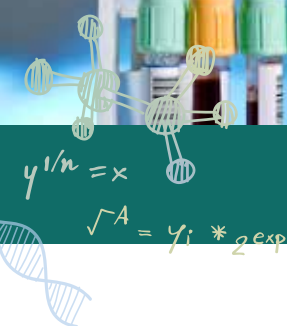
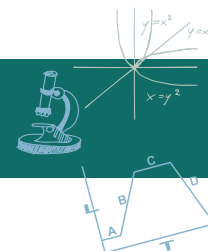


# ביורפואה חישובית

## מהו ריכוז? | מדריך למורה



# מהו ריכוז?



בפעילות זאת התלמידים מעמיקים את ההבנה של המושג ריכוז. היא מורכבת משני חלקים:

### חלק א': מהי המשמעות של ריכוז חומרים בתמיסה?

בחלק זה לומדים מהן יחידות המדידה של ריכוז חומרים בתמיסה, כיצד שינויים בנפח או שינויים בכמות (מאסה) משפיעים על הריכוז, ומתנסים מעט בחישובי ריכוז.

### חלק ב': ריכוזי חומרים שונים בדם ומשמעותם לאבחון וטיפול בחולים.

בחלק זה מוצגות תוצאות בדיקת דם אותנטיות, שהתלמידים מתבקשים להמיר ליחידות בסדרי גודל שונים. לסיום הם מתבקשים להתאים טיפול לחולה.

בסיום היחידה מופיעה טבלת עזר עם שמות יחידות נפח ויחידות מסה וסדרי הגודל שהן מייצגות.

חלק מהיחידות בתוכנית עוסקות בתופעות מעולם הרפואה הקשורות לריכוזי חומרים בגוף כמו ריכוז גלוקוז בדם, ריכוז תרופה בדם, או ריכוז הורמון בדם, ולכן יש חשיבות להבנת המושג ריכוז.

### ליחידה זו שתי גרסאות לתלמיד:

[להורדת גרסת PDF להדפסה](#)

[כניסה לגרסה מקוונת בפטל](#)

## מהו ריכוז?

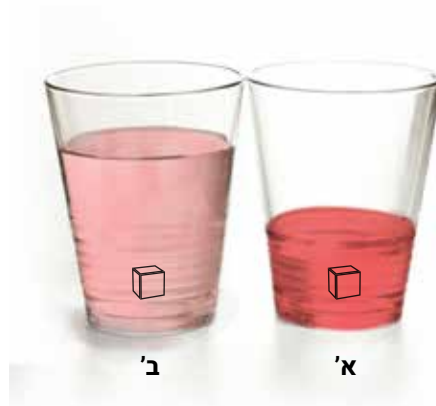
בפעילות זאת תכירו את המושג ריכוז, תלמדו לחשב ריכוזי חומרים בתמיסה, ותוכלו לזהות בעיה רפואית על ידי נתוני בדיקות דם אמיתיות.

1. בחרו באחד התצלומים. מה הייתם עושים כדי לפתור את בעיית הצפיפות שבתצלום?



2. לכל אחת מהכוסות שלפניכם הוסיפו כפית אחת של אבקת מיץ פטל וערבבו היטב.

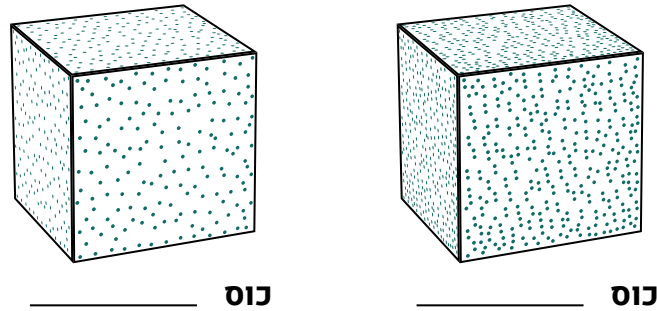
א. באיזו מהכוסות יהיה המיץ מתוק יותר? **כוס א**



בתמיסה, החומר שכמותו היא הרבה ביותר מכונה **מקם**. לדוגמה, במי ים, הממס הוא המים. החומרים האחרים בתמיסה, שכמותם פחותה מהממס מכונים **מומסים**. לרוב בכל תמיסה יש ממס אחד ויכולים להיות מומס אחד או יותר. לדוגמה, במי ים, הממס הוא המים, ואחד המומסים הוא נתרן כלורי.

ב. הקיפו את התשובה הנכונה: בתמיסת מיץ הפטל המים הם הממס/המומס, ואבקת מיץ הפטל היא הממס / המומס.  
**בתמיסת מיץ הפטל המים הם הממס, ואבקת מיץ הפטל היא המומס.**

ג. בכוס א' ובכוס ב' מסומנת קוביה שנפחה 1 מיליליטר, כלומר אלפית הליטר. באיורים שלפניכם סומנו מולקולות הסוכר בנקודות. איזה איור מתאים למולקולות הסוכר במיץ שבכוס ב'?



**הקוביה הימנית מכוס א', ואילו הקוביה השמאלית מכוס ב'.**

ד. חיזרו לתצלום כוסות הפטל והקיפו את התשובה המתאימה:  
 בכוס א' נפח הממס/כמות המומס קטן/נה יחסית לכוס ב'. לעומת זאת, נפח הממס/כמות המומס בשתי הכוסות שווה. לכן, כמות המולקולות ליחידת נפח של המיץ בכוס א' גבוהה/נמוכה מזו שבכוס ב'.  
**בכוס א' נפח הממס קטן יחסית לכוס ב'. לעומת זאת, כמות המומס בשתי הכוסות שווים. לכן כמות המולקולות ליחידת נפח של המיץ בכוס א' גבוהה/נמוכה מזו שבכוס ב'.**

ה. רשמו במילים שלכם מהו ריכוז.

**למורה:** חשוב שהתלמידים יגדירו ריכוז במילים שלהם. שאלה זאת לא נועדה להגדיר את המונח נכון (אם כי, זה כמובן מאוד רצוי) אלא לעזור לתלמידים לגבש בעצמם את המושג כפי שהם מבינים אותו עד כה, ולענות בעזרתו על סעיף ו'. בהמשך הם יתבקשו לחזור ולדייק את ההגדרה שרשמו.

ו. על פי ההגדרה שלכם, באיזו כוס (א' או ב'), היה ריכוז מיץ הפטל גבוה יותר? מדוע קבעתם כך?  
**בכוס א' יש ריכוז פטל גבוה יותר מפני שישבה יותר מולקולות ליחידת נפח.**

**מהו ליטר? מהו מיליליטר?**

**ליטר** הוא יחידת מידה של נפח, המתייחסת לקוביה שצלעותיה באורך 10 סנטימטרים.

**מיליליטר** הוא אלפית הליטר, ומתייחס לקוביה שצלעותיה באורך 1 סנטימטר.

**ההבדל בין ריכוז לצפיפות**

המונח **ריכוז** מתייחס לחומר המומס בנוזל (תמיסה נוזלית). המונח **צפיפות** מתייחס לרוב למוצק או לפרטים באוכלוסיה. כך לדוגמה, נאמר צפיפות אוכלוסין או צפיפות חיידקים, אבל ריכוז של סוכר בדם.

3. התבוננו ב**בסרטון** המתאר סדרת מיהולים של אבקת מיץ פטל במים.

**למורה:** אבקת מיץ הפטל מכילה מגוון של חומרים. החומרים הרלוונטיים למיהולים ולשאלות הם הסוכר והצבע האדום שמקורו בפרי הפטל. לשם פשטות הם מכונים כאן מולקולות של אבקת מיץ הפטל. אפשר שהתלמידים יבצעו בעצמם את סדרת המיהולים.

א. פי כמה נמהל המיץ מהכוס החד פעמית הראשונה במעבר לכוס החד פעמית השנייה? **פי 2**

ב. פי כמה נמהל המיץ מהכוס הראשונה בכוס השלישית? **פי 4**

ג. נסו לשער: פי כמה נמהל המיץ מהכוס הראשונה בכוס האחרונה (העשירית): פי 10? פי 100? בין פי 100 לפי 1000? יותר מפי 1000?

**המיהול מהכוס הראשונה לאחרונה הוא בין פי 100 לפי 1000 (פי 512).**

**למורה:** בסדרת המיהולים שבסרטון בוצעו 9 מיהולים. התשובה המתאימה היא שהמיהול מהכוס הראשונה לאחרונה הוא 512, כלומר בין פי 100 לפי 1000. אילו ביצעו מיהול נוסף בסרטון, המיהול ה-10 במספר, אפשר היה להגיע לתמיסה מהולה פי 1000 (למעשה פי 1024) מהתמיסה הראשונה.

ד. השלימו את הטבלה:

המיץ נמהל פי _____	מספר המיהולים
1	0 (הכוס הראשונה, אחרי שהוכנסה אליה אבקת מיץ הפטל המרוכזת שבכוס הזכוכית)
<b>2</b>	1 (מהכוס הראשונה בסדרה לכוס השנייה בסדרה)
<b>4</b>	2
<b>8</b>	3
<b>16</b>	4
<b>10<sup>24</sup></b>	10
<b>2<sup>n</sup></b>	n

ה. הכוס האחרונה נראית שקופה לגמרי. על פי תשובתכם לסעיף א', האם נשאר מולקולות מאבקת מיץ הפטל בכוס האחרונה?

**כן, אבל מעט יחסית לכושר האבחנה של עין אנושית.**

4. במה דומה מיהול מיץ הפטל לפתרון לצפיפות בתצלום שבחרתם בשאלה 1? השוו בין מיהול מיץ הפטל לבין הפתרון שלכם לצפיפות באמצעות הטבלה הבאה:

**למורה:** כאן הובאה תשובה לדוגמה על צפיפות כיתה. יכולות להיות כמובן מגוון תשובות של התלמידים. חשוב לשאול את התלמידים גם במה שונה מיהול מיץ הפטל לפתרון לצפיפות בתצלום שבחרו, כדי שיבינו שצפיפות שונה מריכוז.

מיהול מיץ הפטל	פיזור הצפיפות בתצלום
מצב התחלתי: מיץ פטל מתוק מאוד	<b>מצב התחלתי: כיתה צפופה מאוד</b>
תרכיז מיץ הפטל (מומס)	<b>תלמידים</b>
מים (ממס)	<b>כיתה</b>
מיהול פי שניים	<b>לדוגמה: לפתוח כיתה נוספת עם מורה נוסף</b>
הקטנת הריכוז התאפשרה על ידי הגדלת נפח הממס	<b>הקטנת הצפיפות התאפשרה בדוגמה על ידי הגדלת הנפח שבו שוהים התלמידים</b>



5. זוג בבית קפה הזמין קפה אספרסו רגיל, המוגש בספל קטן; וקפה אספרסו אחד ארוך, המוגש בספל גדול. כל אחד מהם ביקש מהמלצר להמתיק את הקפה עם כפית סוכר. א. בחרו את התשובה המתאימה: ספלי הקפה שונים זה מזה בנפח התמיסה/כמות המומס. לכן, ריכוז הסוכר בספל הגדול יהיה נמוך/ גבוה מריכוזו בספל הקטן, וטעם הקפה בספל הגדול יהיה יותר/ פחות מתוק.

**ספלי הקפה שונים זה מזה בנפח התמיסה. לכן, ריכוז הסוכר בספל הגדול יהיה נמוך מריכוזו בספל הקטן, וטעם הקפה בספל הגדול יהיה פחות מתוק.**

ב. מוזג הקפה הוסיף בטעות שתי כפיות סוכר לספל הקטן. הזוג מאוד רוצה לעזור למוזג לתקן את הטעות בלי שבעלי המקום ינזפו בו. כיצד הייתם מציעים למוזג לתקן את הטעות בלי לזרוק את הקפה בשני הספלים שכבר הכין? **אפשר, לדוגמה, להעביר את הקפה שבספל הקטן לספל גדול יותר, ולהוסיף את אותה כמות מים (וכפית קפה נוספת כדי לשמור על ריכוז הקפה).**

6. היחידות שבהן מודדים ריכוז הן כמות המומס לנפח הממס (נפח התמיסה), לדוגמה:

$$\frac{\text{גרם}}{\text{ליטר}}$$

א. בחרו בתשובה המתאימה: בסדרת המיהולים של מיץ הפטל קטן/גדל המכנה/המונה של יחידות הריכוז, והגדיל/ הקטין את ריכוז המיץ. בהתאם לכך, בספל הקפה של האספרסו הארוך קטן/גדל המכנה/המונה של יחידות הריכוז והגדיל/והקטין את ריכוז הסוכר. בשני המקרים התאפשר שינוי בריכוז בשל שינוי בנפח הממס/כמות המומס יחסית לנפח הממס/כמות המומס.

**בסדרת המיהולים של מיץ הפטל שבסרטון קטן המונה של יחידות הריכוז, והקטין את ריכוז המיץ. בהתאם לכך, בספל הקפה של האספרסו הארוך גדל המכנה של יחידות הריכוז והקטין את ריכוז הסוכר. בשני המקרים התאפשר שינוי בריכוז בשל שינוי בנפח הממס יחסית לכמות המומס.**

ב. הציעו דרך אחרת לשנות ריכוזים של מיץ פטל בסדרה של ארבע כוסות. איזה חלק של היחידות – המכנה או המונה – אתם משנים בהצעתכם?

**אפשר לשמור על נפח מים קבוע, ובכל כוס להמיס כמויות הולכות ויורדות של מיץ פטל. כך מקטינים את המונה של יחידות הריכוז, והריכוז הולך ויורד.**

7. חזרו להגדרה שלכם מהו ריכוז (שאלה 2 סעיף ה'): מה תוכלו להוסיף בהתאם לתשובותיכם על השאלות עד כה?

8. רוקחת מכינה סירופ אקמול עבור ילדים. הריכוז המומלץ לסירופ על פי הנחיות חברת התרופות המייצרת את האקמול הוא 50 מיליגרם למיליטר.

**למורה:** אפשר לציין לתלמידים שילדים קטנים מתקשים לבלוע גולות ולכן התרופה ניתנת להם כסירופ.

א. כמה מיליגרם אקמול עליה לשקול כדי להכין סירופ של 100 מיליטר?

**אם כל מיליטר צריך להכיל 50 מיליגרם אקמול אז 100 מיליטר יכולו כמות גדולה פי 100 של אקמול, כלומר:**

$$100 \times 50 = 5000$$

**שהם 5000 מיליגרם (5 גרם)**

**אפשר גם לבנות משוואה שבה משווים את הריכוז בשני המקרים:**

$$\frac{50}{1} = \frac{X}{100}$$

**ולקבל:**

$$X = \frac{50 \times 100}{1} = 5000$$

בשכונה שבה נמצא בית המרקחת התפשטה מחלת חום בקרב ילדי הגנים. בשל העלייה בביקוש לסירופ אקמול, ומכיוון שתהליך הכנת סירופ אקמול ארוך יחסית, החליטה הרוקחת להכין תמיסת אקמול מרוכזת פי 5. כך, כאשר מגיע לקוח ומבקש סירופ אקמול, כל שעליה לעשות הוא להוציא מעט מהתמיסה המרוכזת ולמהול במים עד לנפח הרצוי.

ב. מהו ריכוז התמיסה המרוכזת שהכינה הרוקחת? **250 מיליגרם למיליטר**

ג. כמה מיליטר מהתמיסה המרוכזת עליה למהול כדי לקבל 50 מיליטר סירופ בריכוז המומלץ (50 מיליגרם למיליטר)? **10 מיליטר**

ד. כמה מיליטר מים עליה להוסיף לתמיסה המרוכזת? **40 מיליטר**

## אם כל הבדיקות: ריכוז חומרים בדם



לפני אבחון, או לשם מעקב, סביר שרופא המשפחה ישלח אתכם לבצע בדיקת דם. יחד עם תאי הדם השונים, לבנים ואדומים, נמצאים בדם חומרים כימיים שיכולים לספק מידע חשוב על מצב הבריאות שלנו.

לפניכם תוצאות בדיקת דם של מטופל. בחרנו בעבורכם שלוש תוצאות המדגימות את הקשר בין ריכוז חומרים מסוימים בדם לבין תחלואה.

שם הבדיקה	תוצאות הבדיקה	ביחס לטווח התקין
<b>1. Glucose (B)</b>	92 mg/dl	70 ( ..... ) 100
Urea (B)	21 mg/dl	17 ( ..... ) 43
<b>2. Creatinine (B)</b>	0.79 mg/dl	0.51 ( ..... ) 0.95
eGFR	71 ml/min/1.73m <sup>2</sup>	
הערות לבדיקה: ①	ערך רצוי מעל 60.	
Uric Acid (B)	2.9 mg/dl	2.6 ( ..... ) 6
K+ Potassium (B)	4.1 mmol/l	3.5 ( ..... ) 5.1
Na- Sodium (B)	141 mmol/l	136 ( ..... ) 146
Ca-Calcium (B)	9.1 mg/dl	8.1 ( ..... ) 10.4
Cholesterol	196 mg/dL	
הערות לבדיקה: ①	מומלץ: קטן מ- 200 mg/dL	
Triglycerides	115 mg/dl	
הערות לבדיקה: ①	Normal: קטן מ-150 mg/dl	
HDL-Cholesterol	64 mg/dl	
הערות לבדיקה: ①	מומלץ: גדול מ- 40 mg/dL	
Non-HDL Cholesterol	132 mg/dl	
הערות לבדיקה: ①	מומלץ: >160 (לחולי לב וסוכרת >130)   גבולי: 160-189   גבוה: <190    בכל מקרה יש להיוועץ עם הרופא   המטפל באשר לערך המטרה הרצוי לך	
LDL-Cholesterol	108.9 mg/dl	
הערות לבדיקה: ①	מומלץ: קטן מ-130 mg/dL   לחולי לב וסוכרת מומלץ: קטן מ- 100 mg/dL   גבולי: 130-159 mg/dL   גבוה: גדול מ-160 mg/dL    בכל מקרה יש להיוועץ עם הרופא   המטפל באשר לערך המטרה הרצוי לך	
<b>3. HbA1c</b>	11.8 %	12.5 ( ..... ) 16

<p><b>1. ריכוז גלוקוז</b> ריכוז הגלוקוז בדם בקרב אנשים בריאים נשמר פחות או יותר קבוע: לאחר ארוחה הסוכרים נספגים מהמעיים לדם וריכוז הגלוקוז בדם עולה. עם הזמן רוב הסוכרים נספגים בתאי הגוף, ורמת הגלוקוז בדם שוב יורדת. אם לא מתרחשת ירידה, וריכוז הגלוקוז נשאר גבוה, סביר לחשוש בסוכרת. תוצאה מעל ל-126 מיליגרם לדציליטר גלוקוז בדם מצביעה על אפשרות לסוכרת.</p>	<p><b>2. ריכוז קראטינין</b> קראטינין הוא אחד התוצרים המתקבלים מפעילות תאי שריר. הוא עובר לזרם הדם, ומסונן בכליה ומופרש בשתן. לכן, ריכוז גבוה של קראטינין בדם מצביע על תפקוד לקוי של הכליה. ערכי קראטינין מעל 1.1 מיליגרם לדציליטר מעידים על בעיה אפשרית בתפקוד הכליה.</p>	<p><b>3. ריכוז המוגלובין</b> המוגלובין הוא חלבון בתאי דם אדומים הקושר חמצן וכך מניע את החמצן עם זרם הדם לכל תאי הגוף. רמות נמוכות מ-12.5 גרם לדציליטר של המוגלובין גורמות לעייפות וחולשה, וכן לקושי לבצע פעילות במאמץ. מצב כזה נקרא אנמיה.</p>
--	---	--

### חשוב לדעת:

- בתמיסה מעורבת היטב, ריכוז המומס (לדוגמה, הצבע הכחול בכוס לאחר שעה) יהיה זהה בכל חלק שניקח מהתמיסה. לכן, בבדיקות של ריכוז חומרים שונים בדם, שבהן מוציאים רק חלק מנוזל הדם מהוורידים הקרובים לעור (דגימה), יהיה ריכוז המומסים בדגימה זהה לריכוזם בכל נוזל הדם בכלי דם אלה.

**למורה:** לרוב, דגימות דם נלקחות מנוזל הדם הנמצא בהיקף הגוף (פירפריה), כמו מהוורידים בידיים. באזורים פנימיים יותר, במיוחד לאחר שהדם עובר באיבר שבו חל פירוק (כבד), סינון (כליה) או חילוף חומרים (ריאות) הדם הנכנס לאיבר שונה בהרכבו מהדם היוצא מאותו איבר. בבדיקות דם לרוב לא נוטלים דגימה ממקומות אלה, שהם פנימיים מאוד בגוף ואין אליהם גישה. בהתאם לכך, הסטנדרטים לריכוזים תקינים של חומרים בנזל הדם נקבעו לדם בכלי דם היקפיים.

- אי אפשר לקבוע מצב בריאותי על פי מדד יחיד בדם (כלומר על פי ריכוז של חומר אחד בדם). לרוב רופאים מפנים לבדיקת דם עם בקשה לבדיקת ריכוזים של מגוון חומרים בדם, ורק שילוב של נתונים על כמה חומרים בדם יכול לאפשר לרופא לאבחן מחלה או מצב שדורש טיפול.

1. השלימו את הטבלה שלפניכם:

- א. מהו הריכוז של כל אחד מהחומרים גלוקוז, קראטינין והמוגלובין בדמו של המטופל? באילו יחידות הוא נמדד?  
 ב. המירו את היחידות של כל אחד מהחומרים הללו ליחידות מיקרוגרם למיליליטר. פי כמה הכפלתם את המונה? פי כמה את המכנה?

החומר שנבדק	ריכוז ביחידות בהם נערכה הבדיקה	המרה ליחידות מיקרוגרם למיליליטר
גלוקוז	92 מיליגרם לדציליטר	92,000 מיקרוגרם ל-100 מיליליטר = 920 מיקרוגרם למיליליטר
קראטינין	0.79 מיליגרם לדציליטר	79 מיקרוגרם ל-10 מיליליטר = 7.9 מיקרוגרם למיליליטר
המוגלובין	11.8 גרם לדציליטר	11,800,000 מיקרוגרם ל-100 מיקרוליטר = 118,000 מיקרוגרם למיליליטר

ג. הרופא איבחן אנמיה כתוצאה ממחסור בירקות המכילים ברזל בתזונתו של המטופל. היעזרו בקישור ונסו להמליץ על טיפול אפשרי עבור המטופל.

**אפשר להמליץ למטופל להוסיף ירקות עתירי ברזל לתפריט היומי שלו, או ליטול כדורי ברזל.**

**טבלת עזר: שמות יחידות נפח ויחידות מסה וסדרי הגודל שהן מייצגות.**

**יחידות נפח**

שם	מספר עשרוני	בסיס עשר	גודל ביחס לגרם	סימון באנגלית
ליטר	1	$10^0$ (1)	יחידת הנפח הבסיסית	L או l
דציליטר	0.1	$10^{-1}$	עשירית הליטר	dl
מיליליטר	0.001 גרם	$10^{-3}$	אלפית הליטר	ml
מיקרוליטר	0.000001	$10^{-6}$	מיליונית הליטר	$\mu$ l
ננוליטר	0.000000001	$10^{-9}$	מיליארדית הליטר	nl

**יחידות מסה**

שם	מספר עשרוני	בסיס עשר	גודל ביחס לגרם	סימון באנגלית
קילוגרם	1000	$10^3$	אלף גרם	Kg
גרם	1	$10^0$ (1)	יחידת המסה הבסיסית	gr או g
מיליגרם	0.001	$10^{-3}$	אלפית הגרם	mg
מיקרוגרם	0.000001	$10^{-6}$	מיליונית הגרם	$\mu$ g
ננוגרם	0.000000001	$10^{-9}$	מיליארדית הגרם	ng
פיקוגרם	0.000000000001	$10^{-12}$	טריליונית הגרם	pg