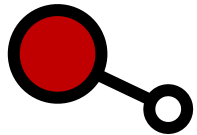
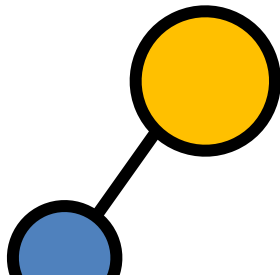
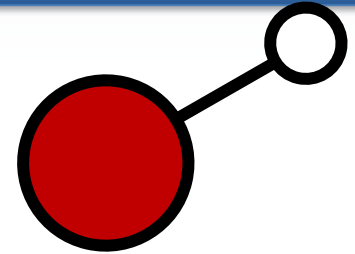
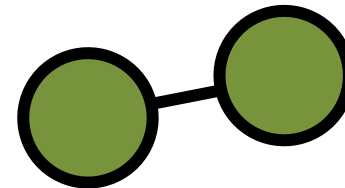
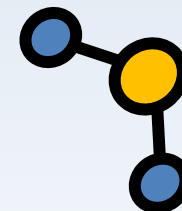
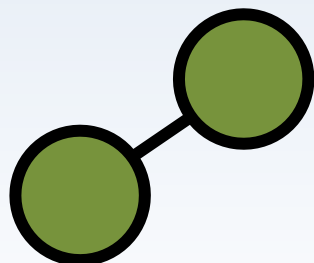


כימיה של הסביבה מציגה:



מים

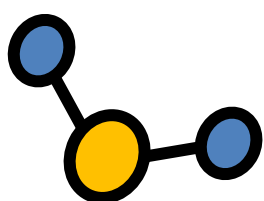




מהן תכונות המים? 

מהן יחידות הריכוז בתמיסות? 

באילו משתמשים לחישוב ריכוזי מומסים במים? 

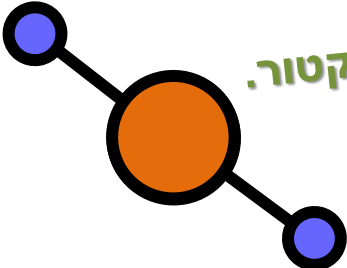


מה אנחנו צריכים כבר לדעת?

מבנה מולקולת המים 

סוג קישור תוך ובינמולקולרי, אלקטרושליליות.

תהליכי המסה במים: חומרים קלי וקשי תמס, תגובות שיקוע

שיטות אנליטיות: טיטרציה, אינדיקטור. 

סטויכיומטריה: חישובי ריכוזים, יחידות מולר (M). 

גרפים: שרטוט, קנה מידה, משנה תלוי ובלתי תלוי 

נצפה בסרטון



עץ החיים

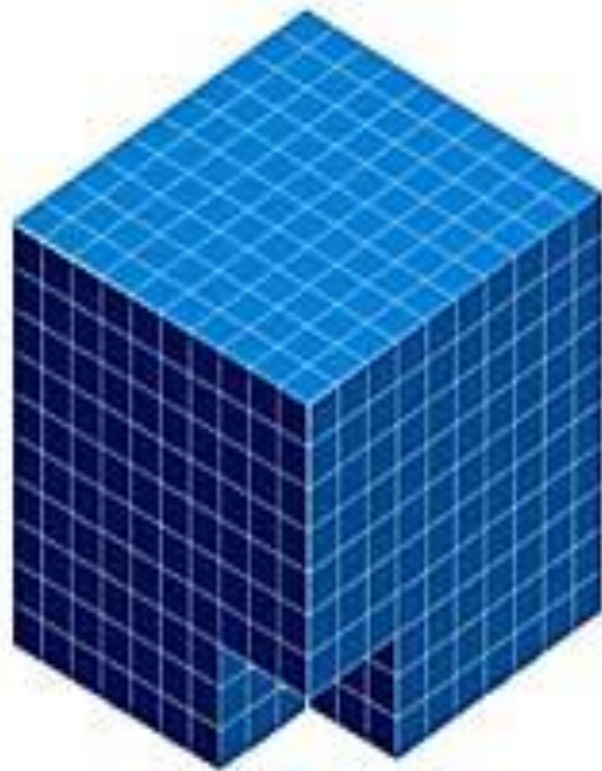
<https://www.youtube.com/watch?v=V2nl28-dUtE&t=30s>

זהו כוכב הלכת היחידי הידוע ביקום שבו המים נמצאים במצב נוזלי
כ - 72% משטח פני כדור הארץ מכוסים במים



חלוקת המים על פני כדה"א

כ- 97% מהמים שעל פני
כדור הארץ הם מים
מלוחים המצויים
באוקיינוסים ובימים
כ-3% הם מים מתוקים,
רובם מצויים בקרחונים
או במי התהום המגיעים
עד לעומק של 4 ק"מ
מתחת לפני הקרקע



חלוקת המים בעולם

97.23% מי אוקיאנוס מלוחים



2.14% קרחונים



0.61% מי תהום



0.009% מים עליים (נהרות ואגמים)



0.005% לחות בקרקע



0.001% אדי מים באטמוספירה



כל 8 שניות מת ילד ממחלה המיוחסת למים 

בכל שנה מעל 5 מיליון אנשים מתים ממחלות הקשורות לתברואת המים, סביבה וסילוק הפרשות 

כמחצית מאוכלוסיית המדינות המתפתחות, סובלת ממחלות הקשורות באיכות המים, שפכים, ותברואה נמוכה 

לרבע מאוכלוסיית העולם אין גישות למים בתנאי סניטציה נאותים 



ישראל: נתונים בריאותיים הקשורים במים

1980: התפרצות צהבת בעכו עקב כניסת שפכי שפרעם למי שתייה
כתוצאה מעבודות בכביש

1985: אלפי מקרי דיזנטריה כתוצאה מזיהום מים בקריות

1988: התפרצות פוליו אזור חדרה

2001: אמוניה במי השתייה של גוש דן

2002: תחלואה בלגיונלה אצל אורחי מלון הרודס באילת

2003: זיהום הים עקב הזרמת ביוב בגוש דן

2015: חוף קריית חיים נסגר לרחצה בעקבות הזרמת שפכים לים

תפקידו של הכימאי במציאת פתרונות



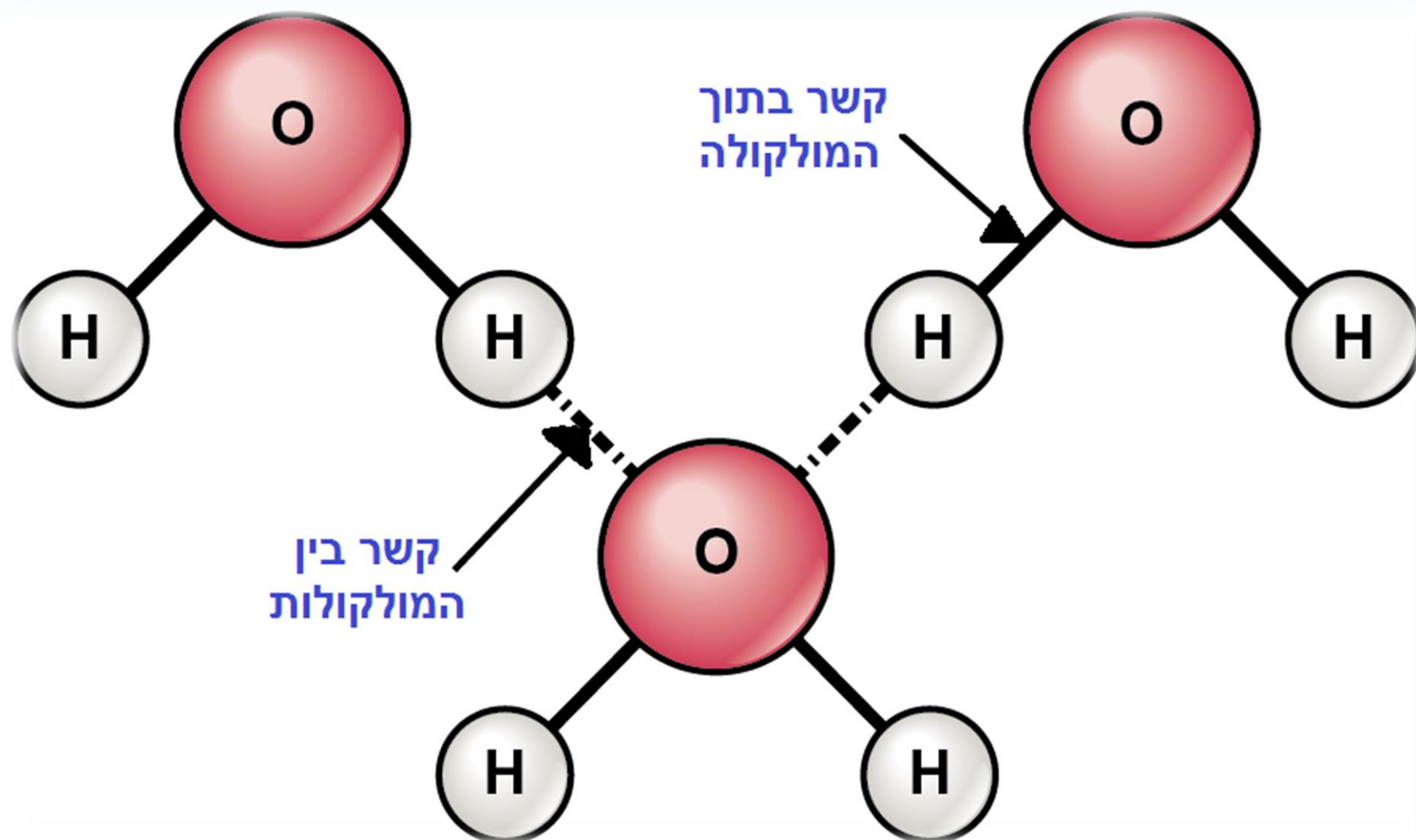
**האם ידעת ש-50%
מאוכלוסיית העולם
שותה מים
מזהמים המהווים
סכנה בריאותית?**

נצפה בסרטון

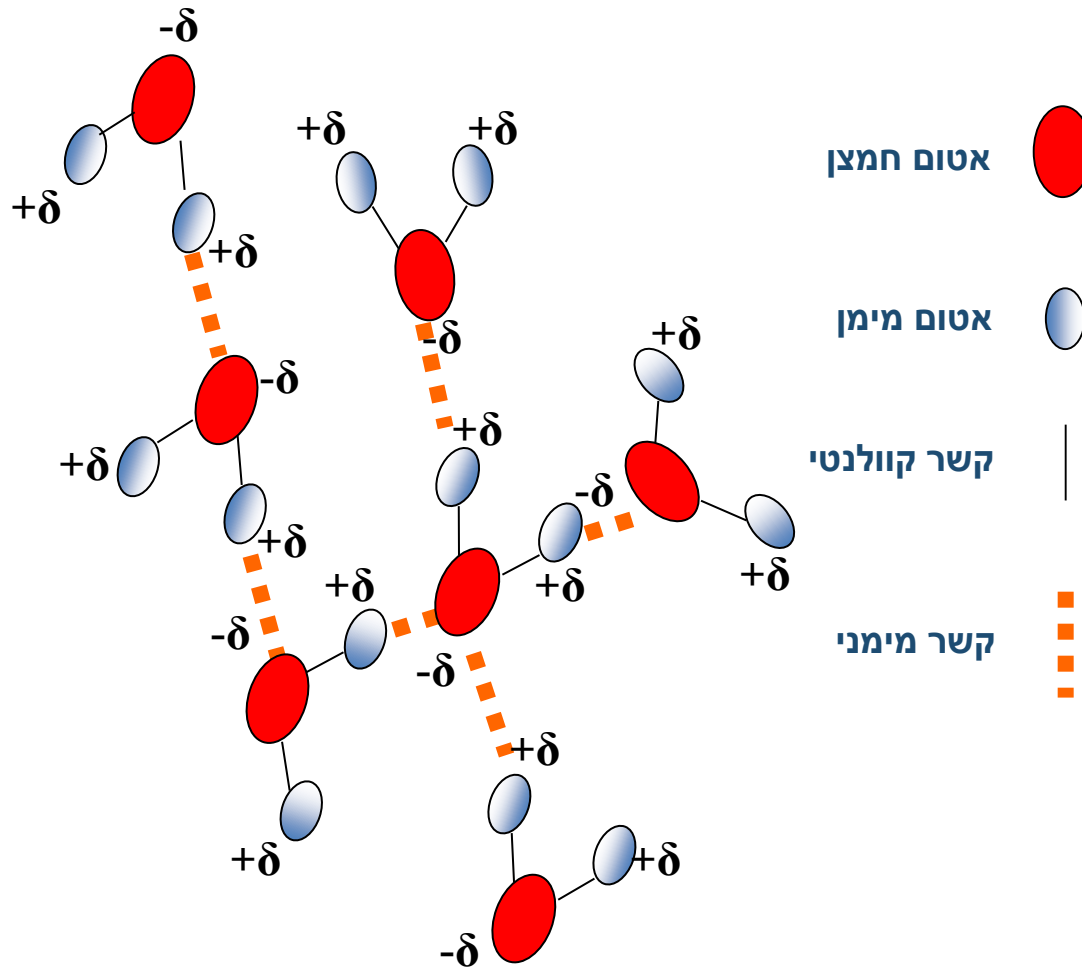


קשית לטיהור מים מזוהמים:

<https://www.youtube.com/watch?v=9e99c4z0zkE>

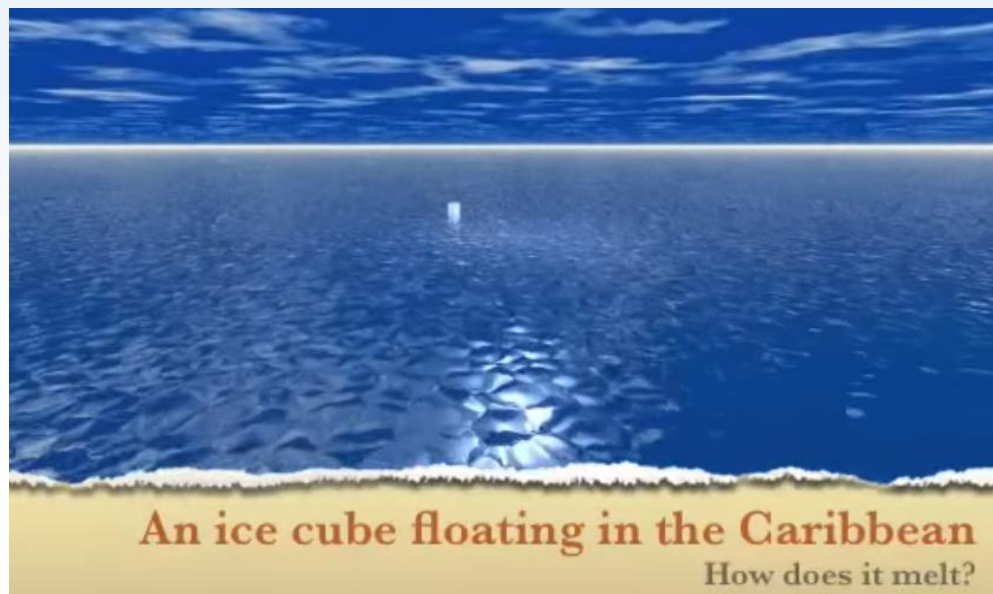


תכונות המים: נקודת היתוך ורתיחה



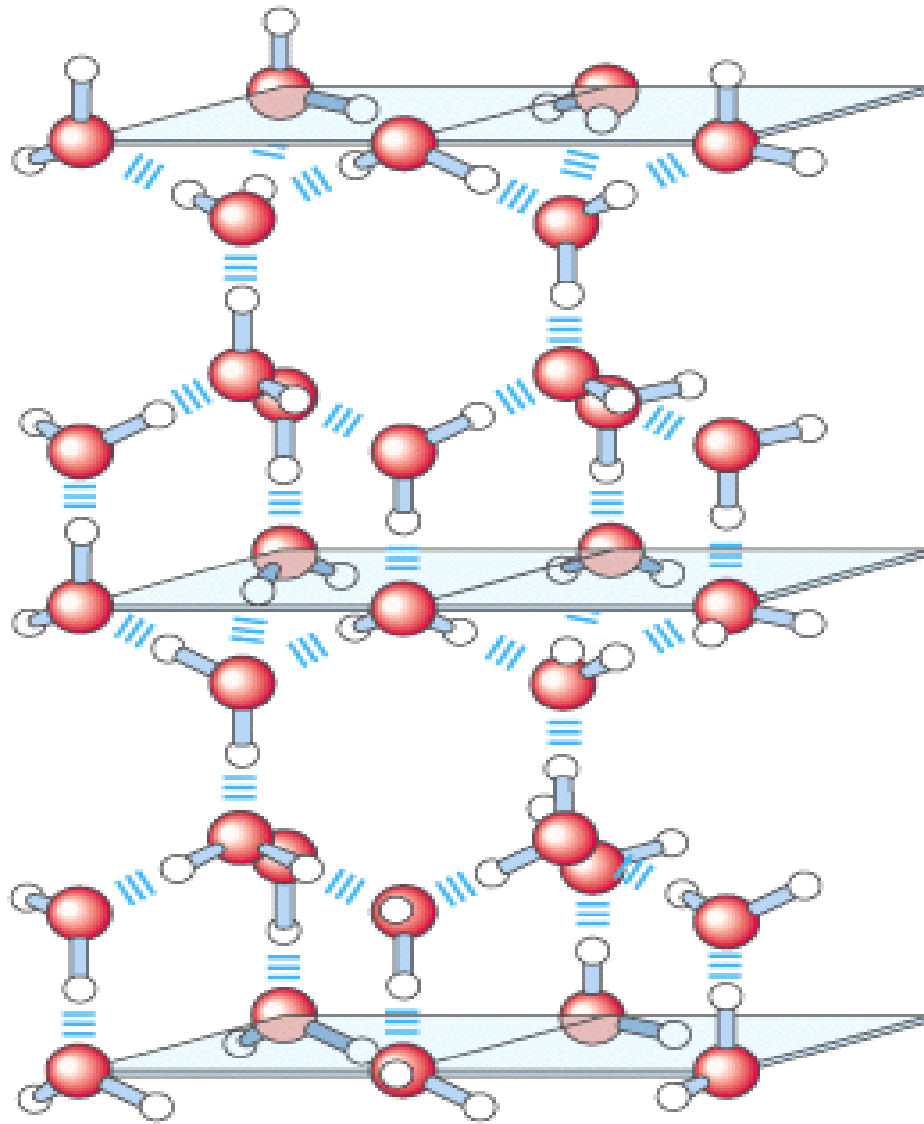
בין מולקולות המים נוצרים
קשרי מימן חזקים. יש צורך
באנרגיה רבה כדי לנתק
קשרים אלה, ולכן טמפרטורות
ההיתוך והרתיחה של המים
גבוהות יחסית:
טמפרטורת ההיתוך היא 0°C
וטמפרטורת הרתיחה היא
 100°C .

נצפה בסרטון



היתוך מים מבחינה מולקולרית:

<https://www.youtube.com/watch?v=CDTZoFGmZoc>



כאשר המים קופאים
נפחם גדל- נפח הקרח גדול
יותר מנפח המים הנוזלים.

אותו מספר מולקולות
בקרח תופסים נפח גדול
יותר מאשר מים נוזליים.

תופעה זו נקראת **אנומליה**
של המים ומאפשרת את
קיום החיים על כדור הארץ.

נצפה בסרטון

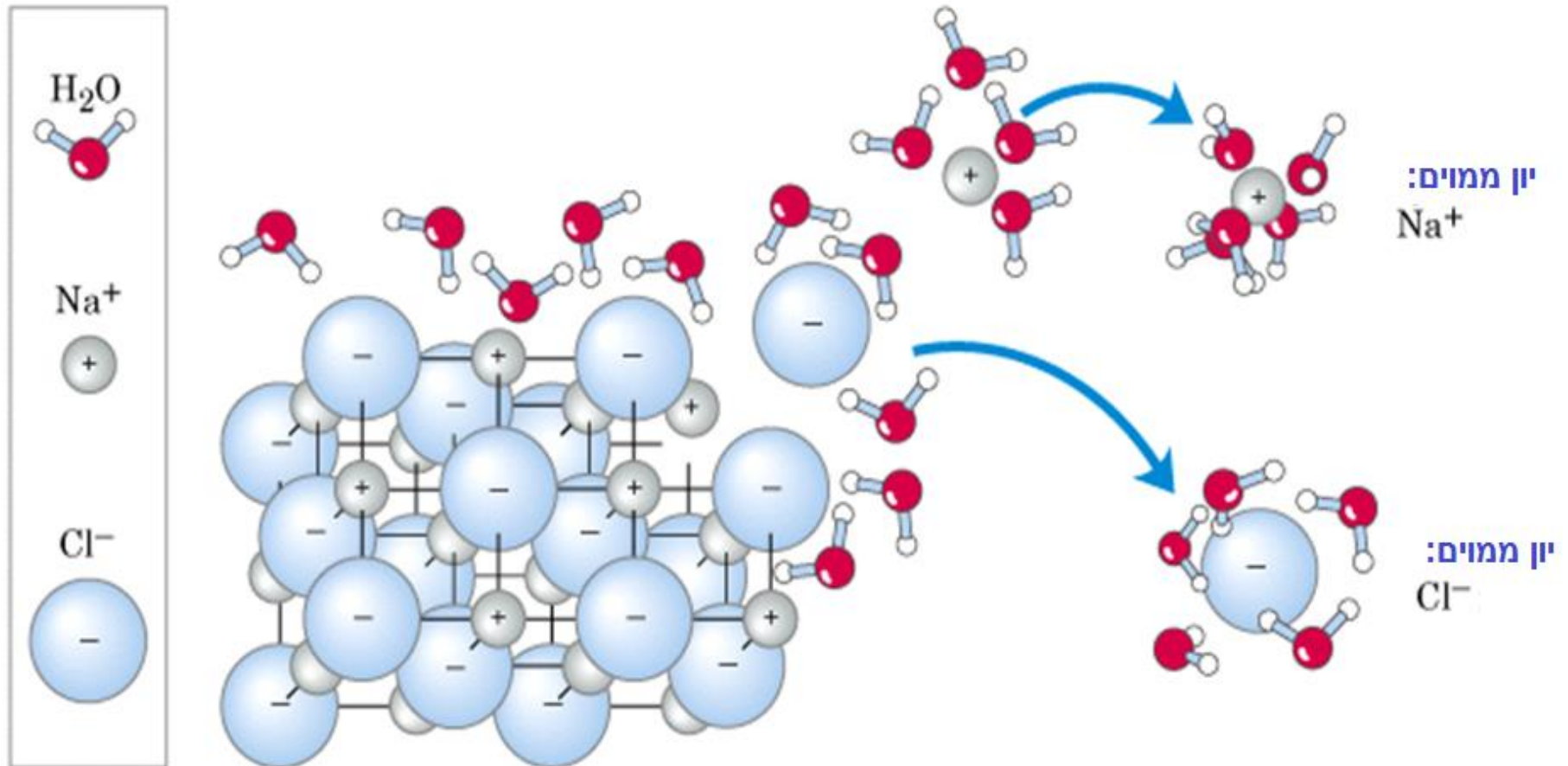
האנומליה של המים

אנומליה של

<https://www.youtube.com/watch?v=uCvp-YHrnkE>: המים

תכונות המים: ממס (אוניברסלי)

חומרים יוניים המתמוססים במים נקראים חומרים יוניים קלי תמס. היונים נפרדים זה מזה ומתפזרים בדרך אחידה בין מולקולות המים.



בכדי לחשב ריכוזי מומסים בתמיסות מימיות, נוכל להשתמש בכמה שיטות ולפיכך, ישנן יחידות מידה שונות לחישובים אלה.

ראשית, נעבור בין יחידות מסה שונות:
גרם (גר', gr) מיליגרם (מ"ג, mg) מיקרוגרם (μ g).

$$1gr = 1000mg = 1,000,000\mu g$$

או

$$1gr = 10^3 mg = 10^6 \mu g$$

$$1mg = 1000\mu g$$

$$1mg = 10^{-3} gr$$

$$1\mu g = 10^{-6} gr$$

בכדי לחשב ריכוזי מומסים בתמיסות מימיות, נוכל להשתמש בכמה שיטות ולפיכך, ישנן יחידות מידה שונות לחישובים אלה.

שנית, בחישובים יש לעבור גם בין יחידות נפח שונות:
ליטר (ל', L) מיליליטר (מ"ל, ml).

$$1\text{L} = 1000\text{ml} = 10^3\text{ml}$$

$$1\text{ml} = 10^{-3}\text{L}$$

חישובים בתמיסות מימיות: יחידות

ריכוז מולרי: מספר מולי המומס ב-1 ליטר תמיסה.
היחידות שבהן נמדד הריכוז המולרי הן M (מולר), על פי הנוסחה הבאה:

$$M = \frac{\text{mol}}{L}$$
$$\text{ריכוז} = \frac{\text{מספר מולי מומס}}{\text{מספר ליטרים תמיסה}}$$

את מספר מולי המומס (n) אפשר לחשב בעזרת מסת המומס (m) בגרמים בלבד והמסה המולרית (MW).

$$n = \frac{m(\text{gr})}{MW(\frac{\text{gr}}{\text{mol}})}$$

שאלה 1:

בבקבוק מים מינרליים קטן שמכיל 0.5 ליטרים של מים, יש

16 מ"ג (מיליגרם) של יוני נתרן, $\text{Na}^+_{(\text{aq})}$.

מהו הריכוז המולרי של יוני הנתרן במים?

א. 0.00069M

ב. 0.0001M

ג. 0.00138M

ד. 0.00034M

פתרון לשאלה 1:

בבקבוק מים מינרליים קטן שמכיל 0.5 ליטרים של מים, יש 16 מ"ג (מיליגרם) של יוני נתרן, $\text{Na}^+_{(\text{aq})}$. מהו הריכוז המולרי של יוני הנתרן במים?

תחילה יש לחשב את מסת יוני הנתרן בגר'.

$$1\text{gr} = 1000\text{mg}$$

$$16\text{mg} = \frac{16}{1000}\text{gr} = 0.016\text{gr}$$

בשלב הבא, נחשב את מספר מולי $\text{Na}^+_{(\text{aq})}$.

$$n = \frac{m}{\text{MW}} = \frac{0.016\text{gr}}{23 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.00069\text{moles}$$

ואת הריכוז המולרי של יוני הנתרן בתמיסה:

$$M = \frac{\text{מספר מולי מומס}}{\text{מספר ליטרים תמיסה}} = \frac{0.00069\text{moles}}{0.5\text{L}} = 0.00138\text{M}$$

א. 0.00069M

ב. 0.0001M

ג. 0.00138M

ד. 0.00034M

שאלה 2:

במי ים המלח 5 גר'/ליטר של יוני ברום, $\text{Br}^-_{(\text{aq})}$, לעומת 0.07 גר'/ליטר במי הים התיכון.

1. כמה גר' יוני ברום ישנם ב- 50 מ"ל של מי ים המלח וכמה ב- 50 מ"ל של מי הים התיכון?

- א. 0.025 גר' במי ים המלח ו- 0.025 גר' במי ים התיכון
- ב. 0.25 גר' במי ים המלח ו- 0.025 גר' במי ים התיכון
- ג. 0.35 גר' במי ים המלח ו- 0.025 גר' במי ים התיכון
- ד. 0.25 גר' במי ים המלח ו- 0.0035 גר' במי ים התיכון

פתרון שאלה 2(1):

במי ים המלח 5 גר'/ליטר של יוני ברום, $\text{Br}^-_{(\text{aq})}$, לעומת 0.07 גר'/ליטר במי הים התיכון.

1. כמה גר' יוני ברום ישנם ב- 50 מ"ל של מי ים המלח וכמה ב- 50 מ"ל של מי הים התיכון?

א. 0.025 גר' במי ים המלח ו- 0.025 גר' במי ים התיכון

ב. 0.25 גר' במי ים המלח ו- 0.025 גר' במי ים התיכון

ג. 0.35 גר' במי ים המלח ו- 0.025 גר' במי ים התיכון

ד. 0.25 גר' במי ים המלח ו- 0.0035 גר' במי ים התיכון

פירוט דרך הפתרון שאלה 2(1):

במי ים המלח 5 גר'/ליטר של יוני ברום, $\text{Br}^-_{(\text{aq})}$, לעומת 0.07 גר'/ליטר במי הים התיכון.

1. כמה גר' יוני ברום ישנם ב- 50 מ"ל של מי ים המלח וכמה ב- 50 מ"ל של מי הים התיכון?

ראשית יש להפוך את נפח הדגימה מיחידות של מ"ל לליטרים:

$$1\text{L}=1000\text{ml}$$

$$50\text{ml}=0.05\text{L}$$

ב- 1 ליטרים של מי ים המלח 5 גר' של יוני ברום.

ב- 50 מ"ל, שהם 0.05 ליטרים יש:

$$0.05\text{L} \times 5\text{gr} = 0.25\text{gr}$$

ב- 1 ליטרים של מי הים התיכון 0.07 גר' של יוני ברום.

ב- 50 מ"ל, שהם 0.05 ליטרים יש:

$$0.05\text{L} \times 0.07\text{gr} = 0.0035\text{gr}$$

המשך שאלה 2:

במי ים המלח 5 גר'/ליטר של יוני ברום, $\text{Br}^-_{(\text{aq})}$, לעומת 0.07 גר'/ליטר במי הים התיכון.

2. מהו הריכוז המולרי של יוני הברום במי ים המלח ובמי הים התיכון?

א. 0.062M במי ים המלח ו- 0.00088M במי ים התיכון

ב. 0.0088M במי ים המלח ו- 0.62M במי ים התיכון

ג. 0.062M במי ים המלח ו- 0.088M במי ים התיכון

ד. 0.88M במי ים המלח ו- 0.88M במי ים התיכון

פתרון המשך שאלה 2:

במי ים המלח 5 גר'/ליטר של יוני ברום, $\text{Br}^-_{(\text{aq})}$, לעומת 0.07 גר'/ליטר במי הים התיכון.

2. מהו הריכוז המולרי של יוני הברום במי ים המלח ובמי הים התיכון?

- א. 0.062M במי ים המלח ו- 0.00088M במי ים התיכון
- ב. 0.0088M במי ים המלח ו- 0.62M במי ים התיכון
- ג. 0.062M במי ים המלח ו- 0.088M במי ים התיכון
- ד. 0.88M במי ים המלח ו- 0.88M במי ים התיכון

פירוט דרך פתרון שאלה 2:

במי ים המלח 5 גר'/ליטר של יוני ברומ, $\text{Br}^-_{(\text{aq})}$, לעומת 0.07 גר'/ליטר במי הים התיכון.

2. מהו הריכוז המולרי של יוני הברום במי ים המלח ובמי הים התיכון?

המסה המולרית של הברום היא 79.9 גר'/מול.
נחשב את מספר המולים של יוני הברום בכל אחת מהדגימות, ולאחר מכן את הריכוז המולרי.

במי ים המלח:

$$\frac{5 \text{ gr}}{79.9 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.063 \text{ mol} \quad \frac{0.063 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0.062 \text{ M}$$

במי הים התיכון:

$$\frac{0.07 \text{ gr}}{79.9 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.00088 \text{ mol} \quad \frac{0.00088 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0.00088 \text{ M}$$

חלקים למיליון – ppm (parts per million)

בתמיסות מאוד מהולות, שהריכוזים הנמדדים נמוכים מאוד, מודדים את ריכוז התמיסה ביחידות ppm לדוגמה, בתמיסה שריכוזה 1 ppm, בכל מיליון גרם של תמיסה יש גרם אחד של מומס, או בכל 1000 גר' של תמיסה יש 1 מ"ג של מומס.

$$ppm = \frac{\text{מספר} - \text{מיליגרם} - \text{מומס}}{\text{מספר} - \text{ק"ג} - \text{תמיסה}}$$

מכיוון שהתמיסה מהולה מאוד, כמות המומס בה קטנה מאוד, ואפשר להניח כי צפיפות התמיסה זהה בקירוב לצפיפות הממס הטהור- מים.

$$ppm = \frac{\text{מספר מיליגרם מומס}}{\text{מספר ליטרים מים}}$$

צפיפות המים בתנאי החדר היא 1 בקירוב, ולכן אפשר לחשב את הריכוז, ביחידות ppm על פי:

$$1ppm = 1 \frac{mg}{L}$$

ppm:

מספר המיליגרמים של
המומס ב-1 ליטר מים.

$$1\text{ppm} = 1\frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

שאלה 3:

באזורים אחדים בארץ מי השתייה מכילים 0.125 גר'/ליטר של יוני סידן.
מהו ריכוז יוני הסידן ביחידות ppm ומהו הריכוז המולרי?

פתרון לשאלה 3:

$$1\text{gr} = 1000\text{mg}$$

$$0.125\text{gr} \times 1000 = 125\text{mg}$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{מספר מיליגרם מומס}}{\text{מספר ליטרים מים}} = \frac{125\text{mg}}{1\text{L}} = 125\text{ppm} = 125 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

כדי לחשב את הריכוז המולרי, יש לחשב את מספר המולים של יוני הסידן. המסה המולרית של הסידן היא 40 גרם למול.

$$n = \frac{m}{\text{MW}} = \frac{0.125\text{gr}}{40 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.0031\text{moles}$$

$$M = \frac{\text{מספר מולי מומס}}{\text{מספר ליטרים תמיסה}} = \frac{0.0031\text{moles}}{1\text{L}} = 0.0031\text{M}$$

חלקים למיליארד – ppb (parts per billion)

בתמיסות מהולות עוד יותר, מקובל למדוד את ריכוז התמיסות ביחידות ppb. תמיסה שריכוזה 1 ppb:

בכל מיליארד גרם של תמיסה יש גרם אחד של מומס

או

בכל 1000 גר' של תמיסה יש 1 מיקרוגרם (μg) של מומס.

$$1\text{mg} = 1000 \mu\text{g}$$

$$1\text{gr} = 1000 \text{ mg} = 1000000 \mu\text{g}$$

$$\text{ppb} = \frac{\text{מספר מיקרוגרם מומס}}{\text{מספר ליטרים מים}} = \frac{1000 \text{ מספר מיליגרם מומס}}{\text{מספר ליטרים מים}}$$

$$1\text{ppm} = 1 \frac{\text{mg}}{\text{L}} = 1000\text{ppb} = 1000 \frac{\mu\text{g}}{\text{L}}$$

ריכוזים בתמיסות מימיות: סיכום

הגדרה	דרך החישוב	יחידות
-------	------------	--------

ריכוז מולרי

מספר מולי המומס ב-1 ליטר תמיסה.

$$M = \text{mol/L}$$

$$M = \frac{\text{מספר מולי מומס}}{\text{מספר ליטרים תמיסה}}$$

ppm - חלקים במיליון

מספר המיליגרמים (מ"ג, mg) של המומס

ב-1 ליטר מים. ppm=mg/L

$$\text{ppm} = \frac{\text{מספר מיליגרם מומס}}{\text{מספר ליטרים מים}}$$

ppb - חלקים במיליארד

מספר המיקרוגרמים (µg) של המומס

ב-1 ליטר מים. ppb=µg/L

$$\text{ppb} = \frac{\text{מספר מיקרוגרם מומס}}{\text{מספר ליטרים מים}} =$$

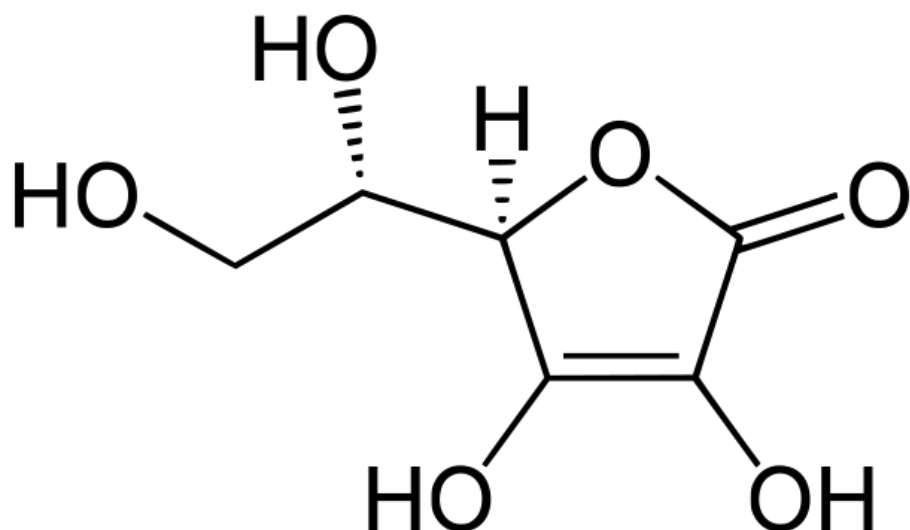
$$= \frac{1000 \times \text{מספר מיליגרם מומס}}{\text{מספר ליטרים מים}}$$

$$1\text{ppm} = 1 \frac{\text{mg}}{\text{L}} = 1000\text{ppb} = 1000 \frac{\mu\text{g}}{\text{L}}$$

שאלה 4:

בבית המרקחת נמכרות טבליות של ויטמין C. כל טבליה מכילה 1000 mg של ויטמין C. לצורך בדיקה מעבדתית, המיסו שתי טבליות בשלושה ליטרים של מים. המסה המולרית של ויטמין C היא 176.

חשב את ריכוז התמיסה שנוצרה ביחידות:



- א. ppm
- ב. ppk
- ג. מולר

פתרון לשאלה 4:

בבית המרקחת נמכרות טבליות של ויטמין C. כל טבליה מכילה 1000 mg של ויטמין C. לצורך בדיקה מעבדתית, המיסו שתי טבליות בשלושה ליטרים של מים. המסה המולרית של ויטמין C היא 176.

חשב את ריכוז התמיסה שנוצרה ביחידות:

$$\text{ppm} = \frac{\text{מספר מיליגרם מומס}}{\text{מספר ליטרים מים}} = \frac{2 \times 1000 \text{ mg}}{3 \text{ L}} = 666.67 \text{ ppm}$$

א. ppm

$$\text{ppb} = \frac{\text{מספר מיליגרם מומס} \times 1000}{\text{מספר ליטרים מים}} =$$

ב. ppb

$$= \frac{2 \times 1000 \text{ mg} \times 1000}{3 \text{ L}} = 666.7 \times 10^3 \text{ ppb}$$

פתרון לשאלה 4:

חשב את ריכוז התמיסה שנוצרה ביחידות:
ג. מולר

כדי לחשב את הריכוז המולרי, עלינו למצוא את מספר מולי ויטמין C שהומסו

$$2 \times 1000\text{mg} = 2000\text{mg}$$

$$1\text{gr} = 1000\text{mg}$$

$$\frac{2000\text{mg}}{1000} = 2\text{gr}$$

מספר הגרמים של ויטמין C:

$$n = \frac{m}{\text{MW}} = \frac{2\text{gr}}{176 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.01136\text{mol}$$

מספר המולים של ויטמין C:

$$M = \frac{\text{מספר מולי מומס}}{\text{מספר ליטרים תמיסה}} = \frac{0.01136\text{mol}}{3\text{L}} = 0.00379\text{M}$$

שאלה 5:

מי המרחצאות החמים בדרום הארץ, מכילים $175 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$ של יוני גפרית, $\text{S}^{2-}_{(\text{aq})}$, המקנים למרחצאות את ריחם המיוחד.

חשב את ריכוז יוני הגפרית ביחידות:

א. ppm ב. ppb ג. מולר

א. 17500 ppm $175 \cdot 10^6 \text{ ppb}$

ב. $175 \cdot 10^3 \text{ ppm}$ $175 \cdot 10^3 \text{ ppb}$

ג. $175 \cdot 10^3 \text{ ppm}$ $175 \cdot 10^3 \text{ ppb}$

ד. 175 ppm $175 \cdot 10^3 \text{ ppb}$

פתרון לשאלה 5:

מי המרחצאות החמים בדרום הארץ, מכילים $175 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$ של יוני גפרית, $\text{S}^{2-}_{(\text{aq})}$, המקנים למרחצאות את ריחם המיוחד.

חשב את ריכוז יוני הגפרית ביחידות:

$$\text{ppm} = \frac{\text{mg}}{\text{L}} = 175 \text{ppm}$$

א.

א. ppm ב. ppb

ב.

א. 17500 ppm ב. 175×10^6 ppb

$$\text{ppb} = \frac{1000 \times \text{מספר מיליגרם מומס}}{\text{מספר ליטרים מים}} =$$

א. 17500 ppm ב. 175×10^3 ppb

א. 17500 ppm ב. 175×10^3 ppb

$$= 175 \times 10^3 \text{ppb}$$

א. 17500 ppm ב. 175×10^3 ppb

פתרון לשאלה 5:

מי המרחצאות החמים בדרום הארץ, מכילים $175 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$ של יוני גפרית, $\text{S}^{2-}_{(\text{aq})}$, המקנים למרחצאות את ריחם המיוחד.

חשב את ריכוז יוני הגפרית ביחידות:
ג. מולר

כדי לחשב את הריכוז המולרי, עלינו למצוא את מספר המולים של יוני $\text{S}^{2-}_{(\text{aq})}$. בליטר אחד יש 175 מ"ג של יוני גפרית. ג.

$$175\text{mg} = \frac{175}{1000} \text{gr} = 0.175\text{gr}$$

א. 0.0055M

מספר המולים של יוני הגפרית:

ב. 0.55M

$$n = \frac{m}{\text{MW}} = \frac{0.175\text{gr}}{32 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.0055\text{moles}$$

ג. 1.1M

ד. 0.011M

מכיוון שיש 0.0055 מולים בליטר אחד, הריכוז המולרי הוא 0.0055M .

למים טמפרטורת היתוך ורתיחה גבוהות בשל קשרי מימן 

לקרח נפח גדול יותר מאשר מים נוזליים וצפיפות נמוכה יותר 

המים משמשים כממס לחומרים יוניים קלי תמס ולחומרים 

מולקולריים בעלות יכול ליצור קשרי מימן

אפשר למדוד ריכוזי מומסים במים ביחידות ריכוז 

שונוות: M, ppm, ppb.