

תמיסות, ריכוזים ומיהולים

בניסויים אנו משתמשים בתמיסות שונות: תמיסת סוכר, תמיסת אנוים ועוד.

מהי תמיסה?

תמיסה היא תערובת אחידה (הומוגנית) של שני מרכיבים או יותר. המומס הוא החומר הנמצא בכמות קטנה יותר בתערובת, הממס נמצא בכמות גדולה יותר.

בדרך כלל אנו משתמשים בתמיסות נוזליות, שבהן הממס הוא מים והמומס הוא מוצק או נוזל. קיימות תמיסות שבהן הממס הוא נוזל אורגני כגון: כוהל, אצטון. קיימות גם תמיסות של גז בנוזל (כגון חמצן או פחמן דו חמצני מומסים במים).

ריכוז תמיסה

ריכוז התמיסה מבטא את כמות המומס המצויה בכמות נתונה של תמיסה (או ממס).

קיימות מספר שיטות לבטא ריכוז תמיסה. השיטות השימושיות ביותר במעבדה לביוולוגיה הן:
א. באחוזים. ב. במולריות.

א. ריכוז תמיסה ב-% (משקל/נפח)

ריכוז תמיסה ב-% מבטא את כמות המומס בגרם, ב-100 מ"ל תמיסה*.

מסמנים את הריכוז גם ב-% $\frac{W}{V}$

W – מסמל כמות המומס בגרם.

V – מסמל נפח התמיסה במ"ל (או סמ"ק).

ניתן להשתמש בנוסחה שלהלן (1) לחישוב ריכוז תמיסה ב-%:

$$\text{נוסחה 1:} \\ \text{ריכוז תמיסה ב-\%} = \frac{W \times 100}{V} \\ \text{(כמות המומס בגרם) } W \times 100 \text{ (נפח התמיסה במ"ל) } V$$

לדוגמה:

על ידי המסת 2.7 גרם גלוקוז ב-50 מ"ל תמיסה (נפח סופי) נקבל תמיסה שריכוזה 5.4%.

* 100 מ"ל תמיסה מימית מהולה הם בקירוב 100 גרם.

ריכוז מיצוי ב-%

לפעמים אנו מכינים מיצויים מרקמות צמחים או בעלי חיים, כגון: מיץ תפוזים, מיץ תפוחי אדמה או מיצוי כבד.

הכנת המיצוי נעשית על ידי כתישה או על ידי ריסוק הרקמה וסינונה. איננו יודעים מהו ההרכב המדויק של התמיסה שהתקבלה או מהם ריכוזי המומסים השונים. במקרים אלו אנו מתייחסים לריכוז המיצוי שהוכן במעבדה כאל 100%. אין בביטוי זה כל מידע על מספר הגרמים של המומס בנפח מסוים של תמיסה אלא רק מידע על הריכוז היחסי של המיצוי או המיץ.

לדוגמה:

כותשים 5 גרם כבד ב-50 מ"ל מים, מסננים. ריכוז המיצוי שמתקבל לאחר הסינון ייחשב לצורך ניסוי זה בלבד כ-100%. בניסוי אפשר להכין מהמיצוי הראשוני (100%) תמיסות בריכוזים יחסיים שונים, על ידי מיהול המיצוי בנפחים שונים של מים.

ב. ריכוז תמיסה במולריות (M)

קודם שנתייחס לריכוז תמיסה במולריות, נבהיר מספר מושגים. מול הוא יחידת כמות.

מול חלקיקים, הם 6×10^{23} חלקיקים, כמות זו מכונה מספר אבוגדרו. מסה (בגרמים) של מול חלקיקים נקראת מסה מולרית*. נתוני המסות המולריות של היסודות מצויים בטבלת נתונים.

לדוגמה:

מסה מולרית של מימן (H) היא 1 גרם/מול. כלומר נמצא כי מסתם של 6×10^{23} אטומי מימן היא 1 גרם.

מסה מולרית של חמצן (O) היא 16 גרם/מול.

מסה מולרית של מים (H_2O) היא 18 גרם/מול ($2 \times 1 + 16$).

מסה מולרית של גלוקוז $C_6H_{12}O_6$ היא 180 גרם/מול ($6 \times 12 + 12 \times 1 + 6 \times 16$).

ניתן לחשב את מספר המולים בכמות מסוימת של חומר בעזרת הנוסחה שלהלן (2):

* כונה בעבר משקל מולקולרי

נוסחה 2:

$$\frac{W \text{ (כמות של החומר בגרמים)}}{M \text{ (מסה מולרית בגרם/מול)}} = n \text{ (מספר המולים)}$$

לדוגמה: 90 גרם גלוקוז הם 0.5 מול.

ריכוז תמיסה ביחידות מולריות (M) מוגדר כמספר המולים של המומס בליטר תמיסה.
הנוסחה שלהלן (3) מאפשרת חישוב ריכוז התמיסה במולריות:

נוסחה 3:

$$\frac{n \text{ (מספר מולים של המומס)}}{V \text{ (נפח התמיסה בליטר)}} = M$$

לדוגמה: תמיסה המכילה 0.3 מול גלוקוז ב-0.5 ליטר תמיסה, ריכוזה הוא 0.6M.

הערות

* **לחץ האוסמוטי של תמיסה נמצא ביחס ישר למספר המולים של חלקיקי המומס ביחידת נפח.** בהתייחס לחץ אוסמוטי של תמיסה אין חשיבות לכובדם של חלקיקי המומס, אך יש חשיבות **למספרם**.
ביטוי ריכוז תמיסה ב-% נוח לעבודת הליברנט אך אינו מבטא (באופן ישיר) את כמות המולים של המומס.
תמיסות גלוקוז וסוכרוז אשר להן אותו ריכוז ב-%, הן בעלות לחץ אוסמוטי שונה, מכיוון שריכוז החלקיקים בהן שונה. לכן עדיף לבטא את ריכוז התמיסה ב-M.

** אוסמולריות:

יש מומסים המתפרקים לחלקיקים. לדוגמה: NaCl מתמוסס במים ומתפרק לחלקיקים, ליון Na^+ וליון Cl^- .
לתמיסת NaCl בריכוז 1M יש לחץ אוסמוטי גדול פי 2 מאשר לתמיסת גלוקוז (שאינו מתפרק ליונים) בריכוז 1M.

על כן אנו מגדירים אוסמולריות – מספר המולים של חלקיקי המומס בליטר תמיסה.
תמיסה NaCl בריכוז 1M תוגדר כתמיסת 2 אוסמולר ואילו תמיסת 1M של גלוקוז היא 1 אוסמולר.

מיהול תמיסות

בניסויים רבים יש להשתמש בתמיסות בריכוזים שונים. לצורך הכנתן מקובל להשתמש בתמיסה שריכוזה ידוע (או שריכוזה היחסי ייחשב כ-100%). תמיסת המקור מכונה גם "תמיסת אם". רצוי להסב את תשומת לב התלמיד לכך שאי אפשר לקבל על ידי מיהול, תמיסה יותר מרוכזת מתמיסת האם. אם הממס הוא מים, גם המיהול יעשה בדרך כלל על ידי הוספת מים.

מבחינה מתמטית מבחינים בין שתי סדרות מיהולים:

א. ריכוזי התמיסות המהולות הם סדרה חשבונית. לדוגמה: 0.9 M, 0.7 M, 0.5 M, וכו' או 5%, 4%, 3% וכו'.

ב. ריכוזי התמיסות המהולות הם סדרה הנדסית.

1. ריכוזי התמיסות המהולות קטנים בכל פעם פי 2.

לדוגמה: 1M, 0.5M, 0.25M, 0.125M.

מיהול זה קרוי "מיהול פי חצי". יש המכנים אותו "מיהול פי 2" או "מיהול כפול".

2. ריכוזי התמיסות המהולות קטנים בכל פעם פי 10.

לדוגמה: 10%, 1%, 0.1%, 0.01%.

מיהול זה קרוי "מיהול עשרוני".

נוסחה שימושית לחישוב המיהול היא:

נוסחה 4:

$$\frac{C_1 \text{ (ריכוז תמיסת האם)}}{C_2 \text{ (ריכוז התמיסה המהולה)}} = \frac{V_2^* \text{ (נפח סופי של תמיסה מהולה)}}{V_1 \text{ (נפח תמיסת האם)}}$$

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2 \quad \text{או:}$$

$$V_2^* \text{ – נפח סופי של תמיסה מהולה} = \text{נפח תמיסת האם } (V_1) + \text{נפח המים שהוספו.}$$

בנוסחה זו ניתן להשתמש ביחידות שונות של נפח (מ"ל, ליטר) ושל ריכוז (M, %).

דוגמה: טבלה להכנת מיהולים "חשבוניים"

תמיסת אם בריכוז 1M (C₁)

ריכוז תמיסה מהולה (C ₂) ב-M	נפח סופי (V ₂) במ"ל	נפח מים, במ"ל	נפח תמיסת האם (V ₁) במ"ל	מספר מבחנה
1.0	5	0	5	1
0.8	5	1	4	2
0.6	5	2	3	3
0.4	5	3	2	4
0.2	5	4	1	5
0.0	5	5	0	6

ה"מרווחים" בין הריכוזים השונים אינם חייבים להיות קבועים (כמתואר בטבלה).

אם נרצה להכין 5 מ"ל (נפח סופי) תמיסה שריכוזה 0.7M,

נחשב מהו נפח תמיסת האם הדרוש: $1M \times V_1 = 0.7M \times 5$

$$V_1 = 3.5 \text{ מ"ל}$$

ולכן ניקח 3.5 מ"ל מתמיסת האם, נוסיף 1.5 מ"ל מים ונקבל את התמיסה בריכוז המבוקש.

חסרונה של השיטה: כדי להגיע לריכוזים נמוכים מאוד, יחסית לריכוז תמיסת האם, יהיה עלינו להשתמש בנפחים קטנים מאוד של תמיסת האם. ההעברה של נפחים קטנים בעזרת פיפטה אינה נוחה ואינה מדויקת. במקרה כזה רצוי להגיע אל הריכוז המבוקש בשלבים על ידי עריכת מספר מיהולים.

דוגמה: טבלה להכנת מיהולים "הנדסיים"

בשיטה זו אנו מעבירים נפח קבוע של תמיסה ממבחנה למבחנה.

תמיסת האם: מיץ פטל שריכוזו היחסי 100%.

נכין 6 מבחנות.

במבחנות 2 – 6 נשים 5 מ"ל מים.

למבחנה 2 נוסף 5 מ"ל מיץ פטל, נערבב ואחר כך נעביר 5 מ"ל מיץ מהול ממבחנה זו למבחנה 3 וכך הלאה. הטבלה מסכמת את אופן העבודה:

מספר מבחנה	נפח מים, מ"ל	נפח מיץ פטל, במ"ל	נפח סופי, (לאחר העברה) במ"ל	ריכוז לאחר המיהול, ב-%
1	0	5 מ"ל מיץ פטל	5 (אין העברה)	100.00
2	5	5 מ"ל מיץ פטל	5	50.00
3	5	5 מ"ל ממבחנה 2	5	25.00
4	5	5 מ"ל ממבחנה 3	5	12.50
5	5	5 מ"ל ממבחנה 4	5	6.25
6	5	5 מ"ל ממבחנה *5	5	3.13

* לאחר הערבוב שופכים 5 מ"ל כדי לשמור על נפח קבוע בכל המבחנות.

ניתן להיעזר באיור הזה:

