

## אתגר התפעול בפארק 'אקסטרים

הנהלת לונה פארק 'ספלאש' גילתה שילדים עם מוגבלות בתנועה או אנשים עם כוח שרירים מוגבל מתקשים להפעיל את המתקנים הידניים בפארק כמו מתקן "פטיש", ידיות תפעול, זרועות של קרוסלות או מתקני הרמה.

**המשימה שלכם:** צוותי מהנדסים, אתם נבחרתם לתכנן ולבנות דגם (אב טיפוס) של מתקן שעשועים או כלי עזר המבוסס על חוק המנוף. המערכת שתבנו תוכל לאפשר להרים משקל כבד (כמו אדם) בקלות רבה, תוך השקעת כוח פיזי מינימלי בלבד. בעזרת "רווח כוח" תוכלו לגשר על המגבלה הפיזית.

### מה נדרש מכם לדעת?

כשאתם בונים את האב טיפוס שלכם בהאקתון, אתם למעשה הופכים למהנדסי מכונות של הפארק. אם תבינו היכן למקם את הציר (נקודת המשען) ואיזה אורך לתת לזרוע המתקן, תוכלו לגרום למתקן שלכם לבצע פעולות מורכבות (כמו הרמה או לחיצה) במינימום מאמץ.

### מהו החוק המדעי שמאחורי המתקנים?

מתקני הלונה פארק פועלים בהלימה ל"חוק המנוף" מבוססים על עיקרון של מערכת של העברת כוחות.

לדוגמא, מנוף הוא גוף קשיח שיכול להסתובב סביב ציר (נקודת משען). בלונה-פארק, כמעט כל מתקן שיש לו "זרוע" הוא למעשה מנוף ענק. הנדנדה, זהו המנוף הקלאסי ביותר. נקודת המשען במרכז, והכוחות פועלים בקצוות.

**במתקן "הפטיש"**, המבקר מפעיל כוח על צד אחד של המנוף, ונקודת המשען מעבירה את הכוח כדי להקפיץ את המשקולת למעלה.

**זרועות של קרוסלות או מתקני הרמה**, הזרוע שנושאת את הקרונית שלכם היא מנוף שצריך להרים משקל כבד מאוד (אתכם) בעזרת מנוע.



## רקע מדעי

לפני שניגש לתכנון מתקנים בפארק, עלינו לאפיין את הקשר בין כוח, מרחק ונקודת משען. המנוף הוא מערכת המאפשרת שינוי בגודל הכוח או בכיוונו. היחס בין הכוחות במערכת קשיחה בשיווי משקל נקבע על פי חוק המנוף:  $F_1 \cdot L_1 = F_2 \cdot L_2$

## ה"מאמץ" (המשתמש)

- $F_1$  (כוח ההפעלה / Force): זהו הכוח שהאדם (או המנוע) מפעיל על המנוף. בהקשר של משימת האקטון, זהו הכוח המינימלי שאנחנו רוצים שהמבקר בפארק יצטרך להשקיע.
- $L_1$  (זרוע הכוח / Length): המרחק מנקודת המשען (הציר) ועד לנקודה שבה מופעל הכוח  $F_1$  ככל שנגדיל את המרחק הזה, נצטרך פחות כוח כדי להרים את המשא.

## הצד של ה"משא" (המתקן)

$F_2$  (כוח המשא): זהו המשקל של החפץ או האדם שאותו רוצים להרים או להזיז (לדוגמה: הילד שיושב על הנדנדה או המשקולת של מתקן ה"פטיש").

$2L$  (זרוע המשא): המרחק מנקודת המשען (הציר) ועד לנקודה שבה נמצא המשא  $2F$

## איך זה עובד יחד?

המכפלה של הכוח במרחק (FXL) נקראת **מומנט הכוח**. כדי שהמערכת תהיה בשיווי משקל (איזון), המומנטים בשני הצדדים צריכים להיות שווים.

## שלב א': הכרת מערכת מנופים בגוף האדם

האם גם בגוף האדם יש מנופים? היכנסו ליחידה לסתות ומנופים (החל מעמוד 5) ועבדו לפי ההנחיות. [קישור ליחידת המנוף](#)

## שלב ב': הגדרת הבעיה והתכנון ההנדסי (שעה וחצי)

קעת כשהידע המדעי בידכם, עומד בפניכם שלב הגדרת הבעיה והתכנון של המתקן.

1. **בחירת האתגר:** בחרו מתקן אחד בפארק שבו נדרש "**מגבר כוח**" (לדוגמה: תותח מים המופעל בלחיצה, מנוף להרמת סירה מהמים, או שער כניסה כבד).
2. **שרטוט טכני:** שרטטו את הדגם המתוכנן. סמנו בשרטוט:

- נקודת משען (Pivot).

- זרוע הכוח (היכן המשתמש לוחץ).

- זרוע המשא (היכן מתבצעת הפעולה).

3. **חישוב תחזית:** חשבו מהו אורך הזרוע המתוכנן כדי להשיג את רווח הכוח הרצוי.

## **המשימה שלכם: הופכים תיאוריה למתקן!**

עד עכשיו הוכחתם את חוק המנוף עכשיו, המהנדסים הראשיים של פארק "אקסטרים" ממתינים לפתרון שלכם. האתגר הוא לבנות מתקן שעובד - כלומר, **מנצל את חוק המנוף כדי לבצע פעולה בצורה יעילה.**

### **שלב 1: תיכון – "המחשבה לפני המעשה" (30 דקות)**

אל תגעו בחומרים עדיין! תוכנית טובה היא חצי מההצלחה.

א. **איזה מתקן אתם בונים?** (דוגמאות: תותח מים הידראולי נגיש, זרוע הרמה כבדה, נדנדת איזון מורכבת).

ב. **שרטטו תרשים של המערכת.** סמנו בבירור:

- נקודת משען (Pivot)

- כוח הפעלה (Force)

- המשא/הפעולה (Load)

- סוג המנוף שנבחר

### **שלב 2: בניית אב-טיפוס - "מייקרוס" (שעתיים וחצי)**

עכשיו, הוציאו את השרטוט לפועל.

א. **בנו את נקודת המשען:** היא חייבת להיות יציבה וחזקה כדי לשאת את העומס.

ב. **בנו את זרועות המנוף:** השתמשו בחומרים בצורה חכמה. אם הזרוע ארוכה מדי, היא עלולה

להתכופף, איך תחזקו אותה?

ג. **שלבנו את המשא/הפעולה:** ודאו שהחיבורים חזקים.

### שלב 3: הניסוי המכני - "זה עובד?" (זמן גמיש תוך כדי בנייה)

אל תחכו לסוף! בדקו את המתקן כל הזמן.

- א. בצעו בדיקה ראשונית - האם המנוף מסתובב חלק?
- ב. בדקו עם משא - האם המנוף מצליח להרים/להפעיל אותו?
- ג. אופטימיזציה: אם זה לא עובד, הזרוע מתכופפת או שנדרש יותר מדי כוח – זה הזמן לשנות!

▪ אנחנו משנים את מיקום הציר ב- \_\_\_\_ ס"מ כדי...

▪ אנחנו מחזקים את הזרוע בעזרת...

#### טיפ של מהנדסים:

המנוף שלכם הוא מערכת. כל שינוי קטן (למשל, הזזת הציר סנטימטר אחד) משנה את כל המשוואה. בדקו ותעדו!

### שלב 4 - אירוע שיא - הצגת תוצרים

כדי להפוך את סיום ההאקתון לאירוע שיא משמעותי, נקיים "יריד הנדסה ותחרות אופטימיזציה". אירוע השיא צריך לשלב גאווה בתוצר, הוכחת הידע המדעי ומתן משוב עמיתים מקצועי. להלן הצעה למבנה אירוע השיא (משך: כ-90 דקות):

### שלב 5 - "מבחן הכוח הגדול - Demo Day"

#### 1. שלב "התערוכה הפעילה" (45 דקות)

בשלב זה הכיתה הופכת למרחב תצוגה. כל קבוצה תקים "דוכן" שבו מוצגים התוצרים:

- התוצר הסופי - הדגם שבנו (מתקן הלונה-פארק/פארק המים).
- דף המידע - דף המציג את השרטוט הטכני, את סוג המנוף ואת חישובי חוק המנוף שביצעו בשלב א'.
- הדגמה - עליכם להדגים כיצד המנוף שבניתם מרים משקולת או מפעיל כוח

#### 2. מבחן ה"לחץ" – אתגר האופטימיזציה (20 דקות)

זהו רגע השיא שבו אתם בוחנים את גבולות היכולת של התוצרים.

המורה יעבור בין המתקנים ויציב אתגר מפתיע בפניכם ואתם תדרשו לבצע התאמה מהירה תוך מתן הסבר מדעי לשינוי שבחרתם לבצע.

#### 3. כלי להערכה וניתוח התוצרים

במהלך הפעילות, עליכם להשלים "כרטיס מבקר" ובו עליהם לנתח דגם של קבוצה אחרת:

שמות חברי הקבוצה \_\_\_\_\_

קריטריון לניתוח	ציון (1-5)	הערות מדעיות (מדוע?)
יציבות נקודת המשען:		
ניצול רווח הכוח:		
שימוש נכון בסוג המנוף:		
המלצה לשיפור:		