדת פעם פיסיקה?
- כשאתה שומע את המושג פיזיקה איזו מילה ראשונה קופצת לך ?
- אילו נושאים כוללת הפיזיקה?
- תלמיד פיזיקה הוא...
- כדי ללמוד פיזיקה צריך...



ננסה להבין מהי פיסיקה?

פיזיקה היא ענף במדעי הטבע החוקר את חוקי היסוד של הטבע כפי שהם באים לידי ביטוי בכל מערכת הניתנת לתצפית, בכדור הארץ ובחלל. הנושאים בהם עוסקת הפיזיקה כוללים תנועת עצמים, התנהגות החומר, חקר האנרגיה והשפעת חוקי טבע מסוימים על רצף המרחב והזמן. מדע הפיזיקה מתפתח על ידי תצפיות וממצאים, המגובשים לכדי תאוריות וחוקים המתוארים לרוב בשפה של משוואות מתמטיות. ככל שיש יותר תצפיות ומתקבלים יותר ממצאים מביצוע של ניסויים, עשויות התאוריות הללו להתעדכן ולהשתכלל.

מהי פיסיקה (Physics)? המדע של הטבע (מיוונית) הפיסיקה היא אם כל המדעים. תפקידה לתת לנו תיאור של המציאות (הטבע והיקום) ולמצוא עקרונות וחוקים שיסבירו מציאות זו.

הפיסיקה מחפשת סדר וסיבתיות בעולם.

למה ובמה תורמת הפיסיקה לחיינו? לרבות מהתיאוריות הפיסיקליות יש יישומים טכנולוגיים חשובים ששינו באופן משמעותי את אורח חיינו. לדוגמא: הפיזיקה תרמה לקידום עולמנו מהסוסים אל תעופת הסילון, מהנר אל הלייזר ומיונת הדואר אל הדואר האלקטרוני.

כדי להכיר תופעת פיזית צריך לחקור אותה. מהו מדע?

מחקר שיטתי במקצוע מסוים, מאורגן ומבוסס על עובדות, תצפיות או ניסויים שסוכם לחוקים וכללים. מדע מאפשר להסביר תופעות. באמצעותו ניתן לנבא תוצאות אירועים שלא נבדקו קודם לכן.

חשיבה מדעית מאופיינת תחילה בשאילת שאלות, מציאת עובדות התומכות בתשובה. בבסיס המדע עומד אדם המתבונן במציאות, ורוצה להבין אותה.

מדע היא פעילות אנושית לזיהוי תופעות בטבע ומציאת הגורמים להם.

פתיחה – מיהו ניוטון?



צפו באחד או יותר מסרטוני היוטיוב

- אלו דברים חדשים למדתם מהסרטונים?
- אילו שאלות מעניינות אתכם?
- אילו חוקים ועקרונות גילה ניוטון?

מי היה ניוטון? מה הוא גילה?

<https://www.youtube.com/watch?v=uafbWJ26xNU>

שרגא ביש גדא - 15 דקות - מה גילה ניוטון

<https://www.youtube.com/watch?v=UGroUwFxFxSKI&t=2s>

סר אייזיק ניוטון – 3.3 דקות

<https://www.youtube.com/watch?v=-2Pvr3OKVQ>

המהפכה המדעית אייזיק ניוטון וסיכום – 5 דקות

<https://aleph.weizmann.ac.il/?CategoryID=786&ArticleID=2360>

סרטון המדגים את חוקי ניוטון בחינך

<https://www.youtube.com/watch?v=j7-2N0Are4>

על ניוטון - 7 דקות גילויים חשובים

אאוריקה- ניוטון

<https://eureka.org.il/item/17155/%D7%9E%D7%94-%D7%92%D7%99%D7%9C%D7%94-%D7%94%D7%9E%D7%93%D7%A2%D7%9F-%D7%90%D7%99%D7%99%D7%96%D7%A7-%D7%A0%D7%99%D7%95%D7%98%D7%95%D7%9F-%D7%91%D7%9E%D7%97%D7%A7%D7%A8%D7%99%D7%95>

מה גילה המדען אייזק ניוטון במחקריו? מיהו ומה פועלו של אייזק ניוטון?

רבים אומרים שהוא גדול המדענים בהיסטוריה. הפיזיקאי והמתמטיקאי האנגלי אייזק ניוטון, בן המאה ה-17, נחשב לאחד המדענים הגדולים בכל הזמנים. הוא היה נער מבית פשוט שאימו לא קיבלה ממנו עזרה בבית. כשפנתה לקרוב משפחה שידבר איתו, הוא שוחח עימו והודיע לה שהילד שלה גאון. ניוטון הצעיר נשלח ללימודים בבית ספר בקיימברידג' ושם הפך לתלמיד מצטיין ולסטודנט מבריק. האגדה מספרת שכבר בגיל 23 הוא צפה בתפוח נופל מעץ בעיירה קיימברידג' והבין שכוח מסוים הוא שמושך אותו אל האדמה. מכאן הדרך קצרה הייתה לתיאוריה מסעירה ששינתה את כל מה שחשבו עד אז על הפיזיקה של כדור הארץ ועל חוקי התנועה של הגופים. ניוטון ניסח את "חוק הכבידה העולמי", חוק מדעי שקבע שבין כל שני גופים חומריים, בעלי מסה, פועל כוח משיכה. התיאוריה שלו אף קבעה שככל שהגופים הם קרובים זה לזה ומכפלת המסות שלהם גדולה יותר, כוח המשיכה ביניהם יהיה חזק יותר.

ניוטון היה המדען הראשון שתיאר את כוח הכבידה ואת שלושת חוקי התנועה ובכך יצר את הבסיס להנדסה המודרנית ולהישגים עצומים במכניקה והתעשייה המודרניים. הוא היה אולי המדען הגדול בכל הזמנים ולבטח מי שהניח את היסודות החשובים לחשיבה המדעית המודרנית. ניוטון תרם בתגליות ומחקר מעמיק גם באופטיקה, אסטרונומיה ומתמטיקה ותרם רבות להתפתחות הגישה המדעית ולהבנת היקום והחלל שמסביבנו.

חוקי ניוטון

שלושת חוקי ניוטון בשנת 1686 פרסם ניוטון את ספרו "העקרונות המתמטיים של פילוסופיית הטבע (Principia Mathematica Philosophiae Naturalis)". "הספר הציג את התיאוריה הפיסיקלית הידועה היום בשם מכניקה קלאסית או מכניקה ניוטונית או, בפשטות, מכניקה. המכניקה הניוטונית מבוססת על שלושה חוקים המכונים חוקי ניוטון. אלה הם חוקים בסיסיים, או הנחות יסוד, המהווים נקודת מוצא לתיאוריה כולה, על נוסחאותיה ומסקנותיה. אפשר להשוות את תפקידם של חוקי ניוטון במכניקה לתפקיד האקסיומות בתיאוריה מתמטית.

החוק הראשון של ניוטון: כל גוף מתמיד במצב של מנוחה, או כמצב של תנועה במהירות קבועה בקו ישר, כל עוד לא פועל עליו כוח. החוק הראשון של ניוטון מכונה גם בשם **חוק ההתמדה**. למעשה הוא נוסח לראשונה על ידי גלילאו, שהסיק אותו מניסויים שערך (כגון גלגול כדורים על מישור חלק). (החידוש בחוק ההתמדה

הוא בכך שהוא מעניק לתנועה במהירות קבועה (תנועה קצובה) בקו ישר מעמד שווה לזה של מנוחה .

עד למאה ה 17 טענו חכמי הטבע , בעקבות אריסטו , כי המנוחה היא "המצב הטבעי" של רוב הגופים , וכי כדי לגרום לגוף לנוע יש להפעיל עליו כוח . בהיפסק הכוח , כך סברו , הולכת התנועה ופוחתת , עד לעצירה מוחלטת .

ניסיוננו היומיומי מאשר , לכאורה , סברה זו . כדי שעגלת תינוק תנוע במהירות קבועה , האם חייבת לדחוף אותה ללא הפסק , אחרת העגלה תיעצר . כששחקן כדורגל בועט בכדור , הכדור מתגלגל על הדשא במהירות קטנה והולכת , ואם לא בולמים אותו הוא נעצר לבסוף מעצמו . הוא הדין בשאר הגופים הנעים נראה כי הם נעצרים בסופו של דבר מעצמם , בלי שיהיה צורך להפעיל כוח לשם כך .

ואולם גלילאו וניוטון הכירו בכך שגופים נעים לא נעצרים "מעצמם" , " אלא בגלל החיכוך שבינם לבין הקרקע ובגלל התנגדות האוויר . הגורמים הללו הם הכוחות העוצרים את הגופים , וכשמצליחים להקטין אותם , הגוף ינוע למרחק גדול יותר לפני שייעצר .

<https://davidson.weizmann.ac.il/online/sciencehistory/%D7%94%D7%90%D7%99%D7%A9-%D7%A9%D7%97%D7%A9%D7%91-%D7%A2%D7%9C-%D7%94%D7%9B%D7%95%D7%9C>

כתבה - האיש שחשב על הכול – פבלו סקלי

סר אייזק ניוטון היה אחד הפיזיקאים והמתמטיקאים הגדולים בהיסטוריה. הוא ניסח את חוק הכבידה האוניברסלי ואת חוקי המכניקה הקלאסית, היה מממציאי החשבון האינפיניטיסימלי, ופתר בעיות רבות בתחומי האופטיקה, האסטרונומיה, הקול ועוד. הוא השפיע עמוקות על צורת החשיבה המדעית, היה מאבות המהפכה המדעית וכתביו ממשיכים להשפיע על חיינו עד היום.

ניוטון נולד ב-25 בדצמבר 1642 בכפר קטן במזרח אנגליה, כמה חודשים אחרי מות אביו. אף על פי שנולד פג, הוא שרד. אמו התחתנה מחדש כשהיה בן 3 ואייזק הצעיר נשאר לגדול בבית סבתו. את לימודיו בבית הספר הוא סיים בהצטיינות, ולמרות מאמציה של אמו לכוון אותו לעיסוק בחקלאות, הלך ללמוד פילוסופיה ומדעים באוניברסיטת קיימברידג'.

כשסיים את לימודי התואר הראשון נסגרה האוניברסיטה עקב מגפה, וניוטון נשאר בביתו במשך שנתיים. בתקופה הזאת הוא החל לפתח את הענף המתמטי שייקרא לימים חשבון אינפיניטיסימלי (או חדו"א : חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי) – התחום

שמתאר את קצב השינוי של דברים. למשל קצב שינוי המקום שלי הוא המהירות שאני הולך בה. כמו כן הוא עשה אז ניסויים ראשונים באופטיקה. ב-1666 שב ניוטון לאוניברסיטה והמשיך לפתח את מחקריו. באותה שנה כבר פרסם חיבור ראשון את עקרונות החשבון האינפיניטיסימלי. הוא השתמש בתחום לפתרון בעיות מתמטיות רבות ולחישובים בפיזיקה. כמו כן הוכיח משפטים במתמטיקה ובגיאומטריה שאיש לא הצליח להוכיח לפניו ופתר בעיות שנחשבו בלתי ניתנות לפתרון. בגיל 27 כבר מונה לפרופסור למתמטיקה באוניברסיטת שבה למד. אחת מגולות הכותרת בעבודתו הייתה חקר התנועה של גופים. ב-1687 הוא פרסם בחיבורו "עקרונות מתמטיים של פילוסופיית הטבע" את **שלושת חוקי התנועה האוניברסליים**.

החוק הראשון קובע שגוף שלא פועל עליו כוח (או שהכוחות הפועלים עליו מקזזים זה את זה) יתמיד במצב תנועתו (אם הוא לא נע - הוא יישאר דומם, ואם הוא נע במהירות קבועה הוא ימשיך בה).

החוק השני קובע שמהירותו של גוף תשתנה רק אם יופעל עליו כוח, ובכיוון שאליו הופעל הכוח. על פי החוק השלישי, כאשר גוף מפעיל כוח על גוף אחר, הגוף האחר מפעיל עליו כוח בעוצמה זהה אך בכיוון הנגדי.

ניוטון ניסח גם את חוק הכבידה האוניברסלי. יש עדויות לכך שהוא הגיע לחוק הזה לאחר שראה תפוח נופל מעץ, ועל פי האגדה הרווחת התפוח נפל על ראשו. על פי חוק הכבידה, בין כל שני גופים בעלי מסה פועל כוח משיכה שעוצמתו גדלה בהתאם למסה שלהם וקטנה ביחס של ריבוע המרחק ביניהם. השילוב של חוקי התנועה וכוח הכבידה אפשר לניוטון להסברי שורה ארוכה של תופעות, החל בנפילת תפוח לקרקע, דרך תנועת הפגז של תותח, סיבוב הירח סביב כדור הארץ, גאות ושפל, וכלה בעובדה שאנשים באוסטרליה לא נופלים לשמים.

גדולתה של עבודתו הייתה שהיא לא רק הסבירה תופעות, אלא גם אפשרה לחשב ולחזות במדויק שלל אירועים ותופעות.

ניוטון היה נוצרי מאמין וסבר שגילויו מאדירים את שמו של האל ומסבירים איך היקום פועל כמו מכונה. למעשה כל חישוביו וכל עבודתו היו בעיניו תיאור הבריאה, ועל כן חלק חשוב בפילוסופיה. חלק ניכר מכתביו עוסקים בנושאים דתיים ותיאולוגיים שאינם נוגעים כלל במה שמכונה כיום "מדע". אך מבחינתו לא היה מדובר בתחומים נפרדים.

לצד עבודתו המדעית, היה ניוטון מעורב בתחומים נוספים. הוא היה חבר פרלמנט למשך שתי קדנציות קצרות, וכן שימש מנהל המטבעה המלכותית – תפקיד מרכזי מאוד בבריטניה של זמנו, שהכניס לו הון רב. כמו כן היה נשיא החברה המלכותית – הגוף המקביל לאקדמיות למדעים של ימינו. ניוטון לא התחתן מעולם וכנראה גם

לא קיים קשרים של ממש עם נשים. בערוב ימיו התגורר בבית משפחתה של אחייניתו, שם מת בשנתו ב-20 במרץ 1727, בגיל 84. ניוטון נחשב עד היום לאחד המדענים הגדולים בהיסטוריה. תרומתו לפיזיקה ולמתמטיקה קידמה את המהפכה המדעית ושינתה מן היסוד את האופן שבו אנו מבינים את העולם הסובב אותנו. דמותו הפכה מזוהה עם מצוינות מדעית והופיע באינספור סרטים, ספרים ומחזות. מעמדו התבטא בין השאר בהספד שכתב על קברו המשורר אלכסנדר פופ:

NATURE and Nature's Laws lay hid in Night:

God said, "Let Newton be!" and all was light.

הַטֵּבַע וְחֻקָּיו נָחוּ בְּחֹשֶׁכֶת שְׁחֹר, וַיֹּאמֶר אֱלֹהִים: יְהִי נְיוֹטוֹן – וַיְהִי אֹר.

https://www.ranlevi.com/texts/ep37_isaac_newton_text/

על ניוטון - ראשון המדענים, אחרון הקוסמים: על אייזיק ניוטון

כתב: רן לוי

ניוטון נחשב לגדול המדענים בכל הזמנים. ממרחק של כשלוש מאות שנה, המהפכה שחולל ניוטון בראיית העולם שלנו נראית ברורה יותר מאי פעם - אך אפילו בני דורו ראו בניוטון גאון מיוחד במינו. מדוע, וכיצד שינה ניוטון את עולמנו?

שנת 2005 הייתה שנה חגיגית במיוחד: בדיוק מאה שנים קודם לכן, ב-1905, פרסם אלברט איינשטיין ארבעה מאמרים חשובים ביותר שהפכו אותו ממדען אפור לסלב כלל-עולמי. בכל רחבי העולם ציינו את שנת 2005 כ'שנה של איינשטיין': כנסים, תערוכות והרצאות נערכו לכבודו לרוב. גם החברה המלכותית הבריטית, האגודה המדעית היוקרתית והוותיקה מכולן, ציינה את שנת המאה של איינשטיין. האגודה העמידה קלפי, ושאלה את חבריה מי המדען החשוב והמשפיע ביותר בהיסטוריה על המדע והאנושות בכלל: אלברט איינשטיין או אייזיק ניוטון.

ניוטון הצעיר

אם החיים היו משחק קלפים, אזי ניוטון קיבל עם לידתו בשנת 1643 סט של קלפים גרועים במיוחד. יתכן ונסיבות חייו המוקדמים הם אלה שהפכו אותו לרווק המתבודד והמרוחק שהיה כשבגר.

משפחתו של אייזיק ניוטון הייתה משפחת איכרים פשוטה ונטולת השכלה, וכדי להוסיף על כך - אביו של ניוטון הלך לעולמו שלושה חודשים לפני הלידה, והשאיר את אשתו הצעירה וההרה להתמודד לבדה מול העולם.

ניוטון גדל אצל אימו עד גיל שלוש, ואז חל מהפך דרמטי בחייו - שינוי שיתיר עליו

את חותמו עד ליומו האחרון. אימו של אייזיק הקטן פגשה סוחר עשיר, אדם שהיה מבוגר ממנה בארבעים שנה, שהסכים לקחת אותה לאישה. זה היה סידור נוח לשני הצדדים: האישה הצעירה הרוויחה ביטחון כלכלי, והחתן המבוגר ודאי היה מרוצה מהכלה הצעירה שתוכל לעשות לו ילדים נוספים. אימו של ניוטון דרשה, כתנאי לחתונה, שהסוחר העשיר ירשום על שמו של אייזיק חלקת אדמה פרטית שאותה יקבל כשיגדל. החתן המיועד הסכים, אבל בתנאי אחד- שהילד ישלח לגדול הרחק מהם, אצל הוריה של האם.

במציאות הקשה של המאה השבע-עשרה, לאמא הצעירה לא היו הרבה ברירות. ניוטון הקטן נקרע ממש מזרועותיה של אימו, ונשלח לגור אצל סבו וסבתו למשך שנים ארוכות. אפשר לדמיין עד כמה הייתה החוויה הנוראית הזו טראומתית אצל ילד קטן כל כך, שהקרע הבטוחה היחידה שהכיר בכל עולמו- אימו- נשמטה מתחת לרגליו. אין ספק שטראומת ילדות זו תרמה תרומה מכרעת לאופיו הבוגר של ניוטון: אדם בודד, חשדן שלא בטח באיש. ייתכן וניוטון היה הומוסקסואל לא-מוצהר, דבר שעשוי להסביר את הניתוק מהחברה השמרנית. לא היו לו מערכות יחסים ארוכות עם נשים, ובמשך עשרים שנה האדם הקרוב אליו ביותר היה שותפו לחדר באוניברסיטה.

אך ניתן לשער שאלמלא הפרידה הקשה והטראומתית הזו מאימו, ייתכן ולא היה מגיע לעולם אל האקדמיה.

כשקיבלו הסבא והסבתא את ניוטון בן השלוש, שלחו אותו ללמוד בבית ספר איכותי- אולי כדי לתת לעצמם מנוחה מהילדון הפעלתן. בבית הספר ניוטון התבלט מייד ביכולותיו והפך להיות התלמיד הטוב ביותר במוסד. אביו של ניוטון, וגם סבו לפניו, היו איכרים פשוטים שלא ידעו קרוא וכתוב: אילו לא היה אביו של ניוטון נפטר בטרם עת, ואימו לא הייתה מתחנתת מחדש- ניוטון היה ממשיך את מסורת המשפחה ונשאר איכר. תפוחים היו אולי נופלים לו על הראש, אבל משם ממשיכים היישר לארגז ולשוק.

כילד, ניוטון גילה כישורים אינטלקטואליים נכבדים ואהב מאוד לבנות מודלים ועפיפונים, אבל את אימו- טיפוס פרקטי עם רגליים על האדמה- עובדה זו לא הרשימה במיוחד. כשהגיע ניוטון לגיל העשרה הורתה לו אימו לעזוב את הלימוד ולחזור אל החווה, שם הוא היה אמור ללמוד איך לגדל כבשים, לזרוע את השדות, לחלוב פרות ועוד כהנה וכהנה כישורים שהיו הופכים את ניוטון, כנראה, לחקלאי החכם ביותר בהיסטוריה.

אבל לגורל היו, ולמזלו של ניוטון ולמזלנו, תוכניות אחרות. ניוטון שנא כל רגע

בחווה. הוא לא אהב כבשים, הוא לא אהב לזרוע בשדות והוא שנא לחלוב פרות. הוא עתיד היה להיות מדען מבריק, אבל בינתיים היה חוואי זוועתי. כולם ראו את זה: החוואים האחרים התעצבנו עליו כשהיה נותן לפרות שלו להסתובב באחו שלהם, אימו קיטרה עליו כששכח להאכיל את הכבשים ואפילו הפרות געו בתחינה כשניוטון שכח לחלוב אותן, ובמקום זאת התעמק הנער הצעיר בקריאת ספרי מדע. לא ברור אם ניוטון היה חקלאי גרוע באמת או שרק עשה הצגות, אבל בסביבות גיל שמונה עשרה אימו הטיסה אותו בבעיטה חזרה לאוניברסיטה. גם באקדמיה, ניוטון לא ליקק דבש. ראשית, הוא היה סטודנט מבוגר יחסית - כל שאר התלמידים היו בני חמש עשרה ומטה. שנית, הוא הגיע ממעמד חברתי וכלכלי נמוך, ולכן היה חייב לעבוד כמשרת של סטודנט אחר כדי לגמור את החודש. אפשר לשער שסידור מיטות וריקון סירי לילה מלאים בשתן לא הפכו את ניוטון ל'פריס הילטון' של השכבה. גם האווירה האקדמאית סביבו לא הייתה מהמשובחות. אוניברסיטת קיימברידג' נחשבת היום לאחת ממוסדות הלימוד המעולים שבעולם, עם שמונים ושניים פרסי נובל שיצאו ממעבדותיה ובוגרים כדוגמת דארווין, מאקסוול וכמובן ניוטון עצמו - אבל במאה השבע עשרה, בתקופתו של ניוטון, דברים נראו אחרת לגמרי. קיימברידג' הייתה אוניברסיטה מדרג ג' אשר דישדשה מאחורי אוניברסיטת אוקספורד היוקרתית. ככלל, מקיימברידג' יצאו בעיקר אנשי כמורה טובים מאוד, או רופאים גרועים מאוד.

ניוטון והקשת

כשהיה אייזיק ניוטון לקראת סיום התואר הראשון שלו, פרצה מגיפה קטלנית באוניברסיטה וכל הסטודנטים נשלחו אל מחוץ לעיר עד יעבור הזעם. גם ניוטון עבר להתגורר בחווה לתקופה ארוכה. מי היה משער שדווקא שם, הרחק מההמולה ושיעורי הבית של האוניברסיטה, עתיד היה ניוטון לעשות את העבודה ששינתה את המדע לתמיד.

בתקופה שבה ניוטון היה בחווה, וקיימברידג' הייתה סגורה בגלל החשש ממגיפה, הוא פיתח סוג חדש לגמרי של מתמטיקה: 'חשבון פלאקסיאונים'. הבעיה הייתה שניוטון לא טרח לספר לאף אחד על התגלית שלו, כנראה מכיוון שחשב שאף אחד לא מספיק חכם כדי להבין על מה הוא מדבר. אבל כעבור עשר שנים בערך פירסם המתמטיקאי הגרמני גוטפריד לייבניץ את אותן התגליות בדיוק, ורק אז ניזכר ניוטון שהוא, בעצם, היה ראשון.

בספר החשוב הזה ניוטון תיאר את כוח המשיכה ואת מסלולי הכוכבים, והגדיר שלושה חוקים חשובים ביותר: שלושה חוקים שהגדירו תמונת עולם שלמה.

החוק הראשון קובע כי גוף שנמצא במנוחה או נע במהירות קבועה, ימשיך במצב זה כל עוד לא הופעל עליו כוח חיצוני. לגבי עצמים שנמצאים במנוחה, זה ברור: אם נשים ספר על השולחן- הוא לא יזוז כל עוד לא ניגע בו. אבל הניסיון השגרתי שלנו מלמד אותנו שכדור שמתגלגל על הרצפה נעצר בסופו של דבר, למרות שעל פי החוק הראשון הוא אמור להמשיך ולהתגלגל במהירות קבועה לנצח.

ניוטון הבין שהמציאות היומיומית הזו מטעה אותנו. כשכדור מתגלגל על הרצפה, פועל עליו כוח חיצוני- כוח שכולנו מכירים, אבל נוטים להתעלם ממנו: החיכוך. החיכוך הוא זה שגורם לכדור להעצר. אבל אם נעלים את החיכוך, הכדור ימשיך להתגלגל באותה המהירות לנצח. תזכרו למשל בפעם הראשונה שניסיתם להחליק על סקטים: קשה מאוד לעצור! כל מי שהתרסק על מדרון מושלג תוך כדי גלישת סקי יודע- החוק הראשון של ניוטון עובד...

החוק השני קובע שאם נפעיל כוח על גוף, נקבל תאוצה. הרעיון הזה הוא קצת קל יותר לעיכול: אם נותנים בעיטה לכדורגל, הכדור מאיץ ממהירות של אפס ק"מ בשעה לעשרים ק"מ בשעה, או שלושים ק"מ בשעה אם מדובר בכדורגלן אירופאי.

הנקודה המעניינת כאן היא שהתאוצה שהגוף יקבל בגלל הכוח שהפעלנו עליו, קשורה למאסה שלו. גם כאן הקונספט פשוט למדי: ניקח עגלת תינוק ורכב כבד, ונשים את שניהם על משטח קרח חלקלק (כדי לבטל את השפעת החיכוך). אם נדחוף את עגלת התינוק הקלה על הקרח היא תשנה את מהירותה באופן ניכר, אבל אם נפעיל את אותו הכוח על הרכב הכבד- הוא בקושי יזוז. אפשר לומר שהמאסה של העצם שעליו מופעל הכוח היא כמו ההתנגדות שלו לשינוי במהירות: מאסה קטנה, התנגדות קטנה, מאסה גדולה, התנגדות גדולה. המאסה, מבחינה זו, שקולה להתנגדות החשמלית: אם ההתנגדות החשמלית קטנה, קל לזרם לזרום דרך המוליך- אך אם ההתנגדות גדולה, הזרם בקושי מצליח לעבור דרכו. אותו העיקרון תקף גם באינספור מקרים אחרים: למשל, ההתנגדות למעבר של חום בתוך עץ ביחס למתכת, או ההתנגדות לכיווץ של קפיץ קטן לעומת קפיץ גדול. אני בטוח שהמאזינים יכולים לחשוב על דוגמאות רבות נוספות.

החוק השלישי והאחרון קובע שלכל כוח יש כוח נגדי לו השווה בעוצמתו. אם הייתי שוודי, הייתי נותן את הדוגמא הקלאסית: אדם עומד על משטח קרח חלקלק,

ומישהו בא ונותן לו תפיחה ידידותית על הכתף. מה קורה? שניהם זזים, כל אחד לכיוון אחר. אבל אני ישראלי, אז ניתן דוגמא יותר רלוונטית. אדם עומד ברחוב, ובא מישהו ונותן לו אגרוף בפנים. לשניהם כואב באותה המידה: לאחד כואבת היד, ולשני הלסת. מדוע? מכיוון שאותו הכוח שהפעיל האגרוף על הפרצוף, הפעיל בחזרה על האגרוף.

נזכור שהכוחות המנוגדים לא משפיעים במידה שווה על שני האנשים. למאסה (כפי שראינו בחוק השני) יש חשיבות: דהיינו, אם מבוגר דוחף ילד קטן בגן משחקים- הילד יעוף אחורה רחוק יותר למרות שאותו הכוח פועל על שניהם. פעם היינו אומרים במצב כזה- "זה לא כוחות". על פי ניוטון נכון יותר לאמר- "זה לא מאסות".

ניוטון נתן בספרו את הנוסחא לחישוב כוח המשיכה שפועל בין שני גופים, וכך ניתן היה לחשב את כל הכוחות שפועלים בין השמש לכוכבי הלכת. ייתכן וחלק מהמאזינים שואלים את עצמם: אז מה? מה כל כך מיוחד בתאוריה של ניוטון? שלושה חוקים, נוסחא אחת- על זה כל הטרראם?

כדי להבין את חשיבותם של חוקי ניוטון, צריך להבין מה עבר בראשם של בני המאה ה-17. אריסטו וכל הפילוסופים היוונים הדגולים הניחו שאין קשר בין מה שמתרחש על כדור הארץ ובין מה שקורה בשמיים. על כדור הארץ יש חוקים, נוסחאות, תאוריות וכולי- ובשמיים, שם האלים קובעים מה קורה. אם השמש עולה ויורדת כל יום, זה מכיוון שכך האלים קבעו שיהיה, ואם הירח לא נופל לנו על הראש כל לילה- זה בזכותו של אלוהים שקבע אותו שם עם מסמר קדוש. ניוטון זרק את כל הרעיונות האלה לפח הזבל של ההיסטוריה, והבהיר לכולם: רבותי, אותם החוקים שתקפים בכדור הארץ- תקפים בכל מקום ביקום. החוק ששולט בהתנהגותו של כדור שמתגלגל על רצפה- הוא אותו החוק שקובע כיצד צדק הגדול יקיף את השמש.

התובנה הזו הייתה לא פחות ממדהימה. פתאום הבינו כולם שלידע האנושי אין גבולות קבועים מראש. אין משהו ביקום שהוא נפלא ונשגב מבינתנו, ואם נבין את חוקי הטבע שמשפיעים עלינו כאן, בכדור הארץ, נוכל להבין את כל מה שמתרחש ביקום.

להארה הזו הייתה השפעה דרמטית על המדענים, והם שעטו על מחקריהם כמו סוסי מרוץ ששערי המסלול נפתחו בפניהם לפתע פתאום. בשיא שכרון הכוח הזה היה נדמה לפיסיקאים שאם יתנו להם מספיק כוח חישוב ומידע, הם יוכלו לחשב הכל! האשליה הזו החזיקה מעמד קצת יותר ממאתיים שנים, עד שבאה תורת הקוונטים וניפצה אותה.

הפרינקיה מתמטיקה הייתה שיא פועלו של אייזיק ניוטון, והוא התקבע בתודעה הקולקטיבית כגאון שאין ולא היה כדוגמתו בכל ההיסטוריה. כל העבודה הנפלאה הזו התרחשה בפרק זמן של כחמש עד עשר שנים בלבד, ולאחריה- כלום. מכאן ואילך ניוטון לא תרם יותר שום דבר למדע.

משחקים בתאולוגיה

אחרי שסיים לעבוד על תורת הכבידה, ניוטון הפנה את כל מרצו לנושאים אחרים שסיקרנו אותו מאוד: התאולוגיה, והאלכימיה. במשך עשרים שנים תמימות ניוטון עסק בשני הנושאים הללו- הרבה יותר זמן משהקדיש לפיסיקה ולמתמטיקה- והפיק נפח עצום של עבודה: ספרים על טבעה של האמונה הדתית, מאמרי פרשנות על התנ"ך, ניסיונות להפיק זהב מעופרת, והכל לחינם. מבחינה אינטלקטואלית, ניוטון נכנס לרחוב ללא מוצא. אפשר רק לנחש לאילו תובנות היה יכול להגיע, אילו היה ממשיך את מחקריו המדעיים. למען הצדק ההיסטורי, חשוב לציין שתאולוגיה ואלכימיה נחשבו נושאים מקובלים למחקר באותה התקופה- לניוטון לא הייתה סיבה שלא לעסוק בהם. אפשר גם לנסות ולהסביר את המשיכה של ניוטון אל העל-טבעי, במונחי ההתעניינות שלו בכוח המשיכה: הרי בסופו של דבר מדובר בכוח מסתורי מאוד, ששולח יד ארוכה ובלתי נראית כדי לאחוז בגופים עצומים ורחוקים. הקשר המיסטי כאן ברור למדי.

למשך תקופה קצרה היה אייזיק ניוטון חבר בפרלמנט הבריטי. הוא נבחר לתפקיד בעקבות תמרונים פוליטיים של ראשי המפלגות, ולא בזכות כישורי הפרלמנט שלו: בכל התקופה שהיה בבית הנבחרים, ההערה היחידה שלו שנרשמה בפרוטוקול הייתה שסיר אייזיק ניוטון מבקש לסגור את החלון כי רוח פרצים חודרת פנימה. גם את תואר האבירות המלכותי שלו קיבל בעקבות תככים פוליטיים, יותר מאשר כהוקרה על השגים מדעיים מכובדים.

מאוחר יותר מונה ניוטון לתפקיד בכיר במטבעה של האוצר האנגלי- הרשות שאחראית על ייצור המטבעות. התפקיד אליו מונה ניוטון היה אמור להיות רשמי וחסר שיניים, יותר 'תפקיד של כבוד' מאשר אחראיות בפועל- אבל ניוטון לא עשה שום דבר בחצאים. הוא נכנס למלחמת חורמה מול זייפני כספים, ורדף אותם בקשיחות ללא טיפה של רחמים. זיוף כספים היה עבירה שדינה מוות, וניוטון וידא שהעונשים יבוצעו ללא שהיות.

אייזיק ניוטון הלך לעולמו בשנת 1727, בגיל 84, וניקבר בחלקת גדולי האומה בכנסיית ווסטמינסטר אבי. לאחר מותו דווח כי בגופו נתגלו כמויות גדולות של כספית, אולי כתוצאה מניסוייו הרבים באלכימיה. ייתכן ולכספית הרעילה הייתה

השפעה על אופיו האקסנטרי של ניוטון- לעולם לא נדע בוודאות- אבל אין ספק שאופיו המיוחד תרם באופן קריטי להשגיו. במילותיו של ניוטון עצמו: "אפלטון הוא חברי, אריסטו הוא חברי- אבל האמת היא חברתי הטובה ביותר".

חוקי ניוטון – ספריה וירטואלית של מטח

📌 החוק הראשון - חוק ההתמדה

החוק טוען שגוף ימשיך בתנועתו בקו ישר ובאותה מהירות, כל עוד שקול הכוחות הפועלים עליו שווה לאפס.

דוגמא

מחליק על הקרח הנע במהירות של 5 מטר לשנייה ימשיך במהירות זו כל עוד שום דבר אינו עוצר אותו, (כאשר יגיע לקיר בקצה המשטח הוא בוודאי יעצר). בדוגמא זו פועלים על המחליק שני כוחות:

כח הכובד - הכוח אשר מפעילה מסת האדם.

כח נורמאלי - הכוח אשר מפעיל משטח ההחלקה על האדם.

כוחות אלה מבטלים זה את זה כך שסכומם אפס.

📌 החוק השני - חוק התאוצה

החוק טוען שתאוצתו של גוף עומדת ביחס ישר לכוח הפועל עליו. היחס בין התאוצה לכוח נקבע על פי המסה (כמות החומר) של הגוף, במידה וסכום הכוחות הפועל על הגוף גדול יותר, כך תאוצת הגוף תהיה גדולה יותר.

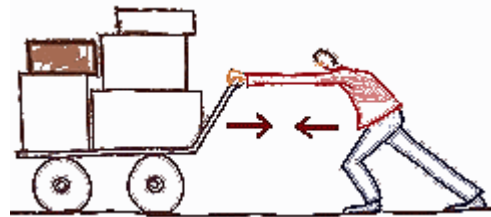
$$F = ma$$

כאשר F הוא הכוח m מסת הגוף ו a תאוצתו

[חוק הנפילה של גלילאו](#) הינו דוגמא פרטית לחוק השני של ניוטון, הדנה בתנועת נפילה בכוח קבוע.

במקרה זה של כוח קבוע - המרחק אותו עובר הגוף עומד ביחס ישר לרבוע הזמן.

החוק השלישי - חוק הפעולה והתגובה



הכוח אותו מפעיל גוף אחד על הגוף השני שווה והפוך בכוונו לכוח שמפעיל הגוף השני על הגוף הראשון. **החוק אומר**: אם אני לוחץ על הרצפה בכוח משקלי - הרצפה לוחצת עלי בכוח נגדי שווה בגודלו. התוצאה המפתיעה יותר של החוק היא שאם אני מפעיל כוח על עגלה המתחילה לנוע היא מפעילה עלי כוח נגדי

חוקי ניוטון

החוק הראשון: "גוף יישאר במנוחה או יתמיד במהירות תנועתו, כל עוד שקול הכוחות הפועלים עליו הינו אפס"

החוק השני: קיים יחס ישר בין שקול הכוחות הפועל על גוף לתאוצתו (שינוי מהירותו). (גוף לא יכול להניע את עצמו)

החוק השלישי: "באינטראקציה בין שני גופים, כל גוף מפעיל כוח על האחר. כוחות אלו שווים בגודלם ומנוגדים בכיווניהם"

קישורים לחוקי ניוטון

סודות החיים – הסבר ברור של כוחות וחוקי ניוטון, בשפה מובנת. מצויר. - https://www.youtube.com/watch?v=5Rtk9fdQ_O0 - 3:45 דקות

מומלץ לפתיחה.

<https://www.youtube.com/watch?v=zCNSO002jfi>

סרטון מומלץ על חוקי ניוטון – 4 דקות - הסבר מודגם

להסבר מלא כנסו אל <http://goo.gl/sQswK> - זהו סרטון מתוך המדור 'מאגר מדע' של האתר דוידסון און-ליין. דוידסון און-ליין הוא אתר חינוכי מבית מכון דוידסון לחינוך מדעי - הזרוע החינוכית של מכון ויצמן למדע.

<https://www.youtube.com/watch?v=EdPgGWaE7jg>

חוק השלישי של ניוטון - 8 דקות - מומלץ

<https://heb.topbrainscience.com/3272144-what-are-the-three-newton39s-laws>

החוק הראשון של ניוטון – 8 דקות עם הדגמות

<https://www.youtube.com/watch?v=p53V-dl4tIM>

החוק הראשון של ניוטון

מהו החוק הראשון של ניוטון ?

כוח הכבידה, כוח המשיכה (גרביטציה) עקרון ההתמדה

החוק הראשון אומר שגוף תמיד ישאף להישאר במנוחה או בתנועה במהירות קבועה בקו ישר, כל עוד לא משפיע עליו כוח חיצוני. למעשה ניתן להמיר זאת למושגי אנרגיה, שגוף ישאף לבזבז מינימום אנרגיה כלומר להישאר במנוחה. כאשר תנועה במהירות קבועה בקו ישר מוגדרת כמנוחה משום שאינה גוזלת אנרגיה. בשלב יש שיאמרו כי לא כך הדבר, אם נגלגל כדור, בשלב מסוים הוא יאט וייעצר ולא ימשיך בתנועה ישרה במהירות קבועה.

הסיבה לכך נובעת מכוחות חיצוניים הפועלים על הכדור, שהעיקריים שבהם הם החיכוך עם האוויר והקרקע, וכוח המשיכה. אם כן אם ניקח מערכת אידאלית בה אין כוחות, למשל עמוק בחלל, ונזרוק שם כדור, הוא ימשיך לנוע עד אינסוף בקו ישר ומהירות קבועה - המהירות בה עזב את היד כלומר המהירות בה הכוח הפסיק לפעול עליו.

החוק הראשון של ניוטון: עקרון ההתמדה

בהעדר כוחות חיצוניים הגוף יתמיד במצב התנועה שלו, כלומר, אם הגוף לא נע הוא ימשיך לא לנוע, ואם לגוף יש מהירות הוא ימשיך לנוע בקו ישר ובמהירות קבועה.

דוגמה 1:

מדוע הנוסעים ברכב נזרקים לאחור כשהנהג מאיץ? כדי שהרכב יאיץ על הרכב פועל כוח חיצוני שגורם להאצה – החיכוך בין הצמיגים והכביש. כוח זה לא פועל על הנוסעים. לכן הנוסעים ממשיכים להתמיד במצב התנועה המקורי שלהם, ונעים לאט יותר מהרכב. לכן הם נשארים מאחור. מדוע הם בסופו של דבר נעים עם הרכב?

אם הנוסעים יושבים על כיסא למשל, גב הכיסא מפעיל עליהם כוח חיצוני שגורם להם להאיץ. אם הם עומדים ומחזיקים בידיהם, הידיהם היא זו שמפעילה עליהם כוח זה.

דוגמה 2:

כיצד נדע שעל הירח פועל כוח חיצוני? הירח מקיף את הארץ במסלול מעגלי. כדי שגוף יעקם את מסלולו, חייב לפעול עליו כוח חיצוני, אחרת הוא ימשיך לנוע בקו ישר. כוח זה מופעל על הירח ע"י הארץ. (כוח הכבידה).

דוגמה 3:

כיצד נדע שעל גופים הנמצאים על הארץ פועל כוח משיכה? כשאנו עוזבים גוף ממנוחה הוא מתחיל ליפול לארץ, מכאן שהגוף מפתח מהירות. אם מהירות הגוף גדלה הרי שעל הגוף פועל כוח חיצוני (כוח הכבידה). אחרת הגוף היה מתמיד במצבו המקורי, כלומר נשאר מרחף במקום.

כוח שקול:

אם כמה כוחות פועלים על גוף נוכל תמיד להחליף אותם בכוח אחד שהשפעתו זהה להשפעת כל הכוחות יחד. לכוח זה נקרא הכוח השקול, כי הוא שקול לפעולת כל הכוחות האחרים יחדיו. לכן, אם שקול הכוחות החיצוניים הפועלים על הגוף שווה לאפס, הגוף יתמיד במצב התנועה שלו (חוק ראשון). **החוק הראשון** קובע כי גוף שנמצא במנוחה או נע במהירות קבועה, ימשיך במצב זה כל עוד לא הופעל עליו כוח חיצוני. לגבי עצמים שנמצאים במנוחה, זה ברור: אם נשים ספר על השולחן- הוא לא יזוז כל עוד לא ניגע בו. אבל הניסיון השגרתי שלנו מלמד אותנו שכדור שמתגלגל על הרצפה נעצר בסופו של דבר, למרות שעל פי החוק הראשון הוא אמור להמשיך ולהתגלגל במהירות קבועה לנצח.

ניוטון הבין שהמציאות היומיומית הזו מטעה אותנו. כשכדור מתגלגל על הרצפה, פועל עליו כוח חיצוני- כוח שכולנו מכירים, אבל נוטים להתעלם ממנו: החיכוך. החיכוך הוא זה שגורם לכדור להיעצר. אבל אם נעלים את החיכוך, הכדור ימשיך להתגלגל באותה המהירות לנצח. תזכרו למשל בפעם הראשונה שניסיתם להחליק על סקטים: קשה מאוד לעצור! כל מי שהתרסק על מדרון מושלג תוך כדי גלישת סקי יודע- החוק הראשון של ניוטון עובד...

אאוריקה

מהו כוח הכבידה, או כוח המשיכה? ממה נובע כוח הכבידה?

כוח הכבידה, או "גרביטציה" הוא אחד הכוחות הבסיסיים שיש בטבע. הכבידה הוא כוח משיכה שפועל בין גופים ומושפע מהמסה שלהם.

היה זה אייזיק ניוטון שניסח במאה ה-17 את "חוק הכבידה העולמי", כלל מדעי שקבע שבין כל שני גופים חומריים, גופים בעלי מסה, פועל כוח משיכה. הוא אף ניסח את כוח המשיכה הזה בנוסחה שביטאה את העובדה שככל שהגופים קרובים זה לזה ומכפלת המסות שלהם תהיה גדולה יותר, הכוח הזה יהיה יותר חזק. מה שמדהים שניוטון קבע וצדק, שכל היקום מציית לאותם חוקי כבידה, או כוח המשיכה שתואר כאן. הוא הראה כיצד התנועה של ירחים, כוכבי-לכת, כוכבים וגלקסיות שלמות- כולם נעים בכפוף לחוק הזה. אמנם לא פעם, האסטרונומים, הקוסמולוגים, או חוקרי היקום, מסיקים על סמך התנועה של גלקסיות, שאיפה

שהוא קיימת "מסה חסרה" המשפיעה על התנועה הזו, אבל העבר מראה שמת
שהוא נגלה מהו החומר שמסביר את השוני בתנועה הזו, או שיימצא הסבר הגיוני
אחר, המסתדר עם כוח הכבידה.
המדעים הוא שניוטון גילה שאותו חוק בדיוק משפיע על כל מה שיש ביקום, מנוצה
שנופלת על פני הקרקע ועד לגלקסיות שלמות, הנעות ביקום לפי חוקים מסודרים
ומוגדרים היטב.

דבר מעניין לא פחות הוא שמאות שנים אחרי ניוטון, עדיין לא התגלה כיצד בדיוק
פועל כוח המשיכה, או הכבידה. יש השערות שונות לכך, כמו זו שמציעה שחלקיק
זעיר, שזכה לשם "גרביטון", מעביר מידע בין גופים בעלי מסות שונות ובכך הוא
יוצר את כוח המשיכה ביניהם. החלקיק הזה לא נמצא עדיין, אם הוא בכלל קיים...

אם המדע לא הצליח למצוא את אותו חלקיק או למצוא הסבר טוב אחר להיווצרות
הכוח הפיזיקלי המשפיע ביותר ביקום, זו ודאי ההוכחה הטובה ביותר לדרך
הארוכה שהמין האנושי עוד צריך לעשות, על מנת לגלות את סודות היקום והחיים.

ללא כוח המשיכה - שיר המדגים מה ניתן לעשות ללא כוח משיכה.

<https://www.youtube.com/watch?v=LWGJA9i18Co&feature=youtu.be>

OK Go - Upside Down & Inside Out

https://www.youtube.com/watch?v=ltlws_pqogQ

סרטון

חינוכית, נאס"א וסוכנות החלל הישראלית מציגות : העולם שלנו. בפרק זה אוון
מסביר לנו על כוח המשיכה בחלל ומה מונע ממעבורות החלל מליפול חזרה אל כדור
הארץ.

<https://www.youtube.com/watch?v=LHVk0Kdzmlc&t=428s>

הניסויים שמופיעים פה : כוח הכבידה - הניסוי של גלילאו, בלוני הליום מרימים
דובי רוצים לראות עוד ניסויים? כנסו לאתר של ד"ר מולקולה

<http://www.dr-molecule.com/>

<https://eureka.org/item/56657/%D7%9E%D7%94%D7%95-%D7%9B%D7%95%D7%97-%D7%94%D7%9B%D7%91%D7%99%D7%93%D7%94-%D7%90%D7%95-%D7%9B%D7%95%D7%97-%D7%94%D7%9E%D7%A9%D7%99%D7%9B%D7%94>

https://pop.education.gov.il/tchumey_daat/mada-tehnologia/chativat-beynayim/noseem_nilmadim/kohot-peulatam/

פעילויות מומלצות

<https://www.motnet.proj.ac.il/blog/2006/11/02/%d7%9e%d7%90%d7%92%d7%a8-%d7%a9%d7%90%d7%9c%d7%95%d7%aa-%d7%9e%d7%95%d7%a8%d7%97%d7%91-%d7%91%d7%a0%d7%95%d7%a9%d7%90-%d7%90%d7%99%d7%a0%d7%98%d7%a8%d7%90%d7%a7%d7%a6%d7%99%d7%94-%d7%9b%d7%95%d7%97/>

פעילויות וחומרי למידה

<https://www.hayadan.org.il/major-tom-at-the-iss-130513>

מייג'ור טום שר -- כריס הדפילד – אסטרונאוט קנדי

<https://www.youtube.com/watch?v=AFks9A9TCF0>

שאלות בנושא כבידה ומשקל

2. אסטרונאוט מעבורת החלל אנטרפרייז (גובה מסלולה כ-300 ק"מ מעל לכדור הארץ) יוצא לביצוע תיקונים מחוץ למעבורת ולוקח אתו ארגז עם כלים מסיביים. האסטרונאוט קשור בכבל חזק למעבורת החלל. לפתע, בעקבות תקלה מצערת, נקרע הכבל והאסטרונאוט נותר מרחף בחלל סמוך מאוד למעבורת.
ענו על השאלות הבאות בהתייחס למקרה המתואר.
 - א. הציעו דרך שבעזרתה יוכל האסטרונאוט לחזור למעבורת.
 - ב. מהי "תחושת המשקל" של האסטרונאוט בזמן ריחופו? הסבירו את תשובתכם.
 - ג. האם יכול האסטרונאוט לחזור למעבורת החלל על ידי תנועות ידיים ורגליים בלבד? הסבירו את תשובתכם.
3. לפני הטיסה לחלל מתאמנים האסטרונאוטים במצבים של חוסר תחושת המשקל. לפניכם ארבע שיטות להשגת תנאים של תחושת חוסר משקל, שתיים מהן אינן נכונות. זהו את השיטות הנכונות ונמקו את דעתכם.
 - א. שימוש במטוס מיוחד המגיע לגובה רב, מכוון את חרטומו כלפי מטה, מכבה את מנועיו ונופל באופן חופשי עד סמוך לקרקע, מסתובב ועולה שוב לגובה רב, וחוזר חלילה.
 - ב. שימוש במכשיר צנטריפוגה מיוחד הנמצא על הקרקע ויכול להסתובב בכיוון אופקי בקצב קבוע.
 - ג. הפעלת שיטה דומה ל-א', אך במקרה זה המטוס מכבה את מנועיו עוד לפני שהגיע לשיא גובהו: הטייס מכבה את מנועי המטוס בנסיקתו כלפי מעלה,

ממשיך להתרומם הודות למהירות שרכש עד שמגיע לגובה המקסימלי, נעצר לחלקיק שנייה, ואז נופל כלפי מטה (כמו ב-א').

ד. ביצוע טיסה אופקית במטוס גדול ובמהירות מסוימת (652 קמ"ש) שחושבה במיוחד.

איזו שיטה מאפשרת לאסטרונוטים לשהות זמן רב יותר בתחושת חוסר משקל?

תשובות לשאלות בנושא כבידה ומשקל

2. אסטרונוט מעבורת החלל אנטרפרייז (גובה מסלולה כ-300 ק"מ מעל לכדור הארץ) יוצא לביצוע תיקונים מחוץ למעבורת ולוקח אתו ארגז עם כלים מסיביים. האסטרונוט קשור בכבל חזק למעבורת החלל. לפתע, בעקבות תקלה מצערת, נקרע הכבל והאסטרונוט נותר מרחף בחלל סמוך מאוד למעבורת. ענו על השאלות הבאות בהתייחס למקרה המתואר.
 - א. הציעו דרך שבעזרתה יוכל האסטרונוט לחזור למעבורת. תשובה: עליו להשליך את ארגז הכלים לכיוון הפוך לכיוון תנועתו הרצוי. בדרך זאת הוא יוצר אינטראקציה בינו לבין הארגז: הוא מפעיל עליו כוח בכיוון אחד (הרחק מהמעבורת) ואילו הארגז יפעיל עליו את אותו גודל כוח בכיוון המעבורת.
 - ב. מהו משקל האסטרונוט בזמן ריחופו? הסבירו את תשובתכם. תשובה: הוא חסר משקל כי הוא בנפילה חופשית.
 - ג. האם יכול האסטרונוט לחזור למעבורת החלל על ידי תנועות ידיים ורגליים בלבד? הסבירו את תשובתכם. תשובה: לא. הוא לא יכול להפעיל כוח על עצמו. כדי שיפעל עליו כוח שיגרום לשינוי בכיוון תנועתו הוא חייב להיות באינטראקציה עם גוף אחר.
3. לפני הטיסה לחלל מתאמנים האסטרונוטים במצבים של חוסר תחושת המשקל. לפניכם ארבע שיטות להשגת תנאים של תחושת חוסר משקל, שתיים מהן אינן נכונות. זהו את השיטות הנכונות והסבירו את דעתכם:
 - א. שימוש במטוס מיוחד המגיע לגובה רב, מכוון את חרטומו כלפי מטה, מכבה את מנועיו ונופל באופן חופשי עד סמוך לקרקע, מסתובב ועולה שוב לגובה רב, וחוזר חלילה.
 - ב. שימוש במכשיר צנטריפוגה מיוחד הנמצא על הקרקע ויכול להסתובב בכיוון אופקי בקצב קבוע.
 - ג. הפעלת שיטה דומה ל-א', אך במקרה זה המטוס מכבה את מנועיו עוד לפני שהגיע לשיא גובהו: הטייס מכבה את מנועי המטוס בנסיקתו כלפי מעלה,

ממשיך להתרומם הודות למהירות שרכש עד שמגיע לגובה המקסימלי, ואז נופל כלפי מטה (כמו ב-א').

ד. ביצוע טיסה אופקית במטוס גדול ובמהירות מסוימת (652 קמ"ש) שחושבה במיוחד.

תשובה: א' ו- ג' נכונים. רק בשתי השיטות האלה המטוס נמצא באינטראקציה עם כדור הארץ בלבד.

איזו שיטה מאפשרת לאסטרונוטים לשהות זמן רב יותר בתחושת חוסר משקל? תשובה: ג'.

<https://sites.google.com/a/bialik.ort.org.il/physics/mechanics/dynamics/dynmyqh/nywtwn-wz-htpwh>

מהי תורת הכבידה (גרביטציה)?

כאשר אבן נזרקת למעלה, היא תיפול בסופו של דבר ארצה. כוח המשיכה של כדור הארץ שבגללו נופלת האבן נקרא כבידה (גרביטציה). כוח הכובד הוא אחד מגילויי של כוח המשיכה הפועל בין כל שני גופים חומריים, כוח זה נתגלה במאה ה-17 על ידי ניוטון. על פי חוק הכבידה האוניברסלי שניסח ניוטון, כל חלקיק של חומר ביקום מושך אליו כל חלקיק אחר. ניוטון היה הראשון שקבע שאותם חוקים הפועלים על גופים בכדור הארץ, פועלים גם על גרמי השמים (כמו הירח).

חוקי התנועה של ניוטון

אם נחזיק תפוח בידינו ונשחרר אותו, הוא ייפול ארצה במהירות גדלה והולכת, בגלל כוח הכובד הפועל עליו. התפוח מקבל תאוצה, כלומר מהירותו הולכת וגוברת כל עוד פועל עליו כוח. לעומת זאת, אם נחזיק את התפוח ביד, יתאזן כוח הכובד על ידי דחיפת היד כלפי מעלה.

ניוטון קשר בין מושגי הכוח והתנועה באמצעות שלושה חוקים, המהווים בסיס למכניקה – תחום בפיזיקה העוסק בחקר התנהגותם של עצמים כאשר פועלים עליהם כוחות.

1. החוק הראשון (חוק ההתמדה) - כל גוף מתמיד במצב מנוחה או במצב של תנועה במהירות קבועה על קו ישר, אלא אם כן מופעל עליו כוח.
2. החוק השני - גודל הכוח הנחוץ כדי לגרום לגוף לשנות את מהירותו, תלוי במסה של הגוף ובגודל התאוצה שהוקנתה לו.
3. החוק השלישי (חוק הפעולה והתגובה) - לכל פעולה יש תגובה שווה בכיוון ההפוך.

מהירות נפילת התפוח

כבר ציינו שאמיתות הסיפור על התפוח מוטלת בספק. מדוע בעצם? זאת מכיוון שאם נניח שהתפוח נפל מגובה של כ-2 מטר, הרי שזמן פגיעתו בקרקע הוא כ-0.63 שניות, זמן קצר לכל הדעות. ואם נוסיף לכך את העובדה שלאדם זמן תגובה שונה מאפס, כלומר: לוקח לו זמן להבחין בתנועת התפוח, הרי שספק אם הספיק ניוטון להבחין בצורת מסלול תנועתו של התפוח לפני פגיעתו בקרקע.

החוק השלישי של ניוטון (חוק הפעולה והתגובה)

מהו כוח?

כוח הוא גורם השואף לשנות את מצב הגוף (צורתו, נפחו או מהירותו בגודלה ו/או בכיוונו). באמצעות הכוח בשרירינו, אנו מביאים לידי תנועה גופים כגון כדורסל. אנו מנצלים את כוח החיכוך בין בלמי האופניים ובין הגלגלים - כדי לעוצרם. במקרים אלו נוצר הכוח בין הגופים כתוצאה מהמגע ביניהם. אך יש מקרים שבהם מופעל הכוח בלא מגע בין הגופים, לדוגמה: כדור הארץ מפעיל כוח משיכה על הירח הסובב סביבו או מגנט המפעיל כוח על גוף ברזל הנמצא בקרבתו. באופן כללי נתאר כוח על ידי גודלו ועל ידי כיוון פעולתו.

החוק השלישי של ניוטון – חוק הפעולה והתגובה

הכוח הוא פעולת גומלין (אינטראקציה) בין שני גופים. לפי החוק השלישי של ניוטון, אם אנו מפעילים כוח על גוף, הרי שאותו גוף מפעיל עלינו כוח, הזהה בגודלו והפוך בכיוונו לכוח שהפעלנו על אותו גוף. שני הכוחות, המכונים כוחות פעולה ותגובה, פועלים תמיד על גופים שונים.

דוגמאות:

אם מגנט מושך אליו גוף העשוי מברזל הנמצא בקרבתו, גם גוף הברזל מושך אליו את המגנט.

ספר המונח על שולחן מפעיל כוח על השולחן, והשולחן מפעיל על הספר כוח נגדי.

אם אנו מותחים קפיץ באמצעות שרירי ידינו, אנו מרגישים היטב את הכוח שהקפיץ המתוח מפעיל על הידיים שלנו.

אם אדם ניצב על סירה סמוך לחוף וקופץ מן הסירה על ידי דחיפתה לאחור: האדם נזרק קדימה ונוחת על החוף, ואילו הסירה מתרחקת מן החוף.

כאשר משחררים את הפיה של בלון מנופח באוויר, האוויר פורץ דרך הפיה, והבלון נע בכיוון הנגדי.

הסימטריה בכוחות מתקיימת תמיד, גם אם המצב נראה בלתי סימטרי שני הכוחות המופיעים באינטראקציה בין שני גופים שווים בגודלם והפוכים בכיוונם, גם אם המצב נראה לכאורה בלתי סימטרי.

דוגמאות:

המשקל של גוף הוא הכוח שמפעיל כדור הארץ על הגוף. התגובה למשקל הוא הכוח שמפעיל הגוף על כדור הארץ (ראו בדוגמה הבאה: נפילת התפוח) כאשר אדם דוחף קיר, הקיר בתגובה מפעיל כוח על האדם. כאשר אדם חזק דוחף אדם חלש, החזק נשאר כמעט במקומו, והחלש נזרק לרצפה. אדם סוטר לחברו – הכאב בלחיו של החבר חד יותר מהכאב שמרגיש הסוטר בידו. משאית ומכונית קטנה מפעילות זו על זו כוחות שווים בעת התנגשות ביניהן.

לסיום שאלה למחשבה:

מעשה בסוס שלמד פיזיקה. הסוס קשור לעגלה ומסרב למשוך אותה – למרות מאמצי השכנוע של העגלון. וכך אומר הסוס: "אם אמשוך את העגלה, העגלה תמשוך אותי בחזרה בכוח נגדי, השווה בגודלו לכוח שבו אני מושך אותה ולכן לא אוכל להזיז אותה". האם הסוס צודק?

<https://sites.google.com/a/bialik.ort.org.il/physics/mechanics/dynamics/dynmyqh/hhwq-hslysy-sl-nywtwn>

<https://sites.google.com/a/bialik.ort.org.il/physics/mechanics/dynamics/dynmyqh>

פעילות

<https://www.motnet.proj.ac.il/blog/2010/02/24/%D7%90%D7%99%D7%A0%D7%98%D7%A8%D7%90%D7%A7%D7%A6%D7%99%D7%94-%D7%9B%D7%95%D7%97%D7%95%D7%AA-%D7%95%D7%AA%D7%A0%D7%95%D7%A2%D7%94-%D7%97%D7%95%D7%91%D7%A8%D7%AA-%D7%A4%D7%A2%D7%99%D7%9C%D7%95%D7%99/>

פעילויות

https://www.youtube.com/watch?v=5Rtk9fdQ_Oo

ניוטון – חוקי התנועה

אולימפיאדה על הירח

"עד שנת 2020 נחזור לירח, שם יוצב בסיס קבוע לקראת נחיתה אנושית על מאדים ומעבר לו". כך הכריז נשיא ארה"ב, ג'ורג' בוש, בחודש ינואר 2004. מדובר בתוכנית אמריקנית חדשה לשיגור אדם לירח, כחלק מסדרת פרויקטים חדשים לחקר החלל. בהנחה שטיסה לירח תהפוך לדבר שבשגרה, קיימת כבר תכנית עתידית להקמת התיישבות על הירח. במציאות כזו, נוכל לדמיין כיצד כבר במאה הנוכחית יוכרז על קיום משחקים אולימפיים פלנטאריים על פני הירח. כיצד תראה אולימפיאדה כזו? אילו ענפי ספורט תכלול ומה ההבדלים בין תחרות על פני הירח לבין תחרות על פני כדור הארץ? כדי לענות על שאלות אלה יש להתחשב בהבדלים בין הירח לבין כדור הארץ:

מסה	מסת הירח קטנה פי 100 ממסת כדור הארץ
תאוצת כבידה	תאוצת הכבידה על הירח קטנה פי 6 לעומת כדור הארץ
אטמוספירה	לירח אין אטמוספירה, בניגוד לכדור הארץ
הרכב פני השטח	פני הירח מורכבים מסלעים, בדומה לכדור הארץ
טווח טמפרטורות (במעלות צלזיוס)	על פני הירח הטמפרטורות ביום מגיעות ל- (+200) ובלילה ל- (-200)
	על פני כדור הארץ הטמפרטורות הגבוהות ביותר (בקו המשווה) הן (+40) והנמוכות ביותר (בקטבים) הן (-40)
אורך היממה	יממה של הירח נמשכת 29 יממות של כדור הארץ

טבלה: נתונים המשווים בין כדור הארץ לבין הירח

שאלה 1

הסבירו את הקשר בין הערכים הנמוכים יחסית של מסת הירח ותאוצת הכבידה על פניו, לבין היעדר האטמוספירה על פניו.

אנו מנצלים להשתמש במושג כוח הכבידה במקום תאוצת הכבידה, כי התאוצה אינה מכריעה את מושג התאוצה.

הארה למורה: צריק להסביר בכיתה, יש קשר בין מסת ארץ שנייה לכוח הכבידה שהוא מפעיל. ככל שארץ שנייה גדול יותר, כך כוח הכבידה עלו גדול יותר, לכן האטמוספירה נשארת בקרבת פני השטח.

שאלה 2-

כדאי לשנות את הסדר בין השאלות 1 ו-2 ולשאול את שאלה מס' 2 כראשונה, כדי להסביר את הקשר בין תאוצת הכבידה למהירות הבריחה ולספק כוח הכבידה.

מהירות הבריחה מכוכב לכת או מירח מוגדרת כמהירות הקטנה ביותר הדרושה כדי להימלט מהשפעת כוח הכבידה שלו ולצאת לחלל.

מהירות הבריחה מהירח –

א. קטנה יותר ממהירות הבריחה מכדור הארץ.

ב. זהה למהירות הבריחה מכדור הארץ.

ג. גדולה יותר ממהירות הבריחה מכדור הארץ.

ד. משתנה בהתאם למחזור הגאות והשפל.

שאלה 3

1. חשב להסב את תשומת לב התלמידים למבנה השאלה – שאלה על דרך השלילה.

2. כדאי לדון ביתרונות של קיום האטמוספירה ואל לזהות את המסוּח אינו קשור לקיום אטמוספירה.

היעדר אטמוספירה על הירח מציב בפני האדם סיכונים רבים, שאינם קיימים על כדור הארץ. איזה מהסיכונים הבאים אינו נובע מהיעדר אטמוספירה:

א. חוסר יכולת לנשום ללא חליפת חלל.

ב. חוסר יציבות בתנועת האסטרונאוטים על פני השטח.

ג. קרינת שמש מסוכנת לאדם מגיעה אל פני השטח.

ד. הבדלי טמפרטורות גדולים בין היום והלילה.

ה. סכנה של פגיעת מטאוריטים.

שאלה 4

בשל היצר האטמוספירה, התיישבות ממושכת על הירח תתקיים ככל הנראה בתוך כיפה ענקית סגורה, שבתוכה אוויר הזהה בהרכבו לאוויר של כדור הארץ ותנאי טמפרטורה נוחים. מתכנני האולימפיאדה מתלבטים האם כדאי לערוך את האולימפיאדה בתוך הכיפה או מחוץ לה.

סמנו לגבי כל אחד מההיגדים בטבלה האם הוא נכון או לא נכון.

לפי ששהיציבים מתייחסים רק לקריטריון השוואה אחד – היצר האטמוספירה.

סעיף ג' אינו רלוונטי לקריטריון זה – כי מתואר בו מצב שאינו קשור
לנוכחות או היעדר אטמוספירה אלא לאדולפו כוח הכבידה.

היגד	1. בתוך כיפה	2. מחוץ לכיפה
א. כל המתחרים והצופים באולימפיאדה יצטרכו ללבוש חליפות חלל.	כן/לא	כן/לא
ב. ניתן לקיים תחרות שחייה.	כן/לא	כן/לא
ג. השוער במגרש הכדורגל יוכל לזנק גבוה יותר מאשר על פני כדור הארץ.	כן/לא	כן/לא
ד. המתחרים ישמעו את קריאות העידוד של הקהל.	כן/לא	כן/לא

שאלה 5

אחת התחרויות המתוכננות להתקיים באולימפיאדה (בתוך הכיפה) היא משחק כדורסל.
על פני כדור הארץ אורך מגרש הכדור-סל נקבע לפי יכולתם של השחקנים לזרוק את הכדור
מצד אחד שלו לצדו האחר. גובה הסל נקבע כך שקשה יהיה להגיע אליו בקפיצה. האם
תמליצו לשנות את אורך המגרש וגובה הסל על הירח? הסבירו (הניחו כי מסת הכדור אינה
משתנה).

יש לשים לב לשני הגורמים המודגשים ולהתייחס לשניהם:

- באיזה ממאפייני הגרם השמימי תלוי אורך המגרש?
- באיזה ממאפייני הגרם השמימי תלוי גובה הסל?
- באיזה אופן יושפע שחקן כדורסל בירח מנתוני הירח הקשורים
למימדי המגרש והסל?

בהתאם לתשובות לשאלות אלו יש להגיע למסקנה בדבר שינוי או אי שינוי של כל אחד
מהגורמים בירח.

מחונן למשימה – אולימפיאדה על הירח

הנושאים בתוכנית הלימודים: כוחות בדגש כבידה

הקשר המשימה: חקר החלל

המקור:

מקור לדברי בוש – <http://www.its-about-time.com/htmls/ap/apspor3.html>

מקור לשאלה 4 – מכדור הארץ לירח, מטמו"ן, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן.

שאלה 1

מטרת השאלה: ידע של מדע – קשר בין אטמוספירה לבין כוח כבידה ומסה
ניקוד מלא (100%): מסת הירח קטנה מזו של כדור הארץ, ולכן תאוצת הכבידה שלו קטנה
פי 6, ואינה מספיקה כדי להחזיק גז כלשהו על פני השטח (מהירות הבריחה קטנה לעומת
כדור הארץ).
ללא ניקוד: תשובה אחרת, או לא ענו.

שאלה 2

מטרת השאלה: יכולות – הסקת מסקנות
ניקוד מלא (100%): א
ללא ניקוד: תשובה אחרת, או לא ענו.

שאלה 3

מטרת השאלה: ידע של מדע – תכונות האטמוספירה
ניקוד מלא (100%): ב
ללא ניקוד: תשובה אחרת, או לא ענו.

שאלה 4

מטרת השאלה: ידע של מדע – השפעת התנאים בירח על תופעות ותהליכים
יכולות – יישום ידע של מדע
ניקוד מלא (100%):

מחוץ לכיפה	בתוך כיפה	היגד
כן	לא	א. כל המתחרים והצופים באולימפיאדה יצטרכו ללבוש חליפות חלל.
לא	כן	ב. ניתן לקיים תחרות שחייה.
כן	כן	ג. השוער במגרש הכדורגל יוכל לזנק גבוה יותר מאשר על פני כדור הארץ.
לא	כן	ד. המתחרים ישמעו את קריאות העידוד של הקהל.

ניקוד חלקי (12.5%): לכל תשובה נכונה.
ללא ניקוד: כל התשובות אינן נכונות, או לא ענו.

שאלה 5

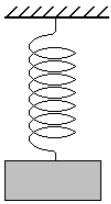
מטרת השאלה: יכולות – הסבר מבוסס על ראיות מדעיות
ניקוד מלא (100%): יש לשנות את אורך המגרש וגובה הסל, משום שכוח הכבידה בירח קטן
יותר מאשר בכדור הארץ ולכן השחקנים יקפצו גבוה יותר ולמרחק רב יותר, ויזרקו את הכדור
רחוק יותר על פני הירח.
ללא ניקוד: תשובה אחרת, או לא ענו.

הבנת החוק הראשון של ניוטון

החוק ה-1 של ניוטון:

כאשר שקול הכוחות הפועלים על גוף שווה לאפס, מתמיד הגוף במצב של מנוחה או של תנועה במהירות קבועה בקו ישר.

$$\sum \vec{F} = 0 \Rightarrow a = 0$$



גוף שמשקלו 10N תלוי על קפיץ ונמצא במנוחה.

א. כדור הארץ מפעיל על הגוף כוח בן _____ בכיוון _____

ב. העובדה שהגוף נמצא במנוחה נובעת מכך שהקפיץ מפעיל עליו

כוח בן _____ בכיוון _____

כאשר אוטובוס מתחיל לנסוע, נוטים האנשים שבתוכו ליפול אחורה. מהו ההסבר.

כאשר אוטובוס עוצר, נוטים האנשים שבתוכו ליפול _____. מהו הסבר.

כיצד תסיק מהחוק הראשון של ניוטון שעל הירח פועל כוח? (אין צורך להתייחס למהות הכוח).

היורד מכלי רכב אל הרחוב בשעת הנסיעה עלול ליפול. באיזה כיוון? _____ הסבר.

דוגמה 1:

מדוע הנוסעים ברכב נזרקים לאחור כשהנהג מאיץ?

כדי שהרכב יאיץ על הרכב פועל כוח חיצוני שגורם להאצה – החיכוך בין הצמיגים והכביש. כוח זה לא פועל על הנוסעים. לכן הנוסעים ממשיכים להתמיד במצב התנועה המקורי שלהם, ונעים לאט יותר מהרכב. לכן הם נשארים מאחור.

מדוע הם בסופו של דבר נעים עם הרכב?

אם הנוסעים יושבים על כיסא למשל, גב הכיסא מפעיל עליהם כוח חיצוני שגורם להם להאיץ. אם הם עומדים ומחזיקים בידית, הידית היא זו שמפעילה עליהם כוח זה.

תרגיל 1:

א. מדוע הנוסעים ברכב נוסע נזרקים לפני כשהרכב מאט? השתמשו במונחים כוח חיצוני והתמדה בהסברים שלכם.

ב. מה תפקיד חגורת הבטיחות (במונחים פיסיקאליים)?

תרגיל 2:

מדוע לא מומלץ לרדת מרכב נוסע? השתמשו במונח התמדה בתשובתכם.

דוגמה 2:

כיצד נדע שעל הירח פועל כוח חיצוני?

הירח מקיף את הארץ במסלול מעגלי. כדי שגוף יעקם את מסלולו, חייב לפעול עליו כוח חיצוני, אחרת הוא ימשיך לנוע בקו ישר. כוח זה מופעל על הירח ע"י הארץ. (כוח הכבידה).

דוגמה 3:

כיצד נדע שעל גופים הנמצאים על הארץ פועל כוח משיכה?

כשאנו עוזבים גוף ממנוחה הוא מתחיל ליפול לארץ, מכאן שהגוף מפתח מהירות. אם מהירות הגוף גדלה הרי שעל הגוף פועל כוח חיצוני (כוח הכבידה). אחרת הגוף היה מתמיד במצבו המקורי, כלומר נשאר מרחף במקום.

תרגיל 3:

לפניכם תיאור מקומותיהם של 3 גופים במרווחי זמן שווים. נמקו את תשובותיכם.

נכיר כמה כוחות:

1. W כוח הכובד - המשקל:

זהו הכוח שהארץ מפעילה על גופים. כיוונו כלפי מרכז כדור הארץ, כלומר כפי מטה. משקל הגוף תלוי בכובד עליו נמצא הגוף. למשל על הירח משקלו של גוף קטן בערך פי 6 ממשקלו על הארץ, ועל צדק משקלו יהיה גדול יותר בערך פי 2.5 ממשקלו על הארץ.

2. T המתוחות חוט:

כאשר מותחים חוט בקצותיו הוא מתארך ונמצא במצב של מתיחה (בדומה לגומייה, למרות שקשה יותר לראות את מידת ההתארכות שלו). המתוחות בקצה החוט היא הכוח שמפעיל החוט על העצם שקשור לקצהו. לכן כיוון המתוחות משיק לכיוון החוט.

למשל, משקולת תלויה על חוט שיורד מהתקרה. החוט מפעיל כוח שכיוונו מעלה (מתיחות) על המשקולת, החוט מפעיל כוח שכיוונו מטה (מתיחות) על התקרה.

3. N נורמאל:

הכוח הנורמאלי פועל בשעה ששני גופים נלחצים זה אל זה, וצורתם מתעוותת (גם אם לא תמיד אפשר לראות זאת בעין). לכן, כיוון הכוח הנורמאלי מאונך למשטח המגע בין הגופים. שני הגופים הנלחצים זה לזה הם זוג גופים שנמצאים באינטראקציה, כל אחד מהם מפעיל כוח נורמאלי על השני.

למשל ספר מונח על שולחן. הספר מפעיל על השולחן נורמאל שכיוונו מטה, והשולחן מפעיל על הספר נורמאל שכיוונו מעלה. שני הכוחות הללו שווים בגודלם אך הפוכים בכיוונם. (חוק שלישי).

מדידת הכוח:

גודלו של הכוח ניתן למדידה. למשל ע"י מדידת העיוות של גוף אלסטי. יחידת הכוח תוגדר במועד מאוחר יותר.

כאשר שני כוחות שווים בגודלם אך הפוכים בכיוונם פועלים על גוף באותה נקודה:

התוצאה היא כאילו לא פועל כל כוח על הגוף. כלומר, ההשפעה היא כאילו אין כוח חיצוני שפועל על הגוף ולכן לפי החוק הראשון הגוף יתמיד במצב התנועה שלו.

דוגמה 4:

- גוף שמשקלו 2 יחידות כוח תלוי במנוחה על חוט שהקשור לתקרה.
- הארץ מפעילה כוח על הגוף (המשקל) שגודלו 2 יחידות כוח וכיוונו מטה.
 - החוט מפעיל כוח על הגוף (מתיחות) שגודלו 2 יחידות כוח וכיוונו מעלה.
 - כוחות א' ו-ב' שווים בגודלם והפוכים בכיוונם על פי החוק הראשון, כי שניהם כוחות חיצוניים הפועלים על הגוף והגוף נמצא במנוחה.
 - הגוף מפעיל כוח על החוט שגודלו 2 יחידות כוח וכיוונו מטה. (כוח זה אינו המשקל!)
 - כוחות ב' ו-ד' שווים בגודלם והפוכים בכיוונם על פי החוק השלישי. (אלה זוג של פעולה ותגובה).

תרגיל 5:

על השולחן מונח ספר שמשקלו 10 יחידות כוח.

- הארץ מפעילה כוח על הספר שגודלו _____ וכיוונו _____.
 - השולחן מפעיל כוח על הספר שגודלו _____ וכיוונו _____.
 - כוחות א' ו-ב' שווים בגודלם והפוכים בכיוונם על פי החוק _____
כי.....
 - הספר מפעיל כוח על השולחן שגודלו _____ וכיוונו _____.
 - כוחות ב' ו-ד' שווים בגודלם והפוכים בכיוונם על פי החוק _____
כי.....
- ו. ציין איזו אות מסמלת כל אחד מהכוחות א', ב', ד'.

כוח שקול:

אם כמה כוחות פועלים על גוף נוכל תמיד להחליף אותם בכוח אחד שהשפעתו זהה להשפעת כל הכוחות יחד. לכוח זה נקרא הכוח השקול, כי הוא שקול לפעולת כל

הכוחות האחרים יחדיו. לכן, אם שקול הכוחות החיצוניים הפועלים על הגוף שווה לאפס, הגוף יתמיד במצב התנועה שלו (חוק ראשון).

<https://eureka.org/item/56657/%D7%9E%D7%94%D7%95-%D7%9B%D7%95%D7%97-%D7%94%D7%9B%D7%91%D7%99%D7%93%D7%94-%D7%90%D7%95-%D7%9B%D7%95%D7%97-%D7%94%D7%9E%D7%A9%D7%99%D7%9B%D7%94>

אאוריקה כוח הכבידה

<https://www.emaze.com/@AZRWIWWT>

דוגמאות

<https://ephysics.co.il/category/%D7%9E%D7%9B%D7%A0%D7%99%D7%A7%D7%94-%D7%A7%D7%9C%D7%90%D7%A1%D7%99%D7%AA/>

על חוקי תנועה, כבידה ותפוח נופל

כאשר הלך לעולמו בשנת 1727, הוא הותיר אחריו מורשת מדעית עצומה, שכללה את שלושת חוקי התנועה ואת כוח הכבידה. עבור רובנו, התמונה המזוהה ביותר עם ניוטון היא הסצנה שבה נוחת תפוח על ראשו ומעלה בדעתו את תיאוריית הכבידה. האנקדוטה הזו היא אחת מאבני היסוד של החינוך המערבי, והיא מהווה את אחד הסמלים הנפוצים למדע וחדשנות; בין היתר היא הייתה ההשראה לשם החברה "אפלי" וללוגו שלה.

התפוח שנפל: מיתוס או מציאות?

האם הסיפור הוא אמת או מיתוס? כבר בתקופתו של ניוטון, מעמדה של האנקדוטה היה נתון בספק, אולם העובדה שהיא הגיעה מפיו של ניוטון אוששה סופית עם פרסום כתביו של ויליטס סטוקלי, ממכריו של ניוטון. סטוקלי תיאר ביומנו ביקור שערך אצל ניוטון בשנת 1726, וכותב כך: "יצאנו לגינה לשתות תה, תחת צילם של עצי תפוחים... הוא סיפר לי שהיה בסיטואציה זהה כאשר רעיון כח הכבידה בא למוחו. הוא התרחש כתוצאה מנפילת תפוח, בעת שישב במצב רוח מהורהר. 'מדוע שהתפוח יפול תמיד במקביל לארץ?' חשב לעצמו... אין ספק שהסיבה היא שכדור הארץ מושך אותו."

סודות היקום: האם הם נופלים מהשמיים?

אולם, המחקר מסכים כי בין אם נפל אותו תפוח או לא, אין אפשרות כי ניוטון הגה את עקרונות כח הכבידה האוניברסלי באותו מועד. ניוטון ניסח את חוקי הגרביטציה בחיבורו המונומנטלי, הפרינקיפיה, כעשרים שנה לאחר "ההתגלות"

בגינה, שבזמנה לא היה באמתחתו של ניוטון הבסיס המדעי להסקתם. הסיפור זכה לפופולריות כה רבה כנראה בגלל תפיסות הנאורות, בהן הייתה נפוצה תדמית רומנטית של המדען הגאון המגלה את סודות היקום ברגעי התגלות ספונטניים - כגון רגע ה"אאוריקה!" הארכימדי. כמובן, לא הזיקו להתפשטות הסיפור גם הקונוטציות הדתיות שלו, כאשר התפוח של ניוטון מקביל לפרי עץ-הדעת הבראשיתי. ניתן לנחש כי הסיפור שהגה ניוטון נועד על מנת לפשט רעיונות מדעיים מורכבים ולהנגיש אותם לציבור הרחב. ואכן, חשוב לזכור כי הסיפור אינו אלא הפשטה גסה של תהליך מדעי מורכב - לצערנו, סודות היקום לא נוטים ליפול מהשמים.

באחד הסיוורים בגן המדע, (פינה בה אנו מסבירים על תנועת גופים), ישבה מולי חבורת זאטוטים, לבושה במיטב אופנת הילדים העכשווית, על תיקיהם הצבעוניים, מכוסים נצנצים המשנים את צבעם. הם הגיעו אלי לאחר נסיעה לא קצרה, אחרי שאכלו את החטיף הראשון מבין השלושה שחיכו להם בתיק. כעת הם ישבו וחיכו למוצא פי.

עשרים וחמישה ילדים רגילים למדי, כל אחד מיוחד בפני עצמו, עולם ומלואו, מלאים בסקרנות מהולה ברצון עז לצאת להפסקה, ואם אפשר, אז כבר עכשיו.

"מי מכיר את החוק הראשון של ניוטון?" בדקתי את רף ידיעותיהם. אולי תאמרו כי מדובר ברף גבוה באופן מוגזם. אך תתפלאו, מדי פעם קם למדן צעיר ומצטט את החוק כלשונו, טוב ממני: "גוף שואף להמשיך בתנועתו כל עוד לא הופעל עליו כוח חיצוני אחר". כך היה במקרה זה. לאחר שסיים הלמדן הצעיר את דבריו, חזרתי אחריו, לטובת התלמידים שלא שמעו אותו וביארתי: "גוף יתמיד באותו כיוון ובאותה מהירות כל עוד לא הופעל עליו כוח אחר".

איך מסבירים רעיונות מורכבים, בכל גיל?

אין דבר פשוט יותר מללמד רעיונות מורכבים. כל מה שתזדקקו לו היא מטאפורה טובה ומתאימה. במאמר זה אני מבקש להציע את המטאפורה כדרך הוראה יעילה שמסייעת בהסברת מידע מורכב לתלמידים בכל גיל.

מטאפורה היא הכלי שבאמצעותו אנחנו מסבירים לאחרים דברים שהם אינם יודעים. באמצעות תחום המוכר לשומע (תחום המקור) אנחנו מסבירים תחום שאינו מוכר לשומע (תחום המטרה).

מטאפורה היא הכלי שבאמצעותו אנחנו מסבירים לאחרים דברים שהם אינם יודעים

התמצית של המטאפורה היא להבין ולחוות דבר אחד במונחים של דבר אחר. המטאפורה יוצרת גשר למידע החדש באמצעות השלכה של ידע ישן על הידע החדש וכך מאפשרת הבנה של המידע החדש ואת הפיכתו לידע על ידי הכנסתו להקשר והצגתו באמצעות עולם מושגים מוכר. היא מאפשרת למצוא היגיון בדברים, להפוך אותם לברורים, ולהגיע לתחושת "אה הבנתי". כך, המטאפורה מאפשרת תיאור דברים מעורפלים או כאלה שכלל אינם מוכרים לתלמידים, ויוצרת אצל התלמידים דימויים שכליים של דברים, שבחלקם אף מופשטים עד שאינם ניתנים להבעה. בשל כך, המטאפורה היא מכשיר לשוני יעיל שבעזרתו ניתן להסביר לתלמידים דברים חדשים. כל אלו הופכים את המטאפורה לכלי עיקרי בחינוך והוראה.

מטאפורה מסבירה – איך זה עובד?

"מטאפורה מסבירה" היא כלי חשוב בהסבר של כל תחום תוכן לתלמידים, אך היא יעילה במיוחד בתרגום של המדע לקהל ושינוי אופן השיח ומסגרתו של השיח המדעי בקרב קהליו. מטאפורה מסבירה לוקחת בעיה סבוכה והופכת אותה למשהו מובן ופשוט יותר באמצעות קונקרטיזציה. המטאפורה מציגה רעיון מורכב וחדש, דרך תחום ידוע לשומע, וקישורו אל המאפיינים העיקריים ברעיון אותו אנו רוצים להסביר. אנו משווים בין המאפיינים של שני התחומים וממפים את היחסים ביניהם. כך נוצר תהליך מיפוי שעוזר לשומעים לארגן תמונה ברורה של העקרונות העיקריים ברעיון המטרה (התחום המוסבר).

כלומר, מדובר באנאלוגיה העושה שימוש ביצירת דמיון בין שני תחומים שונים, כך שהקישור בין שני התחומים מאפשר הבנה. ההבנה של הדברים עובדת בדרך זו שכן אנחנו מאחסנים ידע בזיכרון על בסיס דמיון בין דברים. אנו פותרים בעיות חדשות בעזרת העברה של פתרונות קודמים של בעיות קודמות.

3 יתרונותיה של המטאפורה

למטאפורה יש שלוש יכולות ההופכות אותה לכלי לימודי מצוין: יכולת הבעה, תמציתיות וחיות.

- **יכולת הבעה** – היכולת להסביר ולהביע רעיון שקשה להביע במילים. לדוגמא, את האופן בו המחשבה חומקת קשה להסביר. אבל כאשר קושרים משפט מופשט זה למטאפורה "המחשבה ברח לי כמו סנאי על עץ", המושג של חמקמקות המחשבה מקבל מובנים שקשה להביע אחרת.
- **תמציתיות** – האפשרות לטעון יותר משמעויות במילים בודדות מתרחשת כיוון שהמטאפורה מתחברת לידע ורעיונות קיימים של השומע וכך מאפשרת הכלה של הידע הזה על הרעיון אותו אנו רוצים להסביר. כאן למשל, בדוגמת

המחשבה הבורחת כסנאי על עץ, ניתן לראות שידע קיים שלנו על סנאים, למשל שהם זריזים וקטנים וברגע אחד הם יכולים להיעלם במעלה העץ, מושלך על אופן העלמותה של המחשבה.

- **חיות** – אנו עושים שימוש ביכולת של המטאפורה להחיות באופן חיוני בדמיון חושים נוספים. כך, המטאפורה מספקת לנו דימוי או חיבור חושי אחר המעשיר את הרעיון המורכב, כמו לדוגמא הכינוי "איש חם", המערב תחושה הקשורה לחוש המישוש ולתחושה של חיבוק חם.

מכיוון שלילדים קשה לעיתים לתפוס עקרונות מופשטים, יש צורך להפוך את העקרונות האלה לויזואלים וממשיים יותר. המטאפורה יעילה במיוחד עבורם שכן היא מהווה צורת ביטוי פיגוראטיבית, שבה צירוף מילים מוכר (תחום המקור) מתאר ומסביר באופן גרפי וויזואלי את הרעיון החדש (תחום המטרה). כך לדוגמא, האנשה של מושגים מופשטים היא אנלוגיה שעוזרת להבנה של אותם מושגים מופשטים ומורכבים.

חוק התנועה הראשון של ניוטון אומר: "שכל גוף יתמיד במצבו, כל עוד אין שום כוח חיצוני שפועל עליו". בכדי להפוך את המשפט למובן יותר עבור הילדים, אנחנו מאנישים את הגוף ומחברים אותו אל עולמם הוויזואלי והמוכר של הילדים. את המושג "גוף" אנו הופכים ל"אבן". זה משהו שהילדים מכירים ומסוגלים לדמיין ולחוש. את מושג התנע נחליף ב"רצייה" עצמית, כלומר, הגוף לא רק יתמיד, אלא גם "ירצה" להתמיד במצבו, כלומר "ירצה" להמשיך באותו כיוון ובאותה מהירות. את המושג "גוף נע" נהפוך ל"אבן שנזרוק ותעוף בחלל" וכך אנחנו יוצרים דימוי של "אבן שעפה בחלל"

"אם אזרוק אבן לחלל שתצא מכדור הארץ, היא תמשיך לעוף ישר, ישר, בלי לעצור, עד אינסוף". חיוויתי עם היד תנועה של קו ישר המורה על כיוונה המשוער של האבן שזה עתה "זרקתי" לחלל והתלמידים עקבו בדמיונם אחרי האבן המרחפת. עכשיו הם איתי. "אבל, אם האבן תפגע בכוכב, היא תעצור." אמר אחד. "נכון!" עניתי "ואם היא תחלוף קרוב לכוכב, הוא ימשוך אותה אליו וישנה את מסלולה".

כך, בהינף מטאפורה אחת, הילדים הבינו בקלות את החוק הראשון של ניוטון. המודעות ל"מטאפורה מסבירה" יכולה להפוך לכלי חשוב בארגז הכלים של כל מורה, המתרגם רעיונות מורכבים לתלמידים. כך ניתן ליצור מטפורות חדשות כדי להבהיר לתלמידים רעיונות וביטויים חדשים ומורכבים בנוגע למדע. כאשר

התלמידים לומדים להשתמש בביטויים חדשים ומחברים אותם לידע הקיים שלהם, הם משוחחים באמצעותם ועליהם בינם לבין עצמם. זהו "משהו לקחת הביתה" מעין "Take a Way".

<https://www.youtube.com/watch?v=LteGReHpZiY>

חוק ראשון

https://il.brainpop.com/category_8/subcategory_99/subjects_563/

כוח המשיכה בריינפופ כוח הכבידה

https://il.brainpop.com/category_8/subcategory_99/subjects_563/features_settings_77/

שאלות ותשובות

החוק השני של ניוטון:

כאשר שקול הכוחות החיצוניים הפועלים על הגוף שונה מאפס (כלומר יש השפעות חיצוניות), הגוף יקבל תאוצה. כיוון התאוצה שווה לכיוון הכוח השקול, וגודלה נמצא ביחס ישר לגודל הכוח השקול.

כוח - הגדרה:

כוח הוא פעולה הדדית (אינטראקציה) בין שני גופים. לפעולה זו יש גודל (בשפת היום יום – כוח חלש/חזק) וכיוון (ימינה/שמאלה/למטה/למעלה וכו'). התוצאה של הפעלת כוח על גוף: עיוות צורה או השפעה על מצב התנועה של הגוף (שינוי במהירות או בכיוון התנועה). מכאן, שכשעוסקים בכוח תמיד יש זוג גופים מי שמפעיל את הכוח ומי שעליו הכוח פועל.

החוק השני קובע שאם נפעיל כוח על גוף, נקבל תאוצה. הרעיון הזה הוא קצת קל יותר לעיכול: אם נותנים בעיטה לכדורגל, הכדור מאיץ ממהירות של אפס ק"מ בשעה לעשרים ק"מ בשעה, או שלושים ק"מ בשעה אם מדובר בכדורגלן אירופאי. הנקודה המעניינת כאן היא שהתאוצה שהגוף יקבל בגלל הכוח שהפעלנו עליו, קשורה למאסה שלו. גם כאן הקונספט פשוט למדי: ניקח עגלת תינוק ורכב כבד, ונשים את שניהם על משטח קרח חלקלק (כדי לבטל את השפעת החיכוך). אם נדחוף את עגלת התינוק הקלה על הקרח היא תשנה את מהירותה באופן ניכר, אבל אם נפעיל את אותו הכוח על הרכב הכבד- הוא בקושי יזוז. אפשר לומר שהמאסה של העצם שעליו מופעל הכוח היא כמו ההתנגדות שלו לשינוי במהירות: מאסה קטנה, התנגדות קטנה, מאסה גדולה, התנגדות גדולה. המאסה, מבחינה זו, שקולה להתנגדות החשמלית: אם ההתנגדות החשמלית קטנה, קל לזרם לזרום דרך המוליך- אך אם ההתנגדות גדולה, הזרם בקושי מצליח לעבור דרכו. אותו העיקרון תקף גם באינספור מקרים אחרים: למשל, ההתנגדות למעבר של חום בתוך עץ ביחס למתכת, או ההתנגדות לכיווץ של קפיץ קטן לעומת קפיץ גדול. אני בטוח שהמאזינים יכולים לחשוב על דוגמאות רבות נוספות.

דף עבודה 7: הבנת החוק השני של ניוטון

תאוצתו של גוף פרופורציונית לשקול הכוחות הפועלים עליו ופרופורציונית הפוך למסתו.

שקול הכוחות, ולא כוח יחיד, קובעים את התאוצה.

כווו התאוצה ככיווון הכוח השקול הפועל על הגוף.

1. לסרט של רשם זמן קשורה עגלה הנעה משמאל לימין. על הסרט התקבלו הנקודות הבאות:



א. מהו סוג התנועה?

ב. האם במשך התנועה פעל על העגלה כוח? _____ נמק

ג. אם תשובתך לסעיף ב' חיובית, מהו הכיוון בו פעל הכוח? _____ נמק

2. לסרט של רשם זמן קשורה עגלה הנעה מימין לשמאל. על הסרט התקבלו הנקודות הבאות:



א. מהו סוג התנועה?

ב. האם במשך התנועה פעל על העגלה כוח? _____ נמק

ג. אם תשובתך לסעיף ב' חיובית, מהו הכיוון בו פעל הכוח? _____ נמק

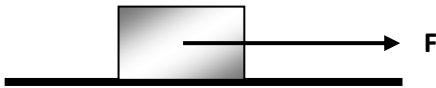
3. מהו סוג תנועתו של גוף, בכל אחד מהמקרים הבאים:

א. על הגוף פועל כוח יחיד, בכיוון התקדמותו

ב. על הגוף פועל כוח יחיד בכיוון מנוגד לכיוון התקדמותו

ג. על הגוף לא פועלים כוחות

ד. על הגוף פועלים כוחות, כך שהשקול שלהם אפס



4. גוף מצוי במנוחה על גבי מישור אופקי חלק. ברגע

$t=0$ מתחיל לפעול על הגוף כוח שגודלו F , כמתואר.

א. מהו כיוון וקטור התאוצה של הגוף בזמן $t>0$?

ב. מהו כיוון וקטור המהירות של הגוף בזמן $t>0$?

החוק השלישי של ניוטון – חוק הפעולה והתגובה:

כאשר גוף אחד מפעיל כוח על גוף שני, אזי גם השני מפעיל כוח על הראשון. שני הכוחות הללו שווים בגודלם והפוכים בכיוונם.

דוגמאות:

1. אדם דוחף קיר ונרתע לאחור (כלומר הקיר הפעיל כוח על האדם שהפוך בכיוונו לכוח שהאדם הפעיל עליו..).
2. כדור נע על משטח אופקי ומתנגש בכדור נח. לאחר ההתנגשות מהירויות שני הכדורים משתנות. (כך אחד מהכדורים הפעיל כוח על חברו ולכן שניהם שינו את מצב התנועה שלהם).

דוגמה מפורטת:

ילד נתלה על ענף של עץ.

נתבונן בשני זוגות שנמצאים באינטראקציה: ילד-ענף, ילד-ארץ

ילד-ענף:

תוצאת ההשפעה: מה קורה לגוף?	תיאור ההשפעה: מה עושה גוף אחד לשני?	הזוג שמתתף באינטראקציה
הילד נשאר תלוי – לא נופל	מפעיל על הענף כוח שכיוונו מטה	ילד
הענף מתעקם – משנה צורה	מפעיל על הילד כוח שכיוונו מעלה	ענף

הכוח שהילד מפעיל על הענף שווה בגודלו לכוח שהענף מפעיל על הילד, רק הכיוונים הפוכים. זוג כוחות אלה מהווים פעולה ותגובה.

נתבונן בזוג ארץ-ילד :

תוצאת ההשפעה: מה קורה לגוף?	תיאור ההשפעה: מה עושה גוף אחד לשני?	הזוג שמשותף באינטראקציה
ההשפעה זניחה שכן הכוח קטן ומסת הארץ ענקית (יש "הרבה" ארץ ו"מעט" ילד) ולכן השינוי במצב התנועה שלה זניח.	מפעילה על הילד כוח בכיוון מטה (כוח הכבידה)	ארץ
הילד נמשך אל הארץ. (אם לא יפעלו על הילד כוחות אחרים הוא ייפול אל הארץ).	מפעיל על הארץ כוח בכיוון מעלה (כוח הכבידה)	ילד

הכוח שהארץ מפעילה על הילד שווה בגודלו לכוח שהילד מפעיל על הארץ, רק הכיוונים הפוכים. זוג כוחות אלה מהווים פעולה ותגובה. **שימו לב** שהשפעת הכוח על הגוף לא תלויה אך ורק בגודל הכוח. היא תלויה גם בתכונות הגוף עליו מופעל הכוח.

החוק השלישי והאחרון קובע שלכל כוח יש כוח נגדי לו השווה בעוצמתו. אם הייתי שוודי, הייתי נותן את הדוגמא הקלאסית: אדם עומד על משטח קרח חלקלק, ומישהו בא ונותן לו תפיחה ידידותית על הכתף. מה קורה? שניהם זזים, כל אחד לכיוון אחר. אבל אני ישראלי, אז ניתן דוגמא יותר רלוונטית. אדם עומד ברחוב, ובא מישהו ונותן לו אגרוף בפנים. לשניהם כואב באותה המידה: לאחד כואבת היד, ולשני הלסת. מדוע? מכיוון שאותו הכוח שהפעיל האגרוף על הפרצוף, הפרצוף הפעיל בחזרה על האגרוף.

נזכור שהכוחות המנוגדים לא משפיעים במידה שווה על שני האנשים. למאסה (כפי שראינו בחוק השני) יש חשיבות: דהיינו, אם מבוגר דוחף ילד קטן בגן משחקים- הילד יעוף אחורה רחוק יותר למרות שאותו הכוח פועל על שניהם. פעם היינו אומרים במצב כזה- "זה לא כוחות". על פי ניוטון נכון יותר לאמר- "זה לא מאסות".

חוק שלישי של ניוטון

החוק השלישי של ניוטון – חוק הפעולה והתגובה

הכוח הוא פעולת גומלין (אינטראקציה) בין שני גופים. לפי החוק השלישי של ניוטון, אם אנו מפעילים כוח על גוף, הרי שאותו גוף מפעיל עלינו כוח, הזהה בגודלו והפוך בכיוונו לכוח שהפעלנו על אותו גוף. שני הכוחות, המכונים **כוחות פעולה ותגובה**, פועלים תמיד על גופים שונים.

דוגמות:

- אם מגנט מושך אליו גוף העשוי מברזל הנמצא בקרבתו, גם גוף הברזל מושך אליו את המגנט.
- ספר המונח על שולחן מפעיל כוח על השולחן, והשולחן מפעיל על הספר כוח נגדי.
- אם אנו מותחים קפיץ באמצעות שרירי ידנו, אנו מרגישים היטב את הכוח שהקפיץ המתוח מפעיל על הידיים שלנו.
- אם אדם ניצב על סירה סמוך לחוף וקופץ מן הסירה על ידי דחיפתה לאחור: האדם נזרק קדימה ונוחת על החוף, ואילו הסירה מתרחקת מן החוף.
- כאשר משחררים את הפיה של בלון מנופח באוויר, האוויר פורץ דרך הפיה, והבלון נע בכיוון הנגדי.

דוגמות:

- המשקל של גוף הוא הכוח שמפעיל כדור הארץ על הגוף. התגובה למשקל הוא הכוח שמפעיל הגוף על כדור הארץ (ראו בדוגמה הבאה: נפילת התפוח).
- כאשר אדם דוחף קיר, הקיר בתגובה מפעיל כוח על האדם.
- כאשר אדם חזק דוחף אדם חלש, החזק נשאר כמעט במקומו, והחלש נזרק לרצפה.
- אדם סוטר לחברו – הכאב בלחיו של החבר חד יותר מהכאב שמרגיש הסוטר בידו.
- משאית ומכונית קטנה מפעילות זו על זו כוחות שווים בעת התנגשות ביניהן.

“אינטראקציה כוחות ותנועה”

מושגים ועקרונות יסוד

- (1) באינטראקציה משתתפים תמיד **שני גופים**.
- (2) גוף יכול להשתתף **ביותר** מאינטראקציה אחת עם גופים אחרים.
- (3) **עוצמת האינטראקציה** נמדדת על ידי **גודל הכוח**. הכוחות הפועלים על גופים הנמצאים באינטראקציה האחד עם השני שווים בגודלם ומנוגדים בכיוונם.
- (4) אינטראקציה בין גופים תיתכן **במגע וללא מגע**. לדוגמה, כוחות ללא מגע פועלים בין מגנטים, בין מטענים חשמליים ובין גופים כתוצאה מכבידה.
- (5) **שינוי במהירותו** של גוף נקבע על ידי כל האינטראקציות שבהן הוא משתתף (השקול של כל הכוחות הפועלים עליו).
- (6) **חיכוך** הוא כוח המשנה את גודלו עד למקסימום. כוח זה תלוי בתכונותיהם של שני הגופים הנמצאים באינטראקציה.
- (7) אינטראקציה של גוף עם **אוויר** תלויה במהירות הגוף, בצורתו ובצפיפות האוויר.

שאלות בנושא החוק השלישי וחיכוך

החוק השלישי של ניוטון

חוק זה, הידוע גם כחוק הפעולה והתגובה, דן בכוחות הפועלים באינטראקציה בין גופים.

האדם המושך חבל הקשור לקיר מפעיל עליו כוח F_1 על האדם פועל כוח F_2 השווה בגודלו והפוך בכיוונו

חוק זה קובע כי גוף המפעיל כוח כלשהו על גוף שני, הגוף השני מפעיל על הגוף הראשון כוח השווה בעוצמתו אך מנוגד בכיוונו.

הפעולה והתגובה הם שני כוחות שווים ומנוגדים הפועלים על שני גופים שונים, לכן אין הם יכולים לבטל זה את זה אף על פי ששכומם הווקטורי הוא אפס. יש לשים לב כי שני כוחות שווים ומנוגדים הפועלים על אותו הגוף לעולם אינם זוג פעולה ותגובה.

על פי הגרסה החזקה של החוק השלישי של ניוטון, הכוח בין שני הגופים פועל על הקו הישר שמחבר ביניהם.

לפניכם מספר משפטים. סמנו אם אתם מסכימים או אינכם מסכימים לתוכן המשפט, והסבירו בקיצור את בחירתכם (רמז: אם אינכם בטוחים בתשובתכם, תוכלו להיעזר בכלי החשיבה שלמדתם).

1. זבוב מתנגש בקיר גדול. באינטראקציה בין הזבוב לקיר, הכוח שמפעיל הקיר על הזבוב גדול בהרבה מהכוח שהזבוב מפעיל על הקיר.

מסכימים/איננו מסכימים הסבר :

2. יצרנים של נעלי ספורט שואפים לעצב את סוליות נעליהם כך שתהינה חזקות ועמידות בפני שחיקה, ובעיקר מתרכזים בהקטנת כוח החיכוך בין הסוליה לרצפה. הקטנת כוח החיכוך בין הסוליה לרצפה תגרום לאדם הנועל אותה להתאמץ פחות כשהוא צועד, כי לא יצטרך להתגבר על כוח החיכוך שמפעילה הרצפה, כוח המפריע לתנועתו.

מסכימים/איננו מסכימים הסבר :

3. חברת "אליאנס" המייצרת צמיגים למכוניות מנסה לעצב את סוליית הצמיג (החלק בצמיג שבא במגע עם בכביש) כך שתהיה חזקה ועמידה בפני שחיקה, ומהנדסי החברה מתרכזים בעיקר בהקטנת כוח החיכוך בין סוליית הצמיג לכביש. הקטנת כוח החיכוך תגרום למנוע המכונית "להתאמץ" פחות, לצרוך פחות דלק ולהקטין את זיהום האוויר, כיוון שכוח החיכוך בכביש המפריע לתנועת המכונית, יהיה קטן.

מסכימים/איננו מסכימים הסבר :

4. רכבת דוהרת מתנגשת באבן קטנה. באינטראקציה בין הרכבת לאבן הכוח שמפעילה הרכבת על האבן גדולה בהרבה מהכוח שהאבן מפעילה על הרכבת.

מסכימים/איננו מסכימים הסבר :

5. יוסי טוען שכאשר מתחילים ללכת יש אינטראקציה בין האדם ההולך לבין הרצפה. מכיוון שעל פי החוק השלישי של ניוטון, כוחות החיכוך בין הרצפה לאדם שווים בגודלם והפוכים בכיוונם, הם מבטלים זה את זה. לכן באופן תיאורטי האדם לא אמור לנוע. אך מכיוון שאין זה מה שקורה והאדם מצליח לנוע, הכוח שמפעילים שרירי האדם גדול מהכוח שמפעילה הרצפה.

מסכימים/איננו מסכימים הסבר :

6. ארגז כבד מורם לגג באופן אנכי במהירות קבועה ע"י כבל מתכת המחובר למנוע חשמלי. דני טוען שהכוח שמופעל על הארגז על ידי המנוע חייב להיות גדול יותר מהכוח שמפעיל כדור הארץ.

מסכימים/איננו מסכימים הסבר :

7. שחף אומרת שכאשר נועצים נעץ במשטח קרטון רך, הכוח שהמופעל על הנעץ על ידי האדם גדול מהכוח שמפעיל הנעץ על הקרטון.

מסכימים/איננו מסכימים הסבר :

8. רוני סיפר שהצליח ללכת בקלות רבה על גבי אגס קפוא בעזרת נעלי התעמלות פשוטות, מכיוון שהחיכוך בין הנעליים לקרח קטן בהרבה מהחיכוך בין הנעליים לרצפה.

מסכימים/איננו מסכימים הסבר :

תשובות לשאלות בנושא החוק השלישי וחיכוך

לפניכם מספר משפטים. סמנו אם אתם מסכימים או אינכם מסכימים לתוכן המשפט, והסבירו בקיצור את בחירתכם.

1. זבוב מתנגש בקיר גדול. באינטראקציה בין הזבוב לקיר, הכוח שמפעיל הקיר על הזבוב גדול בהרבה מהכוח שהזבוב מפעיל על הקיר.

מסכימים/איננו מסכימים

הסבר : זוג כוחות באינטראקציה שווים בגודלם לפי החוק השלישי

2. יצרנים של נעלי ספורט שואפים לעצב את סוליות נעליהם כך שתהינה חזקות ועמידות בפני שחיקה, ובעיקר מתרכזים בהקטנת כוח החיכוך בין הסוליה לרצפה. הקטנת כוח החיכוך בין הסוליה לרצפה תגרום לאדם הנועל אותה להתאמץ פחות כשהוא צועד, כי לא יצטרך להתגבר על כוח החיכוך שמפעילה הרצפה, כוח המפריע לתנועתו.

מסכימים / לא מסכימים הסבר : החיכוך מאפשר את התנועה ויוצר אותה.

3. חברת "אליאנס" המייצרת צמיגים למכוניות מנסה לעצב את סוליית הצמיג (החלק בצמיג שבא במגע עם בכביש) כך שתהיה חזקה ועמידה בפני שחיקה, ומהנדסי החברה מתרכזים בעיקר בהקטנת כוח החיכוך בין סוליית הצמיג לכביש. הקטנת כוח החיכוך תגרום למנוע המכונית "להתאמץ" פחות, לצרוך פחות דלק ולהקטין את זיהום האוויר, כיוון שכוח החיכוך בכביש המפריע לתנועת המכונית, יהיה קטן.

מסכימים / לא מסכימים הסבר : החיכוך מאפשר את התנועה ויוצר אותה.

4. רכבת דוהרת מתנגשת באבן קטנה. באינטראקציה בין הרכבת לאבן הכוח שמפעילה הרכבת על האבן גדולה בהרבה מהכוח שהאבן מפעילה על הרכבת. מסכימים/איננו מסכימים

הסבר : זוג כוחות באינטראקציה שווים בגודלם לפי החוק השלישי 5. יוסי טוען שכאשר מתחילים ללכת יש אינטראקציה בין האדם ההולך לבין הרצפה. מכיוון שעל פי החוק השלישי של ניוטון, כוחות החיכוך בין הרצפה לאדם שווים בגודלם והפוכים בכיוונם, הם מבטלים זה את זה. לכן באופן תיאורטי האדם לא אמור לנוע. אך מכיוון שאין זה מה שקורה והאדם מצליח לנוע, הכוח שמפעילים שרירי האדם גדול מהכוח שמפעילה הרצפה. מסכימים / לא מסכימים הסבר : החיכוך מאפשר את התנועה ויוצר אותה.

6. ארגז כבד מורם לגג באופן אנכי במהירות קבועה ע"י כבל מתכת המחובר למנוע חשמלי. דני טוען שהכוח שמופעל על הארגז על ידי המנוע חייב להיות גדול יותר מהכוח שמפעיל כדור הארץ.

מסכימים / לא מסכימים הסבר : הכוחות שווים כי אין שינוי במהירות הארגז בציר האנכי.

7. שחף אומרת שכאשר נועצים נעץ במשטח קרטון רך, הכוח שהמופעל על הנעץ על ידי האדם גדול מהכוח שמפעיל הנעץ על הקרטון.

מסכימים/איננו מסכימים הסבר : הכוחות אינם שווים כי הנעץ משנה את מהירותו ונעץ בקרטון.

8. רוני סיפר שהצליח ללכת בקלות רבה על גבי אגם קפוא בעזרת נעלי התעמלות פשוטות, מכיוון שהחיכוך בין הנעליים לקרח קטן בהרבה מהחיכוך בין הנעליים לרצפה.

מסכימים / לא מסכימים הסבר : החיכוך מאפשר את התנועה ויוצר אותה.

ללא חיכוך, אי אפשר ללכת על שום משטח.

חוקי ניוטון

- באינטראקציה בין שני גופים מפעיל כל אחד מהגופים כוח על הגוף השני. הכוחות שווים בגודלם ומנוגדים בכיוונם (החוק שלישי של ניוטון)
- כוחות הפועלים על גוף יכולים לשנות את כיוון תנועתו ו/או את גודל מהירותו (החוק השני של ניוטון).
- גוף יכול לנוע גם כאשר לא פועלים עליו כוחות. גוף הנע במהירות קבועה יתמיד בתנועתו כל עוד שקול הכוחות הפועלים עליו הוא אפס (החוק הראשון של ניוטון).

לחץ

הלחץ הוא כוח הפועל על יחידת שטח

כיצד תלמידים מבינים מושגים מרכזיים הקשורים לנושאים בהן עוסקת הערכה "כוחות ותנועה"?

הטבלה הבאה מרכזת כמה תפיסות יום-יומיות שגויות נפוצות מול העקרונות המדעיים המקובלים:

אירוע מזמן	תפיסה שגויה	התפיסה המדעית
מכונית נוסעת	המנוע דוחף את המכונית קדימה	גוף לא יכול להיות באינטראקציה עם עצמו! ולכן, גוף (המכונית במקרה זה) לא יכול להניע את עצמו. (הכביש הוא זה שדוחף את המכונית)
ילד דוחף קיר ונהדף אחורנית	הילד דחף את עצמו	תנועתו של גוף נגרמת אך ורק כתוצאה מהכוחות הפועלים עליו ולא בגלל הכוחות שהוא מפעיל על גופים אחרים! (במקרה זה הקיר הוא זה שדחף את הילד)
התנגשות חזיתית בין משאית לאופנוע	הכוח שהפעילה המשאית על האופנוע גדול מהכוח שהפעיל האופנוע על המשאית (אם בכלל הוא הפעיל כוח) ולכן האופנוע נפגע באופן חמור יותר	שני הגופים הפעילו כוחות שווים זה על זה אך תוצאות האינטראקציה תלויות במאפייני הגופים (כגון, המסה שלו משפיעה על השינוי במהירותו, החומר ממנו עשוי הגוף משפיע על מידת העיוות שלו). אותו כוח יכול לגרום לתוצאות שונות לגבי גופים שונים (האופנוע "חלש" באופן משמעותי מהמשאית ולכן נפגע באופן חמור יותר)

<p>הכוחות באינטראקציה תמיד שווים בגודלם (ומנוגדים בכיוונם) אך השפעתם יכולה להיות שונה. הסיבה שהילד נע במהירות רבה יותר בהתחלה (כלומר השינוי במהירות גדול יותר) היא משום שהוא בעל מסה קטנה יותר מזו של האב.</p>	<p>העובדה שהילד נע בהתחלה במהירות תחילית גדולה יותר מזו של האב נובעת מכך שהכוח שהפעיל עליו האב גדול יותר</p>	<p>ילד ואביו הנועלים גלגליות (סקטים) דוחפים זה את זה ממצב עמידה ומתרחקים במהירות ראשונית שונה</p>
--	--	---

באתר מוטנט <http://stwww.weizmann.ac.il/interaction.asp>

נמצאת סקירה רחבה של ממצאי מחקרים המתארים את האופן בו תלמידים מבינים מושגים מרכזיים הקשורים לערכה זו. אין ספק שבמסגרת הזמן המצומצמת המיועדת לערכה זו לא ניתן לטפל באופן יסודי בדרכי ההבנה של התלמידים. יחד עם זאת חשוב שהמורים יהיו מודעים להמשגות השונות ויבינו את מקורותיהם.

סיכום- כוחות ואינטראקציה

פעולה הדדית בין שני גופים

הדדי : שמקיים יחס שווה עם צד שכנגדו, שיש בו משום פעולת גומלין.
(ע"פ מילון ספיר)

פעולה הדדית = אינטראקציה

כיצד לאפיין פעולה הדדית?

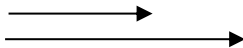
כמה גופים משתתפים בפעולה?

* כיצד כל אחד מן הגופים משפיע על משנהו?

* כיצד כל אחד מן הגופים מושפע מן הגוף השני?

עוצמת אינטראקציה וכוח

- כוח הוא ביטוי לעוצמת האינטראקציה.
- נהוג לתאר כוח בחץ: כיוון בחץ הוא בכיוון פעולת הכוח, וגודל החץ מתאים לגודל הכוח.
- באינטראקציה בין שני גופים מפעיל כל גוף כוח על גוף אחר. ככל שעוצמת האינטראקציה חזקה יותר הכוחות שמפעילים הגופים זה על זה גדולים יותר.



אינטראקציה מרחוק

- אינטראקציה בין מגנט לחומרים שונים
- אינטראקציה בין מגנטים
- אינטראקציה בין מטענים חשמליים
- כוחות משיכה בין גופים



כוחות באינטראקציה

- באינטראקציה בין שני גופים כל גוף מפעיל כוח על האחר. כוחות אלה שווים בגודלם והפוכים בכיווניהם. (החוק השלישי של ניוטון)
- אותו כוח הפועל על גופים שונים יכול לגרום לתוצאות שונות.

טכניקה לפתרון בעיות

- "דיאגרמת מלבנים"
- "טבלת אינטראקציות"
- אפיון הכוחות הפועלים במערכת וייצוגם ב "דיאגרמת המלבנים"
- אפיון הכוחות הפועלים על גוף אחד וייצוגם ב "דיאגרמת כוחות"
- התאמה בין הכוחות למאפייני התנועה

כוח חיכוך

חיכוך הוא כוח הקיים כאשר משטחים מחליקים או מנסים להחליק זה על זה. הוא תלוי בחומרים שהמשטחים עשויים מהם ובגודל הכוח הלוחץ המופעל ביניהם, ומקורו במגע ההדדי בין הבליטות הזעירות שבפני המשטחים.



כוח שקול
הכוח השקול של מספר כוחות הפועלים על גוף באותו כיוון ועל אותו ישר, שווה לסכום הכוחות

מהו כוח?

כוח הוא גורם ה"שואף" (המסוגל) לשנות את מצב הגוף (צורתו, נפחו או מהירותו בגודלה ו/או בכיוונו). באמצעות הכוח בשרירינו, אנו מביאים לידי תנועה גופים כגון כדורסל. אנו מנצלים את כוח החיכוך בין בלמי האופניים ובין הגלגלים - כדי לעוצרם. במקרים אלו נוצר הכוח בין הגופים כתוצאה מהמגע ביניהם. אך יש מקרים שבהם מופעל הכוח בלא מגע בין הגופים, לדוגמה: כדור הארץ מפעיל כוח משיכה על הירח הסובב סביבו או מגנט המפעיל כוח על גוף ברזל הנמצא בקרבתו. באופן כללי נתאר כוח על ידי גודלו ועל ידי כיוון פעולתו.

שאלות

1. נושא ראשון: נפילה חופשית

הקף את התשובה הנכונה בסעיפים א' ו-ב':

א. אם נתעלם מחיכוך עם האוויר, אזי שני גופים שנזרקו מאותו גובה לקרקע:

1. יגיעו יחד לקרקע

2. הגוף הקטן יגיע ראשון לקרקע

3. הגוף הגדול יגיע ראשון לקרקע

ב. אם לא נתעלם מחיכוך עם האוויר, הגוף בעל שטח הפנים הגדול יותר יגיע

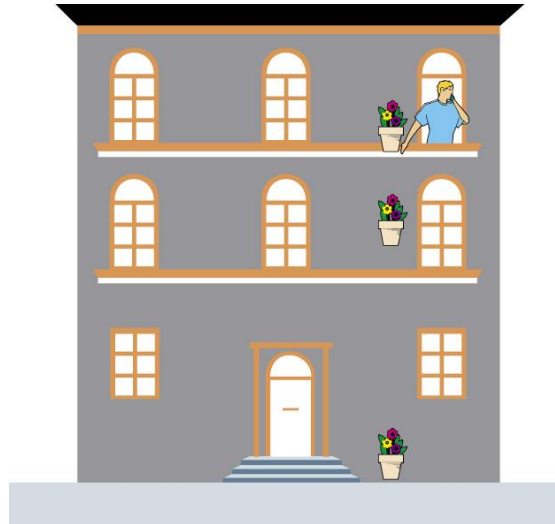
לקרקע:

1. לפני הגוף בעל שטח הפנים הקטן יותר

2. אחרי הגוף בעל שטח הפנים הקטן יותר

3. יחד עם הגוף בעל שטח הפנים הקטן יותר

ג. אדם ניצב במרפסת ביתו הממוקם בקומה השלישית, ומפיל בטעות עציץ המתנפץ על הכביש. (ראה את התמונה) ענה על הסעיפים הבאים המתייחסים לתמונה



(המשך השאלה בעמוד הבא)

הסעיפים להלן מתארים את העציץ בשלושה מקומות בדרכו לכביש:

1) מיד עם תחילת נפילתו

2) כשהוא חולף על פני הקומה השנייה

3) חלקיק שניה לפני שהוא פוגע בכביש

סמן את המשפט (או המשפטים) הנכונים המתייחסים להשפעת כוח הכובד על העציץ.

א. כוח הכבידה פועל חזק יותר בנקודה 1 מאשר בשאר המקומות.

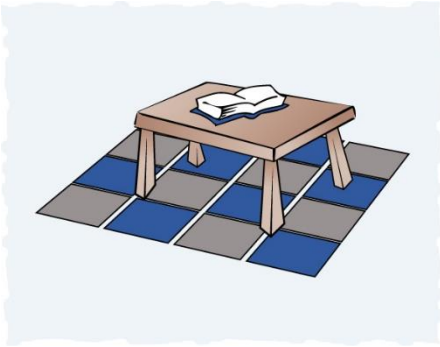
ב. כוח הכבידה פועל חזק יותר בנקודה 2 מאשר בשאר המקומות.

ג. כוח הכבידה פועל חזק יותר בנקודה 3 מאשר בשאר המקומות.

ד. כוח הכבידה פועל בעוצמה דומה מאוד על העציץ בכל מהלך נפילתו.

הסבר את תשובתך:

כוחות ניוטון



- ספר מונח על שולחן. התייחסו לכוחות הבאים :
- 1) כוח הכובד שמפעיל כדור הארץ על הספר כלפי מטה.
 - 2) כוח שמפעיל השולחן על הספר כלפי מעלה.
 - 3) כוח שמפעיל האוויר על הספר כלפי מטה.

א. **סמן** את האפשרות המתארת איזה מבין שלושת הכוחות האלה פועלים על הספר :

- א. רק כוח 1
- ב. כוחות 1 ו-2
- ג. לא פועל אף כוח כי הספר נמצא במנוחה.
- ד. רק כוח 3

הסבר את תשובתך :

ב. **הספר המונח על השולחן שוקל 20 ניוטון.**

השלם את המשפטים הבאים :

1. כוח בן 20 ניוטון מופעל כלפי מטה על הספר על ידי :

2. כוח בן _____ ניוטון מופעל כלפי מעלה על הספר על ידי _____

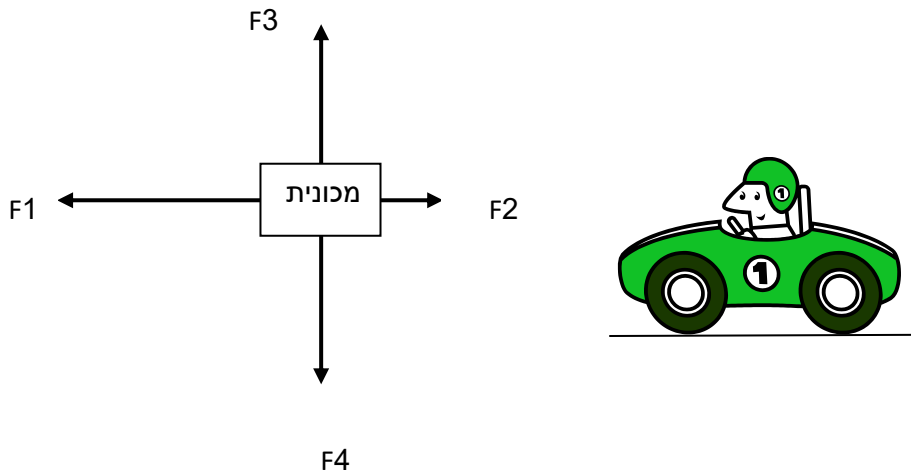
3. האם הכוח מסעיף 2 הפועל על הספר כלפי מעלה הוא תגובה לכוח מסעיף 1

הפועל על הספר כלפי מטה? **כן/לא**

ד. **ציין** איזה כוח צריך להפעיל כדי שהספר יזוז?

כוח החיכוך:

מכונית מגדילה את מהירותה לכיוון שמאל. המערכת כוללת: מכונית (הכוללת את המנוע, הגלגלים והנהג); כביש; כדור הארץ; אוויר. באיור נתון תרשים הכוחות הפועלים על המכונית.



א. דני טוען שהכוחות הפועלים על המכונית הם כדלקמן:

- F1 - הכוח שהמנוע מפעיל על המכונית בכיוון שמאל
- F2 - כוח החיכוך שהכביש מפעיל על המכונית בכיוון ימין (כוח בולם)
- F3 - הכוח שהכביש מפעיל על המכונית בכיוון למעלה
- F4 - הכוח שכדור הארץ מפעיל על המכונית בכיוון למטה.

- האם אתה מסכים למה שטוען דני? במידה וכן **נמק** את תשובתך אם אינך מסכים, **כתוב** מה לדעתך אינו נכון והצע תיקון אפשרי.
- ב. האם נוכל להגדיל את מהירות המכונית על ידי הקטנת כוח החיכוך בין הגלגלים לכביש (למשל על ידי הרטבת הכביש בשמן)? **הסבר**.
- ג. מהו הכוח האופקי שמפעילה המכונית על הכביש ומה כיוונו? **הסבר**.
- ד. איזה גוף אחראי על בלימת המכונית כאשר הנהג לוחץ על דוושת הבלם? **הסבר** את תשובתך.

חוקי ניוטון

משך היחידה: 4 שיעורים

- מטרות היחידה: 1. הכרות עם המושג כוח
2. הכרות קצרה עם איזיק ניוטון.
3. מהם חוקי ניוטון
- מהלך השיעור: 1. שמש אסוציאציות למילה כוח
2. הדגמה - יציאה לגינת מתקני כושר
3. דיון מהו כוח ?
4. חיפוש מידע על "סר אייזיק ניוטון"
5. חוקי ניוטון
6. סרטון סיכום

חוקי ניוטון

מהו כוח?

מומלץ לצאת לגינה של מתקני כושר, לתת לתלמידים להתנסות במכשירים, ואז להתחיל דיון

מדוע הייתם צריכים להתאמץ כדי להפעיל את המכשיר?

נגד איזה כוח עבדתם (כוח המשיכה=המשקל כל המכשירים עובדים על הרמה של האדם המתעמל למעט האופניים)

אם אני רוצה לעלות יותר מהר האם אני צריכה להפעיל יותר כוח או פחות כוח?

האם התנועה היא תנועה במהירות קבועה?

כאשר נוהגים ורוצים לנסוע במהירות קבועה, האם צריך ללחוץ על דוושת הדלק?

האם תמיד צריך ללחוץ באותה מידה?

למה?

אילו כוחות "מפריעים" למכונית לנסוע? (כוח החיכוך עם הכביש (שגם עוזר אך זה

בהמשך) כוח החיכוך עם הרוח, בעליות כוח המשיכה)

הפיזיקאי אייזיק ניוטון "גילה" את כוח המשיכה, מספרים שניוטון ישב מתחת לעץ

וחשב, לפתע נפל תפוח ופגע לו בראש, וניוטון הרהר מדוע התפוח נפל? למה למטה ?

והגדיר את כוח המשיכה

ניוטון ניסח שלושה חוקי הקשורים בתנועה :

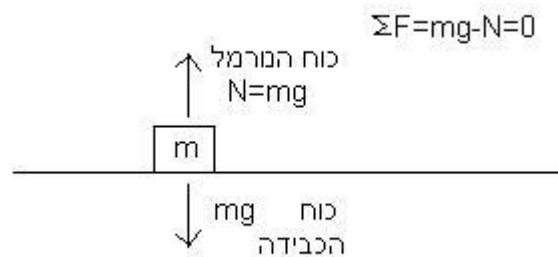
1. חוק פעולה ותגובה- אם גוף א מפעיל כוח על גוף ב, אז גוף ב יפעיל את אותו כוח

על גוף א אך בכיוון ההפוך.

דוגמא : אם אנחנו עומדים על כיסא, אנחנו מפעילים על הכיסא כוח השווה

למשקלנו (תזכורת משקל הוא הכוח בו מושך אותנו כדור הארץ=כוח הכבידה), אז

בתגובה הכיסא מפעיל עלינו את אותו הכוח. אנחנו מפעילים את הכוח למטה, ואילו הכיסא מפעיל את הכוח כלפי מעלה.



- אם הכיסא "לא יצליח" להפעיל כוח השווה לכוח הכבידה, הכיסא ישבר. לכוח שהכיסא מפעיל קוראים הכוח הנורמלי (נורמל=אנך) הכוח הנורמלי תמיד מאונך למשטח.
2. חוק ההתמדה כל גוף ימשיך במצב תנועתו או במצב מנוחתו כל עוד סכום הכוחות הפועלים עליו שווה לאפס. גוף ימשיך לנוע בקו ישר אם לא נפעיל עליו כוח, או שגוף ימשיך לעמוד אם לא נפעיל עליו כוח
- לדוגמא: כאשר אנחנו לוחצים על בלם הרכב, הרכב מתחיל להיעצר אך אם לא נחגור חגורות בטיחות הנוסעים ברכב ימשיכו לנוע קדימה.
3. כאשר סכום הכוחות שונה מאפס הגוף ינוע בתאוצה.
- $\Sigma f = ma$ סכום הכוחות הפועלים על הגוף שווה למסת הגוף כפול תאוצתו.

חוקי ניוטון

1. אילו סוגי כוחות אתם מכירים? מנה לפחות חמישה
2. מנורה תלויה בבית עם חוט לתקרה מדוע היא לא נופלת?
3. אדם מניף משקולת כבדה בהצלחה ומחזיק אותה באופן יציב באוויר



(ראו איור).

- א. הקיפו בעיגול כל אחד מהגופים ברשימה שלפניכם, המפעילים כוח על האדם, ורשמו לצידם את כיוון הכוח (למעלה/ למטה/ הצידה).

כיוון הכוח

שם הגוף

1. רצפה

2. האדם עצמו הדוחף את המשקולת _____
 3. משקולת _____
 4. כדור הארץ _____
 5. צופים באירוע _____

א. שרטטו תרשים כוחות למשקולת והסבירו מדוע היא אינה נופלת?

4. כוח נורמלי הוא כוח

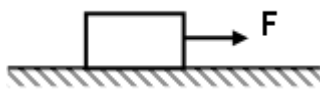
א. שגוף מפעיל על המשטח ג. שמשטח מפעיל על הגוף המונח עליו ב. שכיוונו תמיד מנוגד לכוח הכובד ד. תשובות (ב) ו (ג) נכונות

5. מסתו של הגוף אינה תלויה ב:

א. גודל הכוח הפועל על הגוף ג. מקום בו הגוף

ב. מצבו של הגוף (תנועה או מנוחה) ד. כל התשובות נכונות

6. כוח מסוים גורר גוף ימינה. אם ידוע שבזמן הגרירה הגוף נע בקו ישר במהירות קבועה, ניתן להסיק ש:



א. משטח חלק (חסר חיכוך)

ב. כוח חיכוך פועל בכיוון המנוגד לכיוון תנועת הגוף

ג. הכוח הגורר שווה לכוח החיכוך

ד. הכוח הגורר גדול מכוח החיכוך

7. על גוף פועל כוח של 20 ניוטון ימינה מסת הגוף 5 ק"ג ומקדם החיכוך בין הגוף למשטח 0.5



א. האם הגוף יזוז? אם לא הסבר מדוע, אם כן חשב את תאוצתו

ב. מה יקרה אם נכפיל את הכוח? האם הגוף יזוז? אם לא הסבר מדוע, אם כן חשב את תאוצתו

8. התרשים הבא מתאר תלמיד שעומד על סקייט-בורד באוטובוס הבולם בלימת פתע.

א. בכיוון תנועת האוטובוס ג. בכיוון הכוח שבלם את האוטובוס

ב. נגד כיוון תנועת האוטובוס ד. תלוי בחיכוך



9. א. גוף שמסתו 3 kg נע מערבה ומגדיל את מהירותו בתאוצה קבועה של . מהו הכוח השקול שפועל על הגוף (גודל וכיוון)?

ב. גוף שמסתו 3 kg נע מערבה ומקטין את מהירותו בתאוצה קבועה של . מהו הכוח השקול שפועל על הגוף (גודל וכיוון)?

ג. כוח חיצוני שקול של 15 N פועל על גוף וגורם לו לתאוצה קבועה של . מהי מסת הגוף?

ד. כוח חיצוני שקול של 15 N בכיוון מעלה פועל על גוף שמסתו 10 kg . מהי תאוצת הגוף? (גודל וכיוון)

קישורים

<http://ptc.weizmann.ac.il/>

אתר המורים לפיסיקה

<http://ptc.weizmann.ac.il/?CategoryID=188>

אתר המורים לפיסיקה- מכניקה

<http://web.kosher2all.co.il/Sites5/madakef/PAGE18.asp>

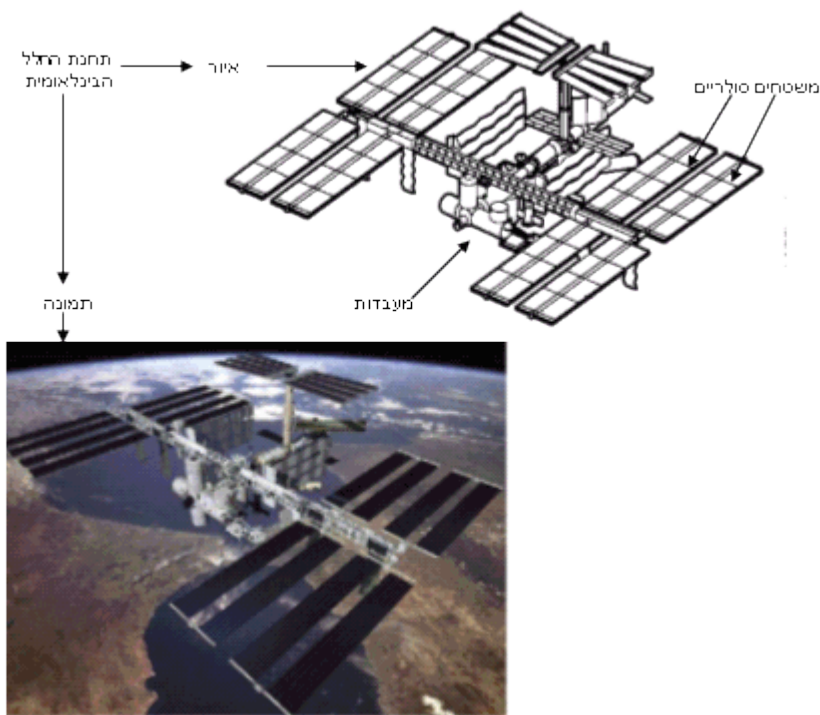
מצגות במדע וטכנולוגיה

<http://eureka.org.il/tag/%D7%A4%D7%99%D7%96%D7%99%D7%A7%D7%94/>

פיזיקה- מתוך אאוריקה האנציקלופדיה של הסקרנות

אוריינות מדעית - טכנולוגית משימה: תחנת החלל הבינלאומית

תחנת החלל הבינלאומית תהיה החללית הגדולה ביותר שנבנתה עד היום. סוכנויות החלל של ארצות הברית, רוסיה, יפן, אירופה קנדה וברזיל עובדות בשיתוף פעולה כדי לבנות אותה. מדובר בחללית שאורכה כ- 80 מ'. היא מקיפה את כדור הארץ כ- 16 הקפות ביממה בגובה 350 ק"מ מעל פני כדור הארץ. עם סיום הבנייה צפויים לשהות בתחנת החלל עד 7 אסטרונוטים (כיום יש שניים בלבד). במעבדותיה של תחנת החלל ייערכו ניסויים ותצפיות בשיתוף פעולה בינלאומי בתחומים ביולוגיה, כימיה, פיסיקה ואסטרונומיה. מקור האנרגיה העיקרי לתחנת החלל הוא אנרגיית השמש. אנרגיה זו נקלטת באמצעות שמונה משטחים סולריים, המורכבים מיותר מ- 240,000 תאי שמש לייצור חשמל (תאים פוטו-וולטאים). כמחצית מאנרגיה זו משמשת לטעינת הסוללות של תחנת החלל. המחצית השנייה של האנרגיה מועברת ישירות למעבדות ולחדרים של תחנת החלל, ומשמשת להפעלת המערכות תומכות החיים (בקרת טמפרטורה וחמצן).



שאלה 1

ההספק הכולל של המשטחים הסולריים המרכיבים את תחנת החלל הוא 240 קילוואט. מהו (בקירוב) ההספק של תא-שמש אחד (תא פוטו-וולטאי)?

- א. 1 קילוואט
- ב. 10 קילוואט
- ג. 1 וואט

שאלה 2

מנגנון מיוחד מאפשר לכוון את תאי השמש של תחנת החלל לכיוונים שונים. מדוע יש צורך במנגנון כזה?

שאלה 3

בכנס בינלאומי של סוכנויות החלל השותפות בפרויקט תחנת החלל נדונו יתרונותיה וחסרונותיה של תחנת החלל הבינלאומית. סמנו לגבי כל אחד מההיגדים הבאים אם הוא מהווה יתרון או חסרון.

היגד	יתרון	חסרון
א	בחלל האנרגיה הנקלטת בתאי השמש גדולה יותר, מכיוון שאין איבודי אנרגיה על ידי בליעה ופיזור באטמוספירה.	
ב	בחלל עוברים כל סוגי הקרינה, כולל קרינה חזקה הפוגעת בעמידותם של תאי-שמש.	
ג	בחלל אין סכנה של פגיעה באיכות הסביבה ובאיכות החיים של בני אדם.	
ד	במרחבי החלל ניתן להציב משטחים סולריים גדולים ללא הפרעה.	
ה	עלות אחזקת תחנת החלל גבוהה, משום שלצורך הרכבת החלקים ותיקונם נדרשות מספר טיסות של מעבורת החלל.	

שאלה 4

- מדוע יש צורך להעביר מחצית מהאנרגיה הנקלטת במשטחים הסולריים לטעינת סוללות?
- א. כדי לספק לתחנת החלל מספיק אנרגיה לטיסה ממושכת במרחבי החלל.
 - ב. כדי לספק לתחנת החלל אנרגיה כאשר היא נמצאת באזור הצל של כדור הארץ.
 - ג. כי אין בתחנת החלל אפשרות להשתמש בכמות גדולה של אנרגיה בבת אחת.
 - ד. כדי שניתן יהיה להעביר חלק מהאנרגיה הנאגרת בסוללות לכדור הארץ.

שאלה 5

החומר הנפוץ ביותר עד כה לבניית תאי-שמש הוא צורן. מדענים בסוכנות החלל האמריקאית מעוניינים לבחון חומרים חדשים כדי לייצר תאי-שמש שיהיו עמידים לאורך זמן. בין החומרים החדשים שהוצעו: גליום-ארסניד ויהלום. החומרים החדשים ייבחנו בסדרה של ניסויים. לפניכם שתי הצעות לניסוי שנפסלו. הסבירו מהו החסרון של כל אחת מההצעות וכיצד אפשר לשפרן.

הצעה א – 3 תאי שמש (סולריים), בעלי ממדים זהים, כל אחד מהם ייבנה מחומר אחר. התאים יוצבו באותו מקום למשך פרק זמן אחיד. תיבדק כמות האנרגיה הממוצעת המופקת בכל אחד מהתאים בפרק הזמן שנבחר.

החיסרון:

הצעה לשיפור:

הצעה ב – 3 קבוצות של 100 תאי שמש (סולריים), כל קבוצת תאים בנויה מחומר אחר. התאים יהיו בעלי ממדים זהים. 3 הקבוצות יוצבו באותו מקום למשך פרק זמן אחיד. בכל שעה תימדד כמות האנרגיה הממוצעת המופקת מאחת הקבוצות.

החיסרון:

הצעה לשיפור:

שאלה 6

בעקבות אסון המעבורת קולומביה בפברואר 2003, בו נספו כל אנשי הצוות, וביניהם האסטרונוט הישראלי אילן רמון, הוחלט להקפיא זמנית את הטיסות של מעבורות החלל אל תחנת החלל. טיסות אלה נחוצות להמשך הבנייה של תחנת החלל ולאספקת מים ומזון לצוות התחנה.

לפניך ארבע תשובות לשאלה "האם אתה תומך בחידוש הטיסות של מעבורות החלל אל תחנת החלל"? סמן את התשובה הקרובה ביותר לדעתך.

א. לא. הסיכון בטיסות אלה גבוה מדי ולמעשה אין הצדקה ממשית לבניית תחנת החלל.

ב. לא. יש אמנם חשיבות להקמת תחנת חלל, אך עדיף להמתין עד שהטכנולוגיה בתחום זה תתקדם, הסיכונים לאסטרונוטים יפחתו ועלות הטיסות לחלל תרד.

ג. כן. חשוב להמשיך בהקמת תחנת החלל ובביצוע המחקרים במעבדותיה כדי לשפר את ידיעותינו בתחום מדעי כדור-הארץ והיקום, גם אם המחיר הנדרש לשם כך גבוה והסיכונים קיימים.

ד. כן. גם אם אחרים אינם תומכים בהמשך הבנייה של תחנת החלל, אני אתמוך בחידוש הטיסות ואף אהיה מוכן להירתם לקידום מטרה זו בזמני החופשי.

שאלה 1

מטרת השאלה	ידע של מדע – הספק, יחידות וואט וקילוואט יכולות – הפקת מידע מטקסט ויכולת חישוב
ניקוד מלא (100%)	ג
ללא ניקוד	כל תשובה אחרת, או לא ענו.

שאלה 2

מטרת השאלה	יכולות – בדיקת היכולת להסביר תהליך באופן מדעי.
ניקוד מלא (100%)	מאחר שתחנת החלל מקיפה את כדור הארץ ומצבה מול השמש משתנה (איננה עומדת במקום אחד מול השמש) עליה לכוון את המשטחים הסולריים לכיוון השמש.
ניקוד חלקי (30%)	התייחסות לכיוון המשטחים כלפי השמש בלבד ללא הסבר.
ללא ניקוד	תשובה אחרת, או לא ענו.

שאלה 3

מטרת השאלה	יכולות – הבחנה בין יתרון לחסרון
ניקוד מלא (100%)	א- יתרון, ב- חסרון, ג- יתרון, ד- יתרון, ה- חסרון.
ניקוד חלקי (20%)	לכל תשובה נכונה.
ללא ניקוד	כל התשובות אינן נכונות, או לא ענו.

שאלה 4

מטרת השאלה	ידע של מדע – מיקום בחלל של שמש, כדור הארץ, תחנת חלל ומשמעות הקפה של תחנת חלל
ניקוד מלא (100%)	ב
ללא ניקוד	כל תשובה אחרת, או לא ענו

שאלה 5

מטרת השאלה	ידע על מדע – חקירה מדעית – תכנון ניסויים. יכולות – זיהוי מאפיינים של ניסוי מדעי.
ניקוד מלא (100%)	הצעה א: החיסרון – אין חזרות. הצעה לשיפור – להגדיל את מספר החזרות (את מספר התאים בכל קבוצה) הצעה ב: החיסרון – בכל פעם נמדדת האנרגיה המופקת רק באחת הקבוצות. המדידות לא מבוצעות באותם התנאים. הצעה לשיפור – למדוד את קבוצות התאים באותם פרקי זמן.
ניקוד חלקי (25%)	על כל ציון של חסרון ועל כל הצעה לשיפור.
ללא ניקוד	תשובה שאינה מבוססת ורלוונטית, או לא ענו.

שאלה 6

מטרת השאלה	עמדות בהקשר גבולות המדע והטכנולוגיה וכן מדע וטכנולוגיה בחברה – טיסות מאויישות לחלל והקמת תחנת חלל.
אין ניקוד	