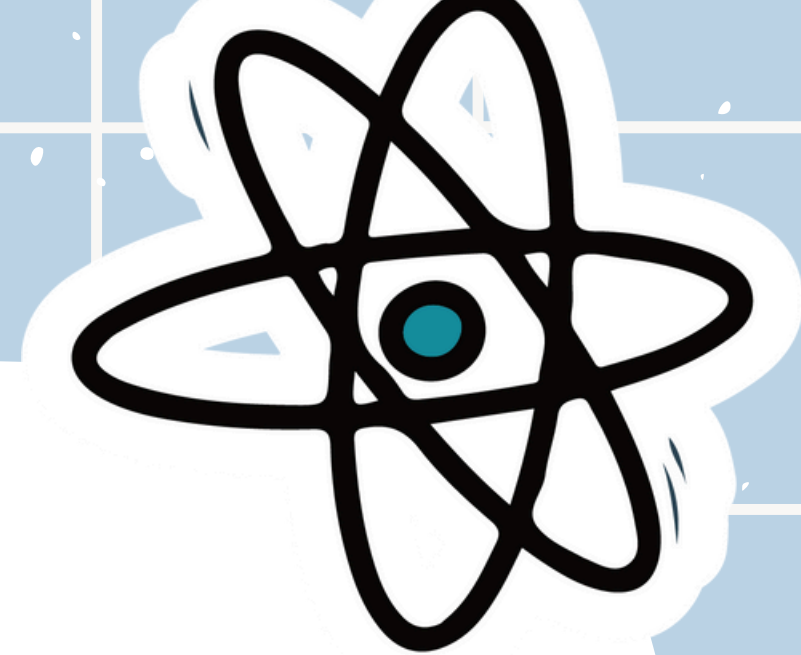
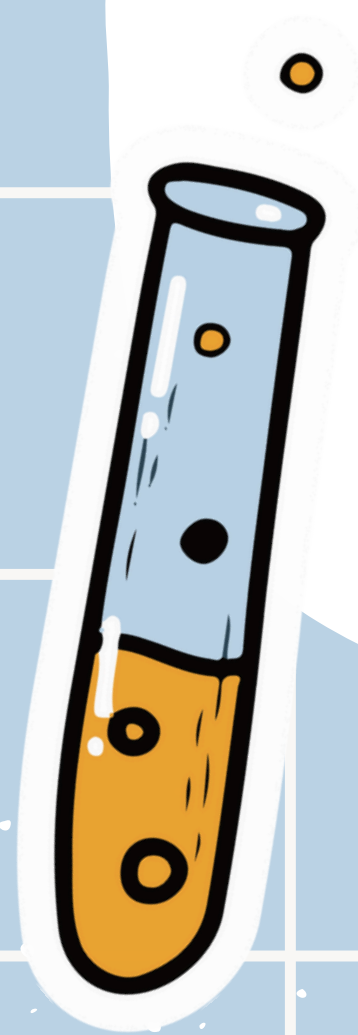




תאיסות, כיכוסים ואיפוליס



המרכז לפיתוח ותמיכה
במעבדות הביולוגיה
בבתי הספר



משרד החינוך

אוניברסיטת
בר-אילן
Bar-Ilan University



תמיסות



תמיסה: מומס + מַמס

מומס: מוצק, נוזל או גז

כאשר במערכת סגורה המכילה מים, מתקיים תהליך בו נפלט גז כגון חמצן או פחמן דו חמצני, הגז מתמוסס ונוצרת תמיסה מימית

מַמס: מים הוא הממס ברוב התמיסות שמכינים במעבדה לביולוגיה

ריכוז תמיסה: כמות המומס המצויה בכמות נתונה של תמיסה קיימות מספר שיטות לבטא ריכוז תמיסה.

בהמשך נתייחס רק לתמיסות שריכוזן מבוטא ב**אחוזים** וב**מולריות**



ריכוז תמיסה אבוסא באחוזים - % (משקל/נפח)



ריכוז תמיסה באחוזים מבטא את **כמות המומס בגרם**
ב־100 גרם תמיסה

במעבדה אנו מכינים בדרך כלל תמיסות מימיות מהולות
100 גרם תמיסה = (בקירוב) ל-100 מ"ל תמיסה

ולכן למעשה אנו משתמשים בנוסחה הזאת:

ריכוז תמיסה ב־% = כמות מומס בגרם ב־100 מ"ל תמיסה

נוסחה לחישוב ריכוז תמיסה ב - %:

ריכוז תמיסה ב־% =

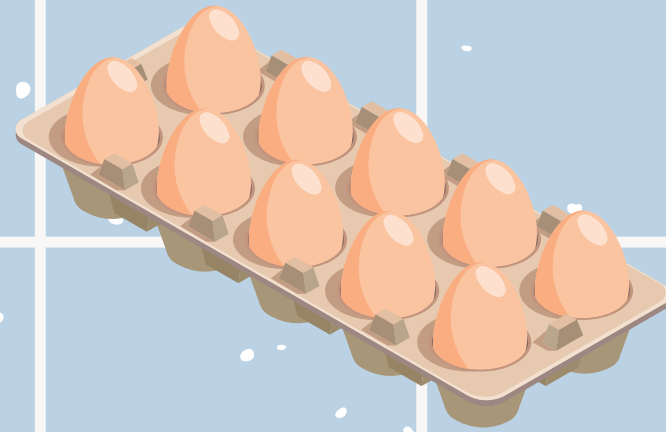
$$\frac{W \text{ כמות המומס (גרם) כפול } 100}{V \text{ נפח התמיסה (מ"ל)}}$$



איילו יחידות לאננייה אלתס מכירים?

שתי נעליים הן זוג נעלים (בערבית - زوج)
מניין הם 10 אנשים (בערבית - عَشْرَة)
12 ביצים הן תריסר ביצים (בערבית - دَزِينَة)
חבילת דפים הם 500 דפים
עשרות אלפי אנשים הם רבבות אנשים

אז 6.023×10^{23} מולקולות הן מול מולקולות



עִינִיִּים / שְׁמַיִם - זֶמַן / חִיּוֹנָה

כמה כוכבים יש ביקום שלנו (לפי ההערכות כיום...)?

אם יש $10^{11} - 10^{12}$ כוכבים בגלקסיה שלנו,
וקיימות $10^{11} - 10^{12}$ גלקסיות,

אז המספר מעורר ההשתאות שנקבל הוא
שיש ביקום שלנו $10^{22} - 10^{24}$ כוכבים

אתר סוכנות החלל הבריטית



ועכשיו צוללים למרחבים אטומיים

מה הנפח שיתפסו 10^{22} - 10^{24} מולקולות מים?

6.02×10^{23} מולקולות מים יתפסו

נפח של 18 מיליליטר



מול ומסה מולרית

מסה מולרית של גלוקוז $C_6H_{12}O_6$
גרם $6 \times 12 + 12 \times 1 + 6 \times 16 = 180$
מול אחד של גלוקוז שוקל 180 גרם

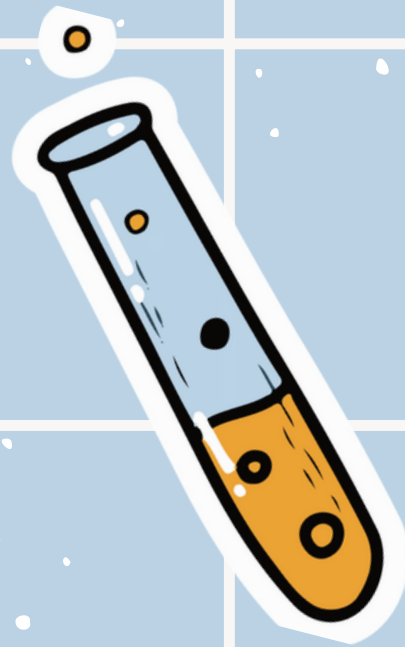
מסה מולרית של סוכרוז $C_{12}H_{22}O_{11}$
גרם $12 \times 12 + 22 \times 1 + 11 \times 16 = 342$
מול אחד של סוכרוז שוקל 342 גרם

"מול" – יחידה המבטאת כמות של 6×10^{23} חלקיקים
(אטומים/יונים/מולקולות)

מסה מולרית – מסה (ביחידות של גרם) של "מול"
חלקיקים

ניתן לחשב מסה מולרית של כל חומר על פי הנוסחה
הכימית שלו והנתונים על מסה מולרית של כל אטום



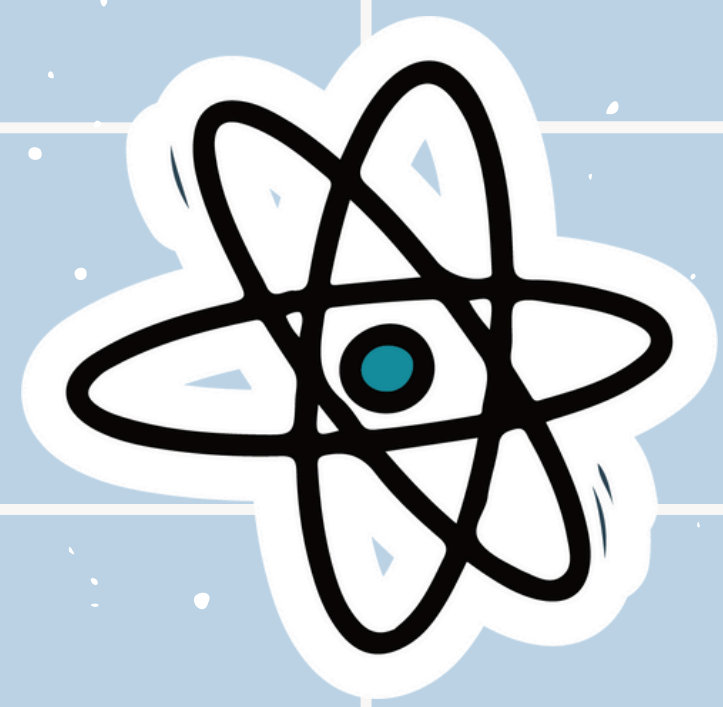


השוואה בין תכונות של תמיסות שונות

כאשר בודקים את ההשפעה של מומסים שונים על קצב אוסמוזה/ דרגת pH/ מוליכות חשמלית חשוב להשוות בין תמיסות שיש בהן אותו מספר מולקולות או יונים לדוגמה:

- בניסוי משווים בין ההשפעה של תמיסות שונות כגון תמיסת **גלוקוז** ותמיסת **סוכרוז** על רקמת תפוח אדמה / על קצב תסיסה
- מכינים תמיסת **גלוקוז** ותמיסת **סוכרוז** בריכוזים שווים
- אם משווים בין תמיסת **גלוקוז** בריכוז 1% לבין תמיסת **סוכרוז** בריכוז 1%, מספר המולקולות של הסוכר בכל אחת מהתמיסות שונה (למרות שהריכוז שווה)
- המולרית של גלוקוז היא 180 גר', המסה המולרית של **סוכרוז** היא 342 גר'. לכן בתמיסה של 1% **גלוקוז** יש יותר מולקולות מאשר בתמיסה של 1% סוכרוז
- אם בכל אחת מהתמיסות: **גלוקוז וסוכרוז**, מספר **מולים** של המומס שווה – גם מספר **המולקולות** של המומס שווה. נוכל להשוות את השפעת סוג הסוכר, בתמיסות בעלות ריכוז מולרי שווה, על קצב אוסמוזה





ריכוז תמיסה באולכיות M

ריכוז תמיסה ב- M =
כמות החומר המומס (גרם)

מסה מולרית (גרם/מול) $\times$ נפח
התמיסה (ליטר)

ריכוז תמיסה במולריות (M) =
מספר המולים של המומס (n)

נפח התמיסה (ליטר) (V)

ריכוז תמיסה ביחידות
מולריות (M) מוגדר כמספר
המולים של המומס בליטר
תמיסה

שימו לב: במהלך הכנת התמיסה מוסיפים למומס מים עד לנפח הסופי הרצוי,
ולא מוסיפים את הנפח הסופי, כי למומס יש גם נפח מסוים.





צואאאות/הכנת תמיסות בריכוזים שונים M

ריכוז תמיסה ב־M =
כמות החומר המומס (גרם)
מסה מולרית (גרם/מול) X נפח
התמיסה (ליטר)

כמה גרם NaCl יש להמיס במים עד לנפח
של 1 ליטר תמיסה, כדי לקבל תמיסה בריכוז
1M?

$$1M = \frac{\text{משקל המומס (בגרם)}}{\text{58.5 גרם כפול 1 ליטר}}$$

משקל המומס הוא 58.5 גרם

מהו ריכוז התמיסה אותה הכינו כך: ל־90 גרם
גלוקוז הוסיפו מים עד לקבלת נפח של 500 מ"ל
תמיסה?

המסה המולרית של גלוקוז = 180 גרם
ריכוז התמיסה =

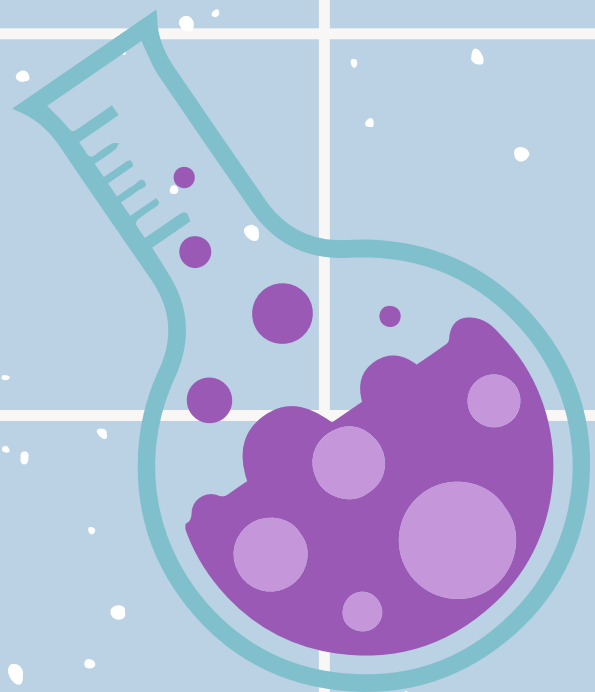
90 גרם

180 גרם כפול 0.5 ליטר

=ריכוז התמיסה הוא 1 מולר (1M)



חיכוך תמיסות



$C1$ = ריכוז תמיסת האם (המרוכזת)

$C2$ = ריכוז התמיסה המהולה

$V1$ = נפח תמיסת האם

$V2$ = נפח סופי של התמיסה מהולה = $V1$ + נפח המים שהוספנו כדי למהול)

$$C1 \times V1 = C2 \times V2 \quad \text{או:} \quad \frac{V2}{V1} = \frac{C1}{C2}$$

**בנוסחה זו ניתן להשתמש ביחידות שונות של נפח (מ"ל, ליטר) ושל ריכוז (% או M).
חשוב להשתמש בשני אגפי המשוואה באותן יחידות.**



צואמה לחיסוק של תמיסה מהולה (1)

מהו ריכוז התמיסה המהולה שהוכנה על ידי הוספת 150
מ"ל מים ל-50 מ"ל תמיסה שריכוזה 2M ?

$$C1 = 2M$$

$$C2 = \text{ריכוז התמיסה המהולה}$$

$$V1 = 50\text{ml}$$

$$V2 = 200\text{ml} = 150\text{ml} + V1$$

$$2 \times 50 = C2 \times 200$$

ריכוז התמיסה המהולה הוא 0.5M



שימו לב – כאשר מוהלים תמיסה הריכוז תמיד יורד



צואמה לחיסוק של תמיסה מהולה (2)

כמה מים יש להוסיף ל-100 מ"ל תמיסה שריכוזה 5%, כדי לקבל תמיסה מהולה שריכוזה 1%?

$$C1 = 5\%$$

$$C2 = 1\%$$

$$V1 = 100 \text{ ml}$$

$$V2 = ? \text{ מ"ל}$$

$$5 \times 100 = 1 \times V2$$

$$V2 = 500 \text{ ml}$$

ל-100 מ"ל תמיסה מרוכזת, יש להוסיף 400 מ"ל מים, כדי לקבל 500 מ"ל תמיסה מהולה

שימו לב – הנפח הסופי כולל את התוספת של המים



צוואה מתוך שאלה בהחנות מעבדה תשפ"ב 2022

דוגמאות לשגיאות:

- הציב נכון בנוסחה וטעה בחישוב
- רשם במחשבון את הריכוז ב - % , תוצאת החישוב קטנה פי 10
- חילק בנפח המים במקום בנפח הכולל (3.3)
- חישב את המיהול ולא התייחס לריכוז תמיסת האם (1/4 או 0.25)
- התייחס לריכוז תמיסת האם כ- 100% (25% אחרי המיהול)
- חילק את נפח התמיסה בנפח המים וגם לא התחשב בריכוז תמיסת האם (0.33)

נתון: תלמיד קיבל כלי ובו 10 מ"ל תמיסת מלח בריכוז 10%. התלמיד הוסיף לכלי 30 מ"ל מים מזוקקים. מהו ריכוז התמיסה שהתקבלה? פרטו את החישוב.

$$C1 = 10\%$$

$$C2 = ?\%$$

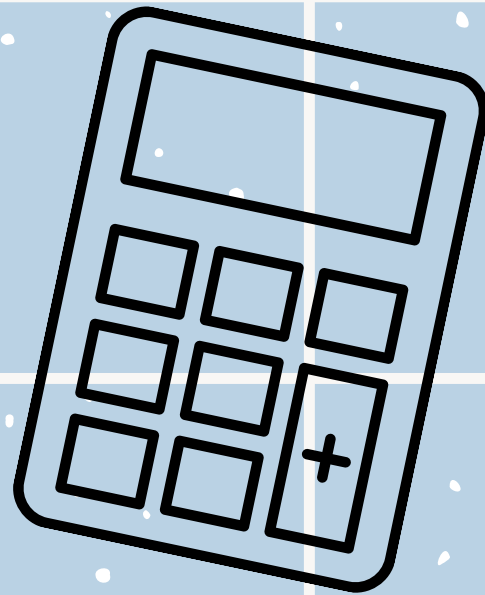
$$V1 = 10 \text{ ml}$$

$$V2 = 10 + 30 = 40 \text{ ml}$$

$$\text{פירוט החישוב } X \cdot 40 = 10 \cdot 10$$

ריכוז תמיסת המלח שהתקבלה: 2.5%





מבחן מתמטית מבחינים בין שתי סצנות מיהולים

הריכוזים של התמיסות המהולות הם
סדרה "הנדסית"

- הריכוזים של התמיסות המהולות
קטנים בכל פעם פי 2 (מיהול כפול)
- הריכוזים של התמיסות המהולות
קטנים בכל פעם פי 10 (מיהול
עשרוני)

הריכוזים של התמיסות המהולות הם
סדרה "חשבונית".

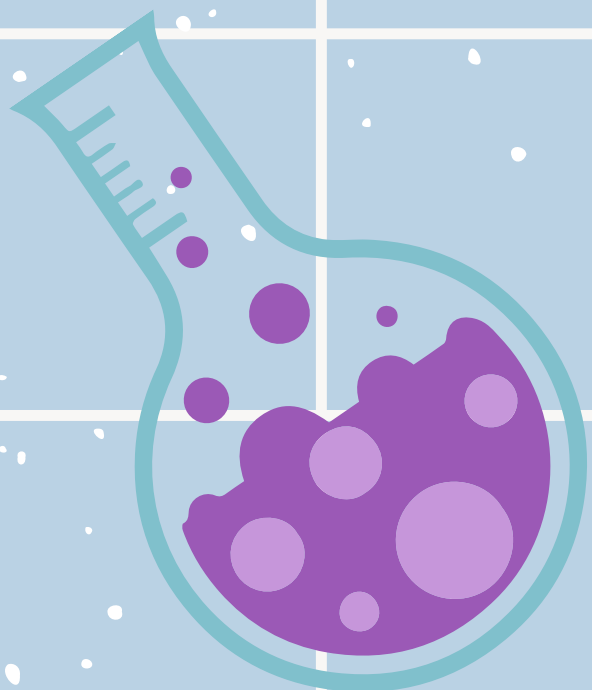
לדוגמה:

0.9M, 0.7M, 0.5M וכו'

או 3%, 4%, 5% וכו'

לחישוב הריכוזים נעזר בנוסחה $C1 \times V1 = C2 \times V2$





חישוב של ריכוז תמיסות מהולות

נתונה תמיסת אנזים (תמיסת אם) בריכוז 0.5%

ריכוז תמיסת אנזים (%)	נפח תמיסת סובסטרט (מ"ל)	נפח מים (מ"ל)	נפח תמיסת אנזים (מ"ל)
0	5	10	0
0.03	5	9	1
0.1	5	7	3
0.23	5	3	7
0.33	5	0	10

(V2) = הנפח הסופי של תמיסה מהולה כולל גם את נפח המים וגם נפח תמיסות נוספות





הכנת סצנות של מיהולים (1)

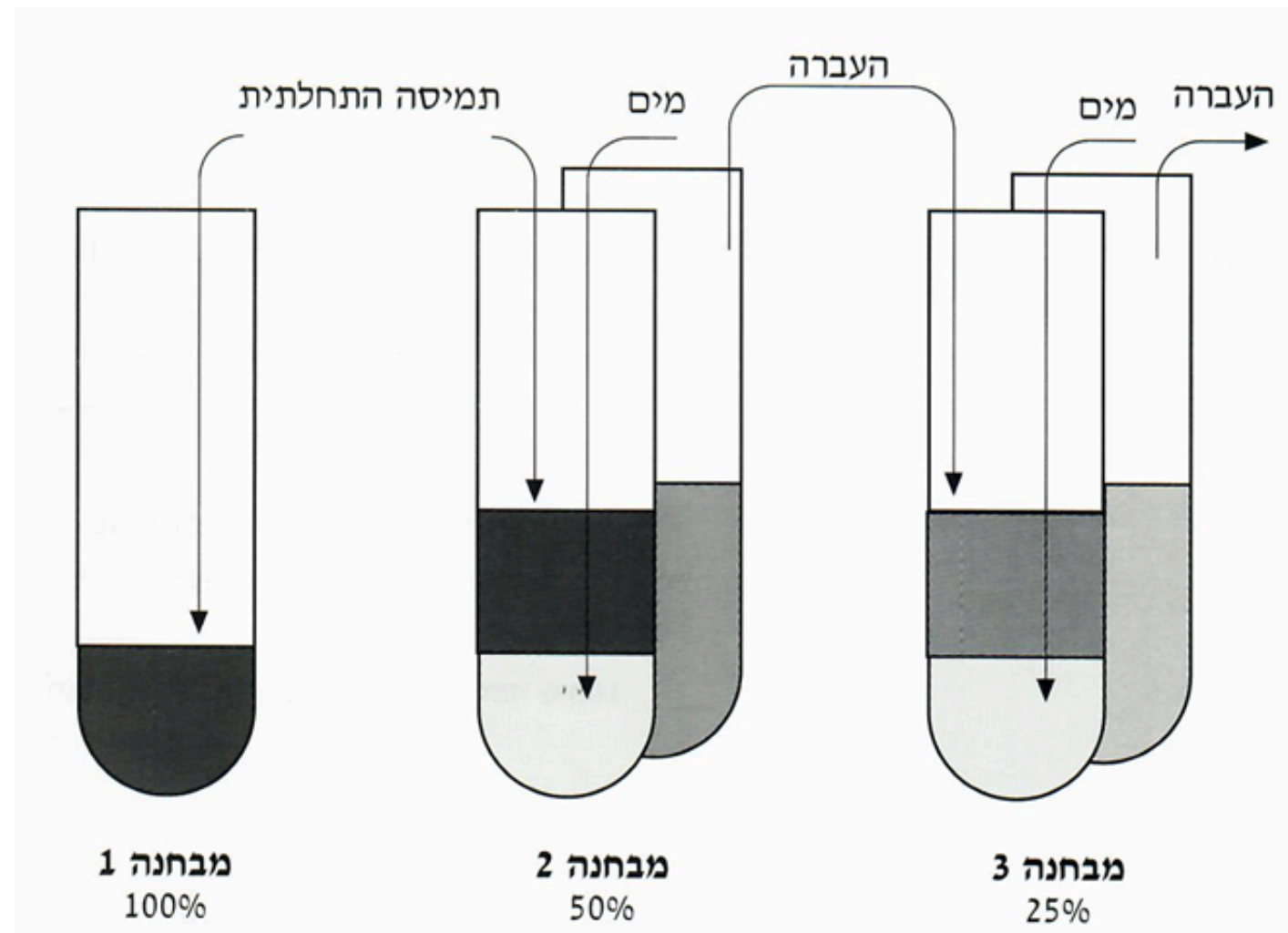
שלב 1: מכינים סדרת מבחנות שבהם נפח מסוים וקבוע של נוזל מיהול (בדרך כלל מים)

שלב 2: מוסיפים את התמיסה ההתחלתית, ומערבבים היטב

שלב 3: מעבירים נפח קבוע של תמיסה ממבחנה למבחנה

חשוב להקפיד: לערבב היטב את התמיסה לאחר כל העברה

בסדרת מיהולים כפולים: הנפח שמעבירים הוא מחצית מנפח התמיסה



הכנת סצמות של מיהולים (2)

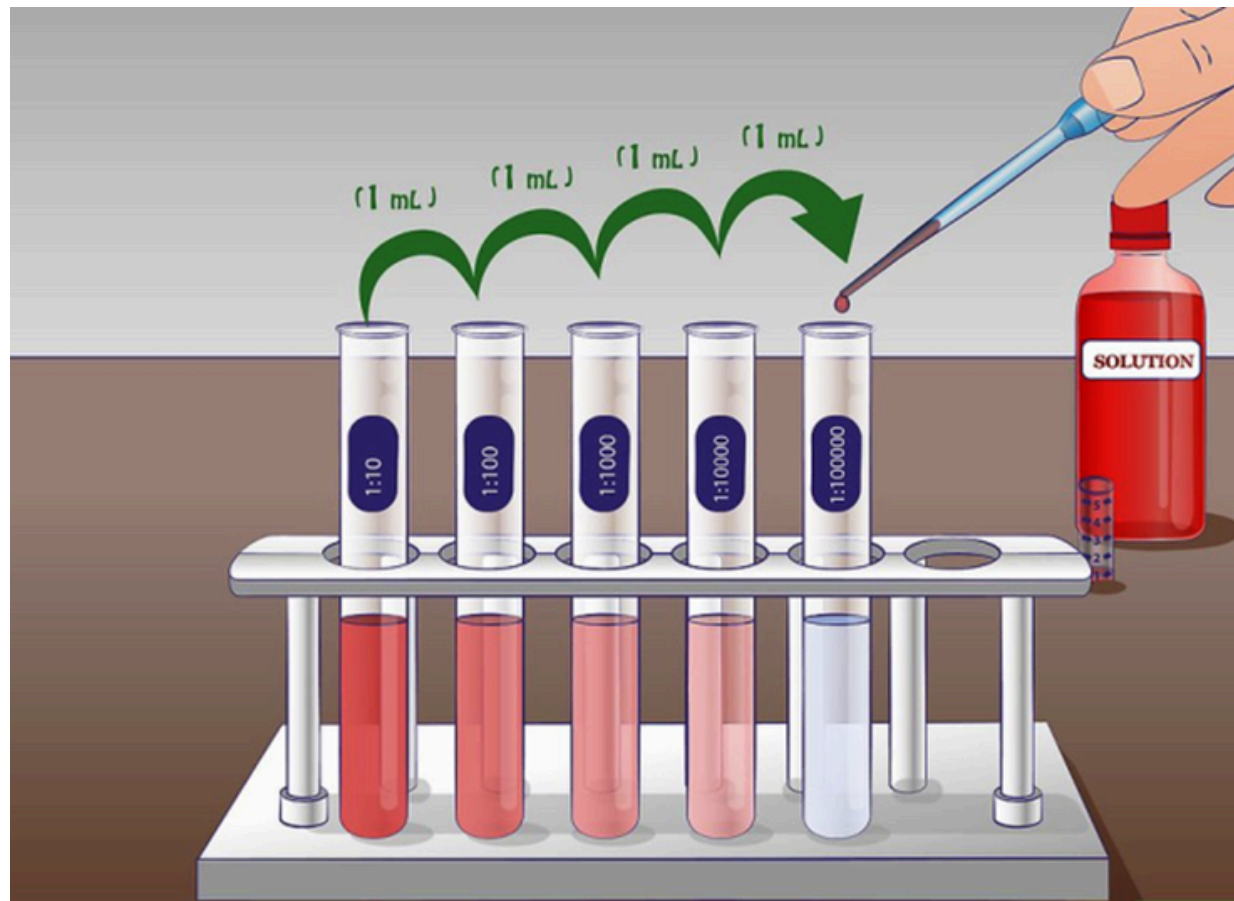
בסדרת מיהולים עשרוניים: הנפח שמעבירים הוא עשירית מנפח התמיסה

דוגמה 1:

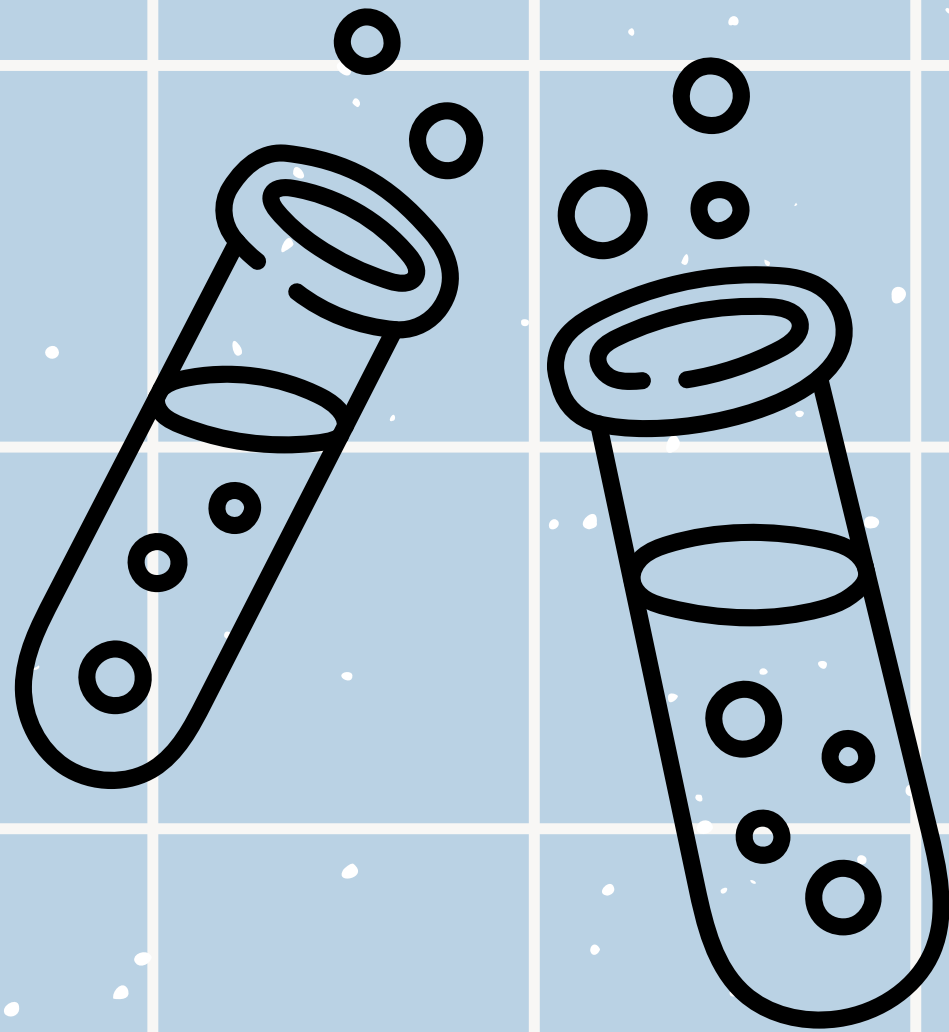
1. בכל אחת מהמבחנות יש 9 מ"ל מים
2. בכל העברה מוסיפים 1 מ"ל תמיסה ל-9 מ"ל מים (מיהול 1:10)
3. לאחר ערבוב מעבירים שוב 1 מ"ל מהתמיסה המהולה ל-9 מ"ל מים

דוגמה 2:

1. בכל אחת מהמבחנות יש 4.5 מ"ל מים
2. בכל העברה מוסיפים 0.5 מ"ל תמיסה ל-4.5 מ"ל מים (מיהול 1:10)
3. לאחר ערבוב מעבירים שוב 0.5 מ"ל מהתמיסה המהולה ל-4.5 מ"ל מים



נפח וריכוז



המסה של כמות מסוימת של מומס בנפחים שונים של תמיסה
משפיעה על ריכוז התמיסה

- **ריכוז סובסטרט** משפיע על קצב תגובה אנזימטית
- **ריכוז תמיסה** משפיע על קצב תהליך אוסמוזה
- **האם נפח תמיסה** שבה נמצא אורגניזם (לדוגמה:
קוביית תפוז"א) משפיע על קצב תהליך אוסמוזה?
- קוביית תפוז"א מושרית במים. **האם נפח המים** משפיע על
קצב תהליך אוסמוזה?
- קוביית תפוז"א מושרית בתמיסה סוכרוז מהולה (שריכוז
המומסים בה נמוך מריכוז המומסים בתא).
- האם נפח התמיסה משפיע על קצב תהליך אוסמוזה?
1. בתחילת התהליך? 2. לאחר פרק זמן ארוך מאוד?

מומלץ להדגים בכיתה באמצעות תמיסה צבעונית את ההבדל בין נפח ובין ריכוז



נפח וריכוז

האם נפח תמיסת סובסטרט משפיע על קצב תהליך אנזימטי?

ניסוי 4 תשפ"ד 2024

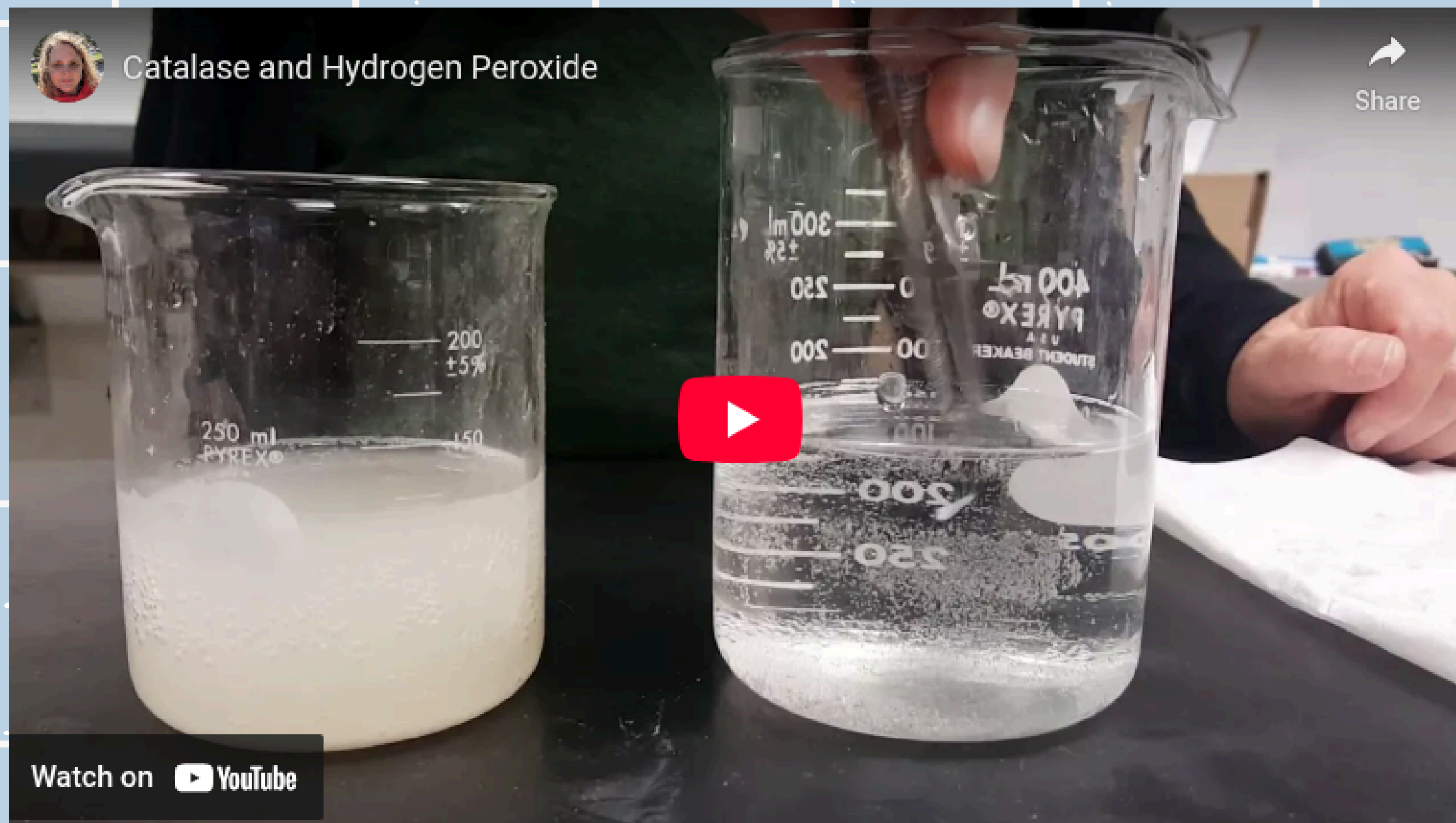
בתסנין שמרים יש אנזים
אינברטאז המזרז פירוק
סוכרוז

מבחנה	נפח תסנין (מ"ל)	נפח מים (מ"ל)	נפח תמיסת סוכרוז (מ"ל)
1	0.5	0	0.5
2	0.3	0.2	0.5
3	0.1	0.4	0.5
4	0	0.5	0.5

נפח הסובסטרט משפיע על הריכוז הסופי שלו – הוא משפיע על קצב התהליך



נפח וריכוז



האם יש מצב שבו נפח
הסובסטרט אינו משפיע על
הריכוז הסופי שלו ולכן אינו
משפיע על קצב התהליך
האנזימטי?
דוגמה בעיה 1, תשפ"ב 2022

הדגמת ניסוי ציפת דיסקית טבולה במיצוי בכלי ובו מי חמצן



המרכז לפיתוח ותמיכה
במעבדות הביולוגיה
בבתי הספר

נפח וריכוז

האם יש מצב שבו נפח
הסובסטרט אינו משפיע על
הריכוז הסופי שלו ולכן אינו
משפיע על קצב התהליך
האנזימטי?
דוגמה בעיה 1, תשפ"ב 2022

תוצאות החישוב: ממוצע משך זמן הציפה (שניות)	תוצאות: משך זמן ציפת הדסקית (שניות)	מי חמצן במבחנת הבדיקה (- / +)	ריכוז תמיסת המלח שבה הונבטו העדשים (%)			
	מידה III	מידה II	מידה I			
28	31	25	27	+	0	א
32	30	32	33	+	2	ב
36	34	40	35	+	4	ג

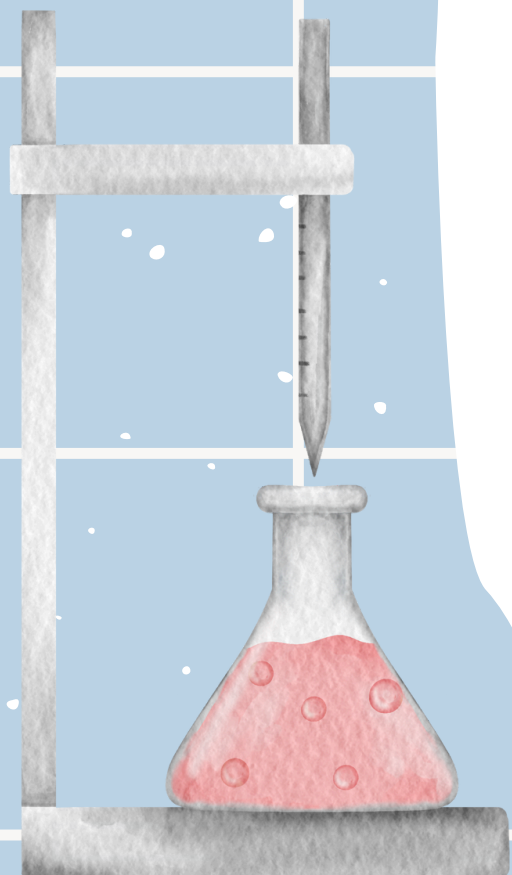
שינוי בנפח הסובסטרט (מי חמצן) משפיע בניסוי זה על שיטת המדידה

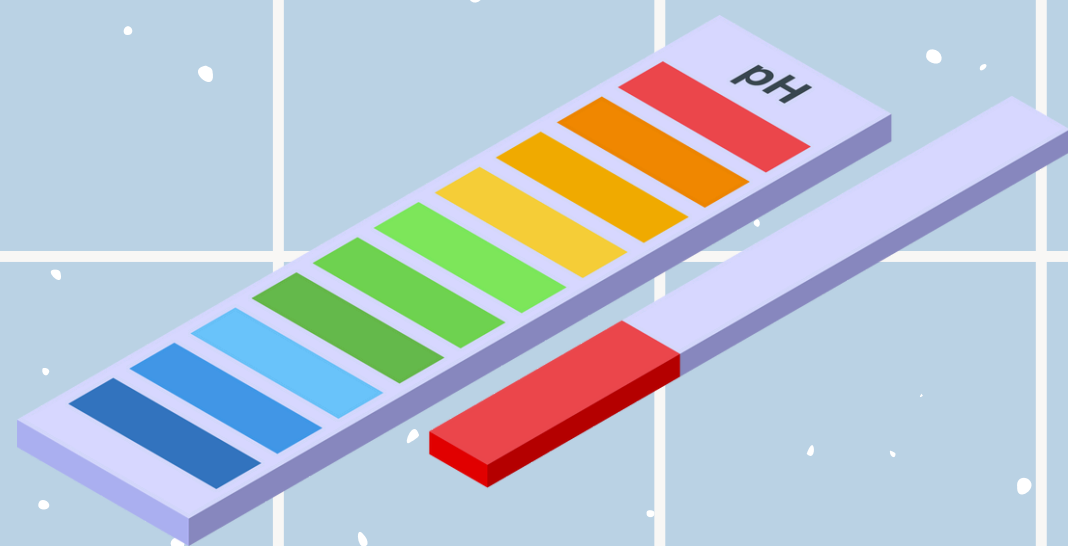


איטרציה

טיטרציה היא תהליך קביעה כמותית של חומר אחד (שריכוזו לא ידוע) על ידי הוספת חומר אחר בעל ריכוז ידוע בצורה מבוקרת והדרגתית ומעקב אחר התהליך הכימי שביניהם עד להשלמתו.

- מדידה של נפח החומר המוסף עד לסיום הטיטרציה נעשית באמצעות ביורטה או בספירת טיפות.
- כיצד יודעים מתי הושלם התהליך (הסתיימה הטיטרציה)?
- שינוי צבע של אינדיקטור - הופעה או העלמות הצבע של אחד המגיבים





תהליכים ביולוגיים שאפשר לבדוק על ידי אינדיקטור הנכמות אינדיקטור

התהליך: נשימה או תסיסה

פנול אדום: $\text{pH}=6.8$ צהוב, ומעל $\text{pH}=8.2$

אדום ורוד, בטווח $6.8 - 8$ צבעי ביניים

פנול פתלאין: מתחת ל $\text{pH} 8.3$ חסר

צבע, מעל $\text{pH}=8.3$ ורוד סגול

כל תהליך שבו מתרחשים שינויים
בדרגת החומציות בסביבה החוץ
תאית:

נשימה תאית, תסיסה, פוטוסינתזה
(בסביבה מימית)

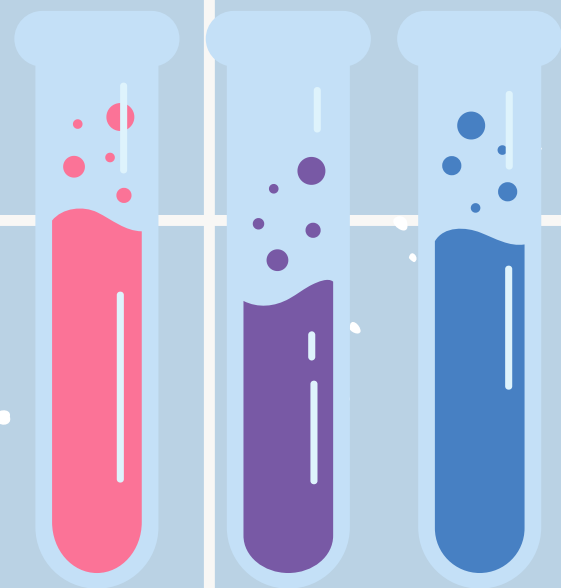


שיקולים אחרים בבחינת אינצ'יקטור

- האם שינוי טמפרטורה ישפיע על צבע האינדיקטור?
- האם נוכחות מומסים כמו מלחים, דטרגנט, אתנול משפיעה על צבע האינדיקטור?
- האם צבע/סוג האורגניזם הנבחר עשוי ליצור בעיות בפענוח הצבע בנוכחות האינדיקטור?
- לפני השימוש במים מזוקקים כדאי לבדוק את חומציות המים



תמיסות בופר



- בדרך כלל, כשמוסיפים לתמיסה חומצה חזקה או בסיס חזק, משתנה ה-pH

- **בופר הוא תמיסה ה"מתנגדת" לשינוי בדרגת ה-pH שלה**

- יש תמיסות בופר שדרגת ה-pH שלהן בטווח החומצי ואחרות בטווח הבסיסי

- לכל בופר יש "קיבול בופר": טווח מסוים של pH שבו הוא מתפקד ו"מתנגד" לשינוי של pH. "קיבול בופר" תלוי בהרכבה של התמיסה ובריכוז מרכיביה. חשיבות הבופר בתהליכים ביולוגיים (הומיאוסטאזיס)

המלצה לניסוי: אוגדן,
ניסוי 15, עמ' 120 (חלק ג)



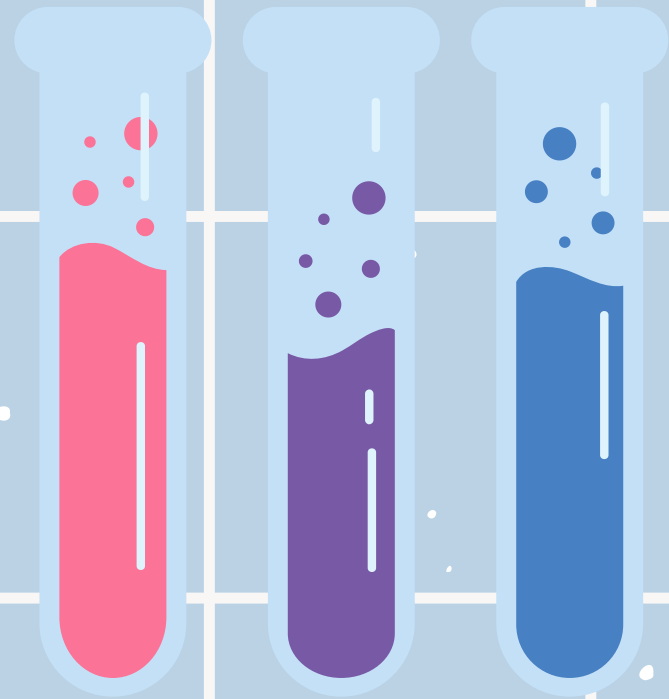
בזיקת תכונות הבופי של תסנין תבואה אלצמה

אוגדן, ניסוי 15, עמ 120 (חלק ג)

תימול כחול – צהוב בסביבה ניטרלית ואדום בסביבה חומצית	מספר טיפות חומצה שנדרשו לטיטרציה	צבע אינדיקטור תימול כחול	נפח בופר pH (מ"ל)	נפח מים מזוקקים (מ"ל)	נפח תסנין (מ"ל)
	7	צהוב	-	4	1
	10	צהוב	-	3	2
	15	צהוב	-	2	3
	1	צהוב	-	5	0
	5	צהוב	5	0	0



ריכוזים כימיצות ppm



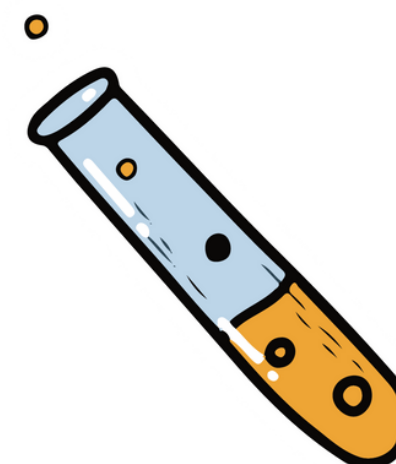
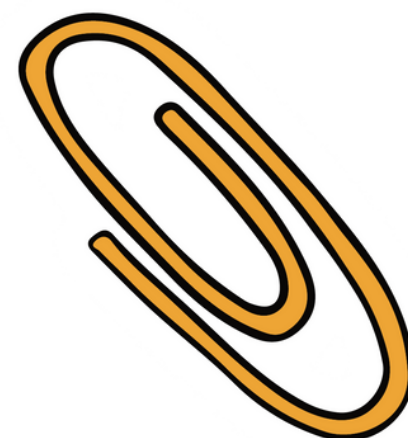
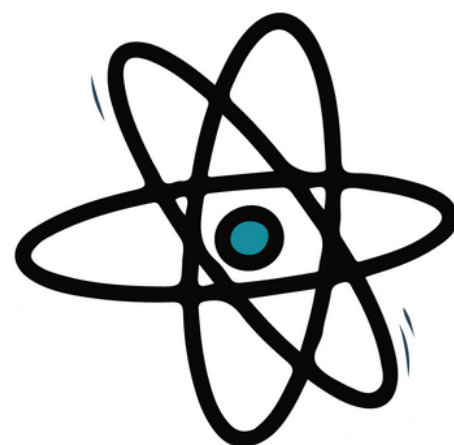
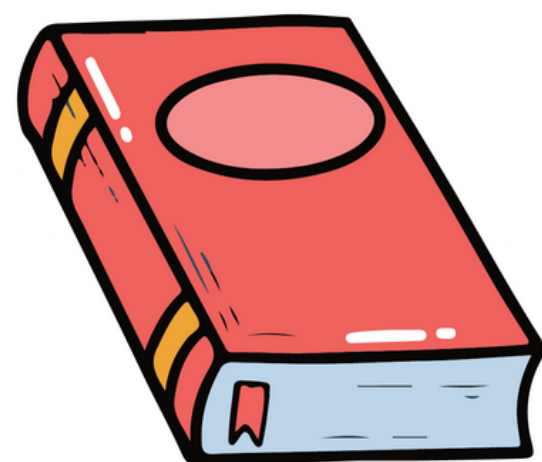
מושג זה מבטא: מספר חלקיקים של חומר במיליון חלקיקים של תמיסה או תערובת.

- דוגמה: מליחות מים ביחידות ppm היא מספר חלקיקי המלח במיליון חלקים של התמיסה כולה.
- המרה של יחידות ppm ליחידות של מ"ג / ליטר תלויה בצפיפות הממס.
- אם משתמשים בתמיסות מימיות ומהולות צפיפות המים היא 1 גרם / סמ"ק וכך גם צפיפות התמיסה.
- בהתייחס לתמיסות מימיות 1 מ"ג / ליטר = 1ppm
- לדוגמה הכנת תמיסת ג'יברלין לבדיקת השפעתו על נביטה - ממיסים 10 מ"ג ג'יברלין, ב 100 מ"ל מים = ppm100

אתר של מחשבוני שונים של
ריכוזים שונים



ושכל'ו... מתבאים





שאלות?

