עמוד 1

**מאזני מספרים** הוא דגם שמבוסס על **כלל המנוף** של ארכימדס.

בעזרת הדגם נוכל להבין כיצד אפשר להשתמש בכלל המנוף

כדי לאזן בין משקלים.

בנוסף, נוכל להשתמש בדגם כדי לפתור חידות במתמטיקה.

ארכימדס נחשב לאחד מגדולי הממציאים בכל הזמנים.

הוא נולד ביוון

ובחלק מחייו הוא פעל במצריים.

תגליותיו והמצאותיו קשורות במתמטיקה, פיזיקה, אסטרונומיה

ועוד.

כלל המנוף נחשב לאחד

מהכללים הידועים ביותר של

ארכימדס, בעיקר בגלל שגם

בימינו יש לו שימושים רבים.

**ארכימדס**

**(287 – 212 לפנה"ס)**

עמוד 2

**מאילו חלקים הדגם מורכב ?**

* זרוע
* לוח פרספקס
* מקום לאחסון גולות
* בסיס
* תאים לגולות
* משקולת לכיול זרוע
* ציר סיבוב (נקודת המשען)

**מֶיְסָב**

המיסב מורכב משתי טבעות

שביניהן יש כדורים קטנים.

המיסב מאפשר למאזניים

להסתובב בחופשיות (כמעט

ללא חיכוך) מסביב לציר הסיבוב.

עמוד 3

**אותו כוח – השפעות שונות**

האם כדי להזיז אבן גדולה או כדי לשבור ענף עבה

אנחנו צריכים שרירים גדולים?

כדי לבדוק זאת נסתכל על העץ שנמצא

בחצר הבית של דני.

דני רוצה לטפס על העץ

ולשבת על אחד מענפיו הארוכים.

**שאלה:**

היכן לדעתכם יותר

בטיחותי לשבת? רחוק מהגזע או קרוב אל הגזע?

**תשובה:**

כאשר דני יושב רחוק מהגזע,

הוא מכביד יותר על הענף, ולכן יכול לגרום לענף להישבר.

כלומר למרות שבשני המקרים דני מפעיל על הענף את אותו הכוח

(את המשקל שלו), כאשר דני רחוק מהגזע, יש למשקל של דני

יותר עוצמה והשפעה (ובשפת הפיזיקה – יש מומנט גדול יותר).

את הנושא הזה חקר המדען היווני ארכימדס,

וניסח אותו ככלל שנקרא בשם: **כלל המנוף**.

המילה מנוף היא מילה נרדפת להגדלת כוח.

בעזרת השימוש במנוף אפשר להגדיל את העוצמה של הכוח שאנו

מפעילים - בדיוק כמו שהמשקל של דני (הכוח שהוא מפעיל על

הענף), יכול לגרום לשבירת הענף - אם הוא יתיישב מספיק רחוק

מהגזע.

עמוד 4

**כלל המנוף בנדנדה – דוגמה א'**

נדגים את כלל המנוף בנדנדה:

הנדנדה באיור בנויה ממוט שמונח על בסיס בצורת משולש.

המשולש נמצא בדיוק במרכז המוט.

לנקודה שבה המוט נוגע במשולש קוראים בשם **נקודת משען** –

כי המוט נשען עליה.

**מוט**

**נקודת משען**

**בסיס**

כאשר בשני הקצוות של המוט יושבים ילדים בעלי משקל זהה,

המוט נמצא במצב מאוזן:

**שאלה:** מה יקרה כאשר אחד מהילדים

יזוז מהקצה ויתקרב לנקודת המשען?

**תשובה:**

המוט לא יישאר מאוזן.

ככל שהילד יתקרב יותר לנקודת המשען,

המשקל שלו ישפיע פחות.

ולכן המוט ירד לכיוון השני.

מסקנה: **ככל שהילד קרוב יותר לנקודת המשען,**

**המשקל שלו משפיע פחות.**

נוכל גם להסיק ש: **ככל שהילד יהיה רחוק יותר מנקודת המשען,**

**המשקל שלו ישפיע יותר.**

עמוד 5

**כלל המנוף בנדנדה – דוגמה ב'**

נסתכל שוב על הנדנדה כשבשני הקצוות שלה יושבים ילדים בעלי משקל זהה. כפי שראינו קודם המוט נמצא במצב מאוזן:

**שאלה:** מה יקרה אם בקצה אחד של הנדנדה יתיישב ילד

בעל משקל גדול יותר?

**תשובה:**

המוט לא יישאר מאוזן.

המוט ירד לכיוון של הילד עם המשקל הגדול.

כדי שהמוט יחזור להיות מאוזן, הילד ששוקל יותר צריך לזוז

ולהתקרב לנקודת המשען.

בצורה זו,

למרות שהילדים

במשקל שונה,

המוט יהיה במצב מאוזן.

כמו בדוגמה א',

אנו רואים שכאשר הילד קרוב לנקודת המשען,

המשקל שלו משפיע פחות.

עמוד 6

**כלל המנוף בדגם שלנו**

הדגם שלנו נראה כמו נדנדה של גולות.

כל הגולות זהות – לכולן אותו משקל.

בכל צד של המוט אפשר להניח גולות ב - 7 תאים שונים.

נסתכל על שלושה מקרים שונים:



במקרה הזה, בכל צד של המוט יש גולה אחת בתא מספר 5.

מכיוון שהגולות בעלות משקל זהה ובמרחקים שווים, המוט נמצא במצב מאוזן.



תא 7 - הוא המקום הרחוק

ביותר מנקודת המשען.

תא 1 - הוא המקום הקרוב

ביותר לנקודת המשען.

המשקל של הגולה שנמצאת בתא 7, ישפיע בעוצמה גדולה פי 7

מהמשקל של הגולה בתא 1. לכן במקרה זה המוט לא יהיה מאוזן.



המשקל של הגולה בתא 7 משפיע בעוצמה גדולה פי 7 מהמשקל של הגולה בתא 1. כדי לאזן את המוט, הוספנו בצד שמאל גולה בתא 6 (המשקל שלה משפיע בעוצמה גדולה פי 6 מהמשקל של הגולה בתא 1).

עמוד 7

**כלל המנוף של ארכימדס**

ארכימדס גילה שכאשר אנו מפעילים כוח,

ההשפעה (העוצמה) של הכוח לא תלויה רק בגודל

של הכוח, אלא גם במרחק של הכוח מנקודת המשען.

להשפעה (העוצמה) של הכוח קוראים גם בשם **מומנט**.

**ארכימדס ניסח את מה שגילה גם באופן מתמטי:**

**גודל הכוח**

כפול

**מרחק מנקודת המשען**

**מומנט**

(ההשפעה / העוצמה של הכוח)

כלומר, ככל שאנחנו מפעילים את הכוח רחוק יותר מנקודת המשען – אנחנו מגדילים את ההשפעה (העוצמה) שלו.

לכן, גולה אחת שנמצאת בתא 7 מפעילה על המוט מומנט (עוצמה) גדול פי 7 מגולה שנמצאת בתא 1.

כדי להמחיש את כלל המנוף, ארכימדס ידוע בכך שאמר:

**"תנו לי נקודת משען –**

**ואוכל להזיז את העולם ממקומו"**

האצבע מפעילה **כוח קטן**,

אבל בגלל המרחק הגדול,

ההשפעה שלו מאוד גדולה !

**מרחק גדול מאוד !**

**נקודת**

**משען**

ובמילים פשוטות: אם תתנו לי מוט מאוד מאוד ארוך ונקודת משען רחוקה מספיק, אני אוכל להזיז את העולם בעזרת האצבע בלבד.

עמוד 8

**שימושים בכלל המנוף**

נסתכל על שתי מכונות שמתבססות על כלל המנוף:

**מנוף**

למנוף יש זרוע ארוכה מאוד

כדי שיהיה אפשר להרים

דברים שנמצאים גם

במקומות רחוקים מהמנוף.

גם כאשר מרימים דברים קלים, הם מכבידים על המנוף (בגלל

שהם רחוקים מנקודת המשען).

כדי לאזן את הזרוע הארוכה (שמרימה דברים קלים יחסית),

בצד השני של המנוף יש זרוע קצרה שעליה

תלויות אבנים כבדות.

משקל גדול תלוי

קרוב לנקודת

המשען

משקל קטן תלוי

רחוק מנקודת

המשען

**חותך כבלי מתכת**

כדי לחתוך חוטים ממתכת

משתמשים במכשיר דומה למספריים

שנקרא קָטֶר (מהפועל CUT באנגלית).

כאשר רוצים לחתוך חוטים דקים,

הכוח שבשרירי הידיים מספיק

כדי להצמיד את הידיות.

אבל כשרוצים לחתוך חוטי מתכת עבים במיוחד (כבלים),

נשתמש בקטר בעל ידיות ארוכות.

כך, הכוח שנפעיל יהיה רחוק יותר מנקודת המשען ולכן

העוצמה שלו תגדל.

גודל הלהבים

הוא זהה.

ההבדל היחיד

הוא באורך

הידיות.