

מטמון חדש מדע וטכנולוגיה לחטיבת הביניים



מסע אל התרבות

מרסל פרייליך
זהבה שרץ

כיתה ח

מתאים לתכנית הלימודים המעודכנת
במדע וטכנולוגיה לחטיבת הביניים



3203
אישור מס':
אושר בתאריך: 8.11.2012

מינהלת מל"מ

המרכז הישראלי לחינוך מדעי-טכנולוגי
ע"ש עמוס דה-שליט



המחלקה להוראת המדעים

משרד החינוך

המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים



פיתוח וכתבה

ד"ר מרסל פרייליך

ד"ר זהבה שרץ

ראשי הפרויקט

פרופ' בת-שבע אלון

פרופ' ענת ירדן

ד"ר זהבה שרץ

מרכז הפרויקט

ד"ר אמנון חזן

עיצוב גרפי

זיו אריאלי

מור מוריה-שיפוני

שרטוטים

זיו אריאלי

מור מוריה-שיפוני

איורים

זיו אריאלי

עימוד

מור מוריה-שיפוני

הגהה לשונית: ד"ר רחל ברוך

הגהה מגדרית: ד"ר אתי גלעד

הגהה מדעית: ד"ר עמוס ברדע

צילום ניסויים

מעבדת הצילום של מכון ויצמן למדע

רוב הצילומים והאיורים המשולבים בספר נלקחו ברישיון מאת שטרסטוק Shutterstock.com.

הספר מכיל קטעים מעובדים מהספר "באופן יסודי ומורכב - אל תוך האטום" מאת מלכה יאיון, חנה מרגל וזהבה שרץ, בהוצאת המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע.

אין לשכפל, להעתיק, לצלם, להקליט, לתרגם, לאחסן במאגר מידע, לשדר או לקלוט בכל דרך או אמצעי אלקטרוני, אופטי, או מכני, או אחר, כל חלק שהוא מהחומר שבספר זה. שימוש מסחרי מכל סוג שהוא בחומר הכלול בספר זה אסור בהחלט, אלא ברשות מפורשת בכתב מהמוציא לאור.

©

כל הזכויות שמורות
מכון ויצמן למדע ומשרד החינוך,
דפוס איילון, תשע"ג, 2012
מק"ט: 279-6382

פתח דבר

מה "מסע אל התרכובות"?

היחידה "מסע אל התרכובות" היא היחידה השנייה בתחום מדעי החומר לכיתה ח' ומהווה המשך ישיר ליחידה "מסע אל היסודות". היחידה פותחת אשנב לעולם המופלא של תרכובות ותהליכים כימיים. נכיר מבנה ותכונות של תרכובות מסוגים שונים - תרכובות מולקולריות, תרכובות יוניות, חומצות ובסיסים - ואת תרומתם לפיתוחים בתחומי הטכנולוגיה, הרפואה והחברה. במהלך היחידה נחוות כימיה בפעולה ונעקוב באמצעות ניסויים ותצפיות אחר שינויים המתרחשים כתוצאה מתהליכים כימיים. נחתום את היחידה בהיכרות עם תערובות - תכונותיהן, הדרכים להפרדתן לחומרים טהורים והשימוש בהן בתעשייה ובטכנולוגיה.

מהו מטמון חדש?

סדרת מטמון חדש כוללת את היחידות הבאות לכיתה ח':

יחידות במדעי החומר - כימיה, פיסיקה: "מסע אל היסודות", "מסע אל התרכובות", "מתחברים לחשמל", "אינטראקציה כוחות ותנועה".

יחידות במדעי החיים: "יצורים חיים בסביבתם", "חוקרים מערכות רבייה".

בסדרה חומרי למידה מודפסים לתלמידים, מדריכים למורה וסביבה לימודית מתוקשבת, הנותנים מענה שלם ללמידה, לגיוון ולהעמקה בתחומי הכימיה, הפיזיקה, הביולוגיה והטכנולוגיה, בהלימה לתוכנית הלימודים המעודכנת (2012) במדע וטכנולוגיה לחטיבת הביניים.

בחומרי מטמון חדש באים לידי ביטוי הניסיון המצטבר של המחלקה להוראת המדעים במכון ויצמן למדע בפיתוח, במחקר ובפדגוגיה, והמעורבות רבת השנים בפיתוח מקצועי של מורי מדע וטכנולוגיה בחטיבת הביניים. תוצרי התוכנית מתמקדים בעיקר בהיבטים האלה:

- הבניית רעיונות ועקרונות מרכזיים במדע וטכנולוגיה ומתן הזדמנויות להיכרות עם חידושים ופריצות דרך בתחום.
- הקניה ויישום של מיומנויות למידה, חשיבה, חקר ותיכון ושילובם המפורש בחומרי הלמידה.
- התאמה לצורכיהם של לומדים שונים.
- התנסות בפעילויות מעבדה, חקר ופתרון בעיות.
- שילוב פריטי הערכה לצורכי למידה.
- טיפוח העניין, המוטיבציה, הלמידה השיתופית והמכוונות העצמית של הלומדים.

תודות

לדבי ווייטסון-סומך, למירב כפיר-גמליאל, על תרומתן לפיתוח היחידה.
למורים שקראו והעירו ולכל המורים שהשתתפו בניסוי חומרי הלמידה בתשע"ב.

אנו מאחלים לכם למידה מהנה ופורה
צוות מטמון חדש

תוכן העניינים

פרק 4: תרכובות

112.....	מבט לאחור ומבט לפנים
113.....	א. סוגי תרכובות
115.....	ב. תרכובות מולקולריות (חומרים מולקולריים)
115.....	כיצד מייצגים תרכובת מולקולרית בשפת הכימיה?
117.....	מודלים של מולקולות שונות
121.....	מה משפיע על תכונות התרכובות המולקולריות?
123.....	ג. תרכובות יוניות (חומרים יוניים)
123.....	מהו יון? כיצד הופך אטום ניטרלי ליון?
126.....	מה הקשר בין מטען היון לבין מיקום היסוד בטבלת היסודות?
129.....	תרכובות יוניות בחיי היומיום
129.....	המבנה החלקיקי של תרכובות יוניות
135.....	ד. חומצות ובסיסים
135.....	אינדיקטור, חומר בוחן
137.....	סולם pH
140.....	ה. מה למדנו בפרק זה?
141.....	שאלות סיכום
144.....	נספח 1: פעילות בהמשכים בנושא: ספר העיון שלנו (המשך מעמוד 140)

פרק 5: שינויים בחומר ותהליכים כימיים

148.....	מבט לאחור ומבט לפנים
148.....	א. תהליכים כימיים
148.....	מהם תהליכים כימיים?
151.....	מה בין שינוי כימי לבין שינוי פיזיקלי?
153.....	ב. יצירת תרכובות
153.....	יצירת תרכובת מיסודות
156.....	יצירת מים וחוק שימור החומר
158.....	ג. פירוק תרכובות
158.....	פירוק תרכובת באמצעות אלקטרוליזה
160.....	פירוק תרכובת באמצעות חימום
161.....	פירוק התרכובת כספית חמצנית
162.....	האם אפשר לפרק מים?
165.....	ד. תגובות עם חמצן
165.....	תהליך בעירה של מגנזיום
167.....	תהליך היווצרות החלודה (החלדה)
169.....	בעירת נר

ה. אנרגיה בתהליכים כימיים.....	171
ו. תהליך כימי בין חומצה לבין בסיס.....	174
ז. מה למדנו בפרק זה?	176
שאלות סיכום.....	177

פרק 6: על ערבובים והפרדות

מבט לאחור ומבט לפנים.....	182
א. סוגי תערובות.....	182
ב. תמיסות.....	185
מהי תמיסות?	185
האם תמיסות החומר תלויה בטמפרטורה?	186
האם יש תמיסות נוספים חוץ ממים?	187
מבט אל "תוך" תהליך ההמסה	188
אילו גורמים משפיעים על מהירות ההתמוססות?	189
התנסות עם תערובות במטבח.....	191
ג. מסג.....	196
ד. הפרדת תערובות.....	198
שיטות להפרדת תערובות.....	198
ה. מה למדנו בפרק זה?	208
שאלות סיכום.....	210
נספח 1: מילון מונחים	214

מקרא הסמלים

שאלות שיש לענות עליהן במחברת	שאלות 
משימת כתיבה, כמו: השלמת טבלה, גרף, איור וכדומה.	משימה 
פעילות בכיתה המלווה לעתים בבנייה של תוצר, כמו: פוסטר או דגם וכדומה.	פעילות 
ניסוי לביצוע במעבדה.	ניסוי 
פעילות ממוחשבת באתר 'מטמו"ן חדש'.	פעילות ברשת 
צפייה בסרטון באתר 'מטמו"ן חדש'.	צפייה בסרט 
פעילות להקניה או לתרגול של מיומנויות למידה.	מיומנויות במדע וטכנולוגיה 
פעילות המדמה את דרכי פעולתו של מדען.	בדיוך המחקר 
העשרת ידע באמצעות עובדות נוספות הקשורות לחומר הנלמד.	מעניין ומסקין 
שאלות לדיון בכיתה עם המורה או בקבוצות.	דיון 
ניסוי המודגם על ידי המורה או נצפה באתר 'מטמו"ן חדש'.	הדגמה 
משקפיים דמיוניים המאפשרים "לראות" את מה שעין האדם אינה רואה.	משקפי קסם 
מידע והרחבה על תכנים שמעבר לתכנית הלימודים.	מידע והרחבה 



פרק 4

תרכובות

מבט לאחור ומבט לפנים

עד כה ערכנו היכרות עם יסודות שונים. למדנו כי היסודות ממוינים למתכות ולאל-מתכות. עוד למדנו כי יסודות שונים בנויים מאטומים שונים הנבדלים זה מזה במספר הפרוטונים שבגרעיני האטומים שלהם. יסודות מתכתיים ערוכים במבנה ענק המכונה סריג מתכתי, ואילו יסודות אל-מתכתיים שונים יכולים להיות ערוכים במבנים שונים: במבנה של אטומים בודדים (כמו הגזים האצילים), במבנה של מולקולות (כמו חמצן, חנקן, כלור ועוד) או במבנה ענק של סריג אטומי (כמו יהלום וגרפיט). העמקנו לתוככי האטום, ערכנו היכרות עם מבנה האטום ודנו בקשר שבין מבנה האטום לבין תכונות היסודות.

בפרק זה נכיר חומרים נוספים המכונים **תרכובות**. תרכובות הן חומרים המורכבים מאטומים של יסודות שונים. היות שכלל התרכובות מורכבות מצירופים שונים של למעלה ממאה יסודות, הרי שמספר התרכובות הקיימות הוא רב. כיום ידועות כשבעים מיליון תרכובות. נהוג לחלק את החומרים לשתי קבוצות עיקריות: **תרכובות יוניות ותרכובות מולקולריות**. במה נבדלות התרכובות זו מזו? האם קיימות תרכובות בעלות מאפיינים דומים? מהו מבנה התרכובות השונות? מהו הקשר שבין מבנה התרכובת לבין תכונותיה? מענה לחלק משאלות אלה ואחרות יינתן במהלך פרק זה.

בפרק זה נתמקד בנושאים הבאים:

- סוגי תרכובות
- תרכובות מולקולריות
- תרכובות יוניות
- חומצות ובסיסים וסולם pH



חומרים בחיי היומיום: 1. פחמן דו-חמצני. 2. מפלי מים. 3. חול. 4. סוכר חום. 5. מלח בישול

א. סוגי תרכובות

בחיי היומיום אנו נתקלים בתרכובות מסוגים שונים. התרכובות מים, סוכר, כוהל, פחמן דו-חמצני - הן תרכובות מולקולריות, ואילו תרכובות אחרות כמו מלח בישול, סודה לשתייה, סיד וגיר - הן תרכובות יוניות. כפי שנראה בהמשך, התרכובות המולקולריות בנויות ממולקולות. לעומת זאת, החלקיקים המרכיבים את התרכובות היוניות הם "יונים", שהם אטומים הטעונים במטען חשמלי, ועליהם נרחיב במהלך הפרק. חומרים שונים הם בעלי תכונות שונות אשר נובעות מסוג החלקיקים המרכיבים אותם, מאופן היערכותם בחומר ומהכוחות הפועלים ביניהם. בניסוי הבא נבחן מספר תכונות של תרכובות נפוצות ונגלה מספר מאפיינים של התרכובות היוניות והמולקולריות.



ניסוי 1: זיהוי תכונות של תרכובות יוניות ושל תרכובות מולקולריות

מטרת הניסוי: להשוות בין תרכובות יוניות לבין תרכובות מולקולריות.

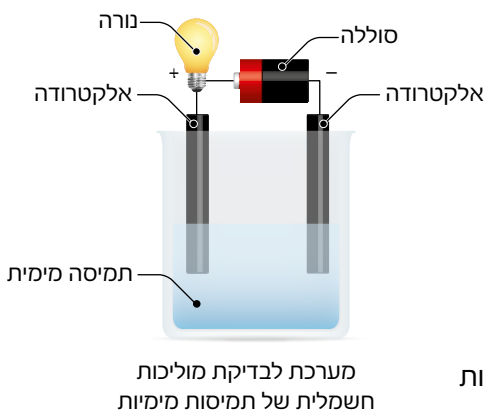
ציוד וחומרים: כוסות וכלים לערבוב, מערכת לבדיקת מוליכות חשמלית של תמיסות מימיות.

תרכובות מולקולריות: כוהל (אתאנול), מים, סוכר, פחמן דו-חמצני.
תרכובות יוניות: מלח בישול, סיד, אשלג, כסף יודי.

מהלך הניסוי

1. התבוננו בתרכובות השונות, העתיקו למחברת את הטבלה הבאה והשלימו אותה.

2. המיסו כל אחת מהתרכובות בנפרד במים מזוקקים ובדקו את המוליכות של התמיסה הנוצרת בעזרת המערכת לבדיקת המוליכות החשמלית של תמיסות המתוארת באיור הבא:



ממצאים

שם התרכובת	סוג התרכובת מולקולרית/יונית	צבע התרכובת	מצב צבירה בטמפרטורת החדר	ריח יס/אין	הולכה חשמלית של התמיסה כן/לא

מסקנות

נסחו מסקנות הקשורות להבדלים העקרוניים בין תרכובות יוניות לבין תרכובות מולקולריות.

לסיכום: מניסוי 1 אפשר להבחין בבירור במאפיינים מרכזיים בתכונות התרכובות המולקולריות והתרכובות היוניות שנבדקו בניסוי זה. התרכובות היוניות מוצקות בטמפרטורת החדר, ותמיסותיהן המימיות מוליכות זרם חשמלי, בעוד התרכובות המולקולריות מופיעות במצבי צבירה שונים בטמפרטורת החדר, ותמיסותיהן המימיות אינן מוליכות זרם חשמלי. מדענים ערכו ניסויים נוספים וחקרו תרכובות רבות משני הסוגים, ומסקנותיהם בעקבות הניסויים מרוכזות בטבלה הבאה:

טבלה 1: מאפיינים מרכזיים של תרכובות יוניות ותרכובות מולקולריות

מאפיינים	תרכובות יוניות	תרכובות מולקולריות
מצב צבירה בטמפרטורת החדר	מוצק	מוצק, נוזל או גז
מוליכות זרם חשמלי בתמיסה מימית	מוליכות	בדרך-כלל לא מוליכות*
מוליכות זרם חשמלי במצב צבירה נוזל	מוליכות	לא מוליכות

* רוב התרכובות המולקולריות אינן מוליכות זרם חשמלי בתמיסה מימית, פרט לתרכובות מולקולריות אחדות (לדוגמה: HCl , NH_3).

במהלך הסעיפים הבאים ננסה להבין מאין נובעים ההבדלים בין סוגי התרכובות הללו. לשם כך עלינו לערוך היכרות מעמיקה יותר עם המבנה ועם התכונות של התרכובות השונות.

2. תרכובות מולקולריות (חומרים מולקולריים)

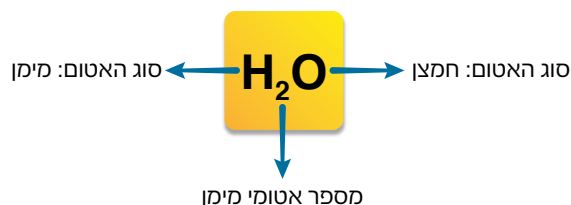
תרכובות מולקולריות נפוצות הן: מים המהווים כשני שלישי מכדור הארץ; פחמן דו-חמצני, הגז המשמש לכיבוי שרפות (מטף כיבוי אש); גלוקוז, המוכר לנו מחיי היומיום כסוכר ענבים ומצוי בפירות; סוכר (סוכרוז), המשמש להמתקת משקאות; כוהל אתאנול, המשמש לחיטוי וכן מצוי במשקאות חריפים; אצטון, המשמש לניקוי לכה לציפורניים. ראינו בניסוי 1, שיש תכונות משותפות לתרכובות מולקולריות שונות, מהו הגורם לכך? התשובה נעוצה במבנה החלקיקי של התרכובת. נדגיש כי חומר מולקולרי הוא בעל מבנה מולקולרי, כלומר בנוי מצבר של מולקולות קטנות וזהות. על כך נרחיב במהלך פרק זה.



תרכובות מולקולריות מחיי היומיום: 1. מטף עם פחמן דו-חמצני 2. סוכר לבן 3. כוהל אתאנול 4. מים בטבע

כיצד מייצגים תרכובת מולקולרית בשפת הכימיה?

כאמור, לכימיה יש שפה בינלאומית, ולכל תרכובת יש נוסחה כימית מתאימה הכוללת את סמלי היסודות שמהם היא מורכבת. כדי לציין בשפת הכימיה מולקולה המורכבת מאטומים שונים, כותבים את הסמלים של האטומים השונים ברצף. כאשר המולקולה מורכבת ממספר אטומים מאותו סוג, נהוג לציין את מספר האטומים של סוג אטום מסוים במולקולה במספר קטן מצד ימין של סמל האטום. לצורת רישום זאת קוראים נוסחה מולקולרית. לדוגמה, הנוסחה המולקולרית של מולקולת מים היא:



מתחת לסמל אטום המימן רשום מספר 2 המציין את מספר אטומי המימן במולקולה, בעוד שמתחת לסמל אטום החמצן, אין מספר. בנוסחה מולקולרית, כאשר רשום סמל של אטום ללא מספר מתחתיו, המשמעות היא שיש רק אטום אחד מסוג זה במולקולה.



שני הייצוגים לעיל מתייחסים **לתיאור ההרכב של מולקולה בודדת**. כאשר מעוניינים לייצג נוסחה כימית של חומר (צבר¹ מולקולות), יש לרשום את מצב הצבירה בתחתית הנוסחה בצד ימין כך:

מים $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$, גפרית דו-חמצנית $\text{SO}_{2(g)}$.

כאשר האות (l) מייצגת מצב צבירה נוזל (liquid - l) והאות (g) מייצגת מצב צבירה גז (gas-g). בהתאם ייוצג מצב הצבירה המוצק באות (s) (solid - s).

בעולם החומר (העולם המאקרוסקופי) נהוג לדבר על **צבר** של חלקיקים שאנו מסוגלים לראות ולמדוד / לבדוק את תכונותיהם - חומרים או תרכובות.

בעולם החלקיקים (בעולם המיקרוסקופי) נהוג לדבר על חלקיקים בודדים - אטומים או מולקולות, שאותם אי אפשר לראות.

דוגמאות נוספות לנוסחאות של תרכובות מולקולריות מחיי היומיום:

- מולקולה של פחמן דו-חמצני מורכבת מאטום פחמן C ומשני אטומים של חמצן O, הנוסחה שלה CO_2 . התרכובת (החומר) פחמן דו-חמצני היא גז המורכב מהרבה מולקולות של CO_2 , ולכן מסמנים אותה $\text{CO}_{2(g)}$.
- הכוהל, אתאנול $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_{(l)}$, הוא חומר נוזלי שמורכב ממולקולות רבות (צבר), שבכל אחת מהן שני אטומים של פחמן C, שישה אטומים של מימן H ואטום אחד של חמצן O.
- הנוסחה המולקולרית של תרכובת הגלוקוז היא: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, משמעותה היא: תרכובת של גלוקוז הבנויה ממולקולות רבות (צבר), וכל מולקולה בנויה מ - 6 אטומי פחמן, 12 אטומי מימן ו - 6 אטומי חמצן.
- נוסחאות מולקולריות של תרכובות מולקולריות נוספות: סוכר (סוכרוז) $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11(s)}$, אצטון $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_{(l)}$, מימן כלורי $\text{HCl}_{(g)}$, אמוניה $\text{NH}_3(g)$, קרח יבש $\text{CO}_{2(s)}$.



קרח יבש



אתאנול



סוכרוז

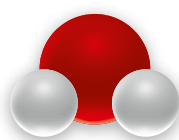


אצטון



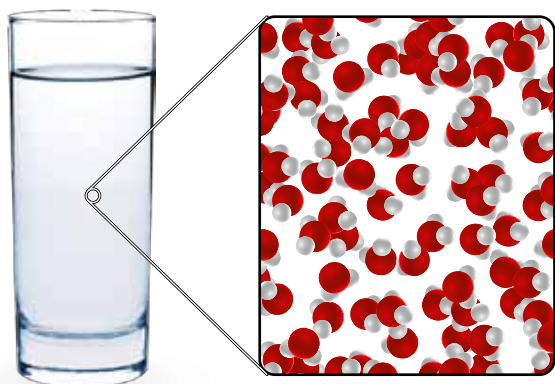
מודלים של מולקולות שונות

למדנו כי במדע נהוג להשתמש במודלים שונים. מודל החלקיקים של החומר הוא מודל תאורטי אשר מתאר את מבנה החומר כמקובל בעולם המדעי. אפשר ליצור על פיו מודל מוחשי שבו אטומים שונים מיוצגים על-ידי כדורים בגדלים ובצבעים שונים. לדוגמה, דגם של מולקולה הוא דגם מוחשי המייצג בקנה מידה גדול מאוד את מבנה המולקולה, סוגי האטומים ומספר האטומים המרכיבים אותה. ישנם מספר סוגים של מודלים מוחשיים המקובלים כיום. לדוגמה, מודל ממלא נפח (ראו איור) מייצג את האטומים ככדורים קשיחים המחוברים זה לזה בזוויות המתאימות. במודל שבאיור מתוארת מולקולת המים באמצעות שני סוגים של כדורים המייצגים שני סוגי אטומים שונים: מימן וחמצן. כדור לבן קטן המייצג אטום מימן, וכדור אדום גדול יותר המייצג אטום חמצן. אפשר לראות את המבנה המרחבי של המולקולה ואת הזוויות שבין האטומים השונים במולקולה.



מודל ממלא נפח של מולקולת המים

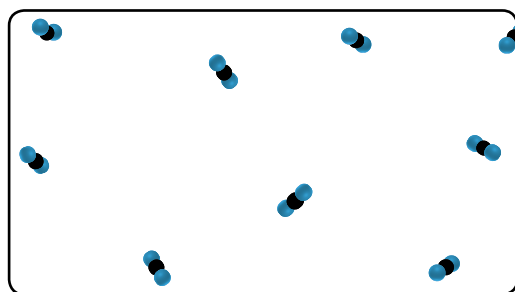
- בל נשכח כי לכל מודל יש מגבלות. למודל המוחשי המתאר מולקולות ואטומים מספר מגבלות ברורות:
- המודל משתמש בכדורים קשיחים ובעלי נפח מוגדר המייצגים אטומים, ואינו מייצג את המבנה של החלקיקים התת-אטומיים שמהם בנוי האטום.
 - הכדורים במודל גדולים הרבה יותר מהאטומים שאותם הם מייצגים.
 - צבע הכדורים אינו מייצג את צבע האטומים. לאטומים אין צבע, רק לצבר שלהם יכול להיות צבע.
 - החומר שממנו עשוים הכדורים שונה מהחומר שאותו הם מייצגים.
- עם זאת, לשימוש במודל המוחשי של הכדורים מספר יתרונות לא מבוטלים:
- המודל מייצג את הצורה של המולקולות במרחב.
 - המודל מייצג את סוג האטומים ואת מספרם במולקולה.
 - המודל מייצג את היערכות האטומים במולקולה.
 - המודל ממחיש את הבלתי נראה.



מודל של תרכובת מים (צבר של מולקולות)

המודל של התרכובת מים מייצג אוסף של מולקולות מים (צבר), כמתואר באיור הבא:

האיור הבא מתאר מודל של מולקולת פחמן דו-חמצני ומודל התרכובת פחמן דו-חמצני, המייצג אוסף (צבר) של מולקולות פחמן דו-חמצני:



מודל של תרכובת פחמן דו-חמצני (צבר של מולקולות)



מודל של מולקולת פחמן דו-חמצני



בניית מודלים של מולקולות שונות

בפעילות זו תתנסו בבניית מודלים של מולקולות שונות. קופסת המודלים שתקבלו מהמורה מכילה כדורים בצבעים ובגדלים שונים. כל כדור מייצג אטום מסוים. לדוגמה, כדור לבן קטן מייצג אטום מימן, כדור אדום גדול יותר מייצג אטום חמצן. בטבלה הבאה מוצגים הכדורים שבהם תשתמשו לבניית מולקולות.

טבלה 2: מודלים של אטומים

מייצג אטום	כדור
מימן, H	לבן
חמצן, O	אדום
פחמן, C	שחור
חנקן, N	כחול
כלור, Cl	צהוב

1. היעזרו בטבלה 2 ובנו את המודלים של המולקולות הבאות:

- פחמן חד-חמצני, CO
- מים, H_2O (החמצן הוא האטום המרכזי)
- חנקן דו-חמצני, NO_2 (החנקן הוא האטום המרכזי)
- אמוניה, NH_3 (החנקן הוא האטום המרכזי)
- מימן כלורי, HCl

2. ציירו במחברתכם את המודלים שבניתם בסעיף 1.
3. ציירו במחברתכם את המודלים של התרכובות המולקולריות הבאות (צבר מולקולות): $\text{CO}_{(g)}$, $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$.
4. בנו מודלים של המולקולות הבאות: H_2 , O_2 .
5. כמה שונים המודלים שבניתם בסעיף 4 מהמודלים שבניתם בסעיף 1? ציינו לפחות 3 הבדלים.
6. ציירו במחברתכם את המודלים של היסודות הבאים: $\text{H}_{2(g)}$, $\text{O}_{2(g)}$.
7. בנו מודלים של מולקולות נוספות לפי בחירתכם וציירו במחברתכם את המודלים שבניתם.

זכרו כי המודלים שבניתם בפעילות הם לצורך המחשת הרכב המולקולות והמבנה שלהן בלבד!



בפעילות זאת תבנו מודלים ממוחשבים של מולקולות שונות. להלן הוראות לפעילות:

1. לחצו על הקישור [מודלים ממוחשבים](#).
2. בחרו "Build Molecule" ("בנה מולקולה") ולחצו על Run Now, פעולה זו תפתח את הסימולציה.
3. בצד ימין מופיעות "מולקולות" שאותן יש לבנות, ובתחתית המסך יש "אטומים" שבהם ניתן להשתמש ("ערכה"). יש לגרור באמצעות העכבר את האטומים הרלוונטיים לבניית המולקולה הרצויה ולעקוב אחר ההוראות.
4. ניתן ללחוץ על הסימן 3D שמופיע ליד המודל הווירטואלי שבניתם ולקבל את המודל הדינמי של המולקולה בתלת-ממד.
5. אפשר לבחור בסרגל למעלה ב"אסוף רבים" ולבנות מספר מולקולות מאותו סוג - צבר מולקולות.



דונו עם המורה ביתרונות ובמגבלות של המודלים המוחשיים ושל המודלים הממוחשבים שבניתם.

כיצד מפיקים סוכר?

אפשר להפיק סוכר משני צמחים שונים, האחד הוא קנה-סוכר והאחר הוא סלק-סוכר. קנה-סוכר הוא צמח המגיע לגובה שישה מטרים, וגבעוליו עשירים בעסיס סוכרי. יש לקצור את קני-הסוכר לפני שנוצר הפרי, כדי שהסוכר לא יעבור מהגבעולים לפרי.

בשלב הראשון קוצצים את הקנים לפיסות קצרות, מנקים ומעבירים בין גלילים של מכונת ערגול, הסוחטת את המיץ. ממיסים את שאריות הסוכר שנותרו בקנים באמצעות מים חמים. כמו כן מוסיפים חומרים שונים שתפקידם לנטרל טעמי לוואי.

התערובת שמתקבלת מהשלב הראשון, מוזרמת לתוך מכלים גדולים שמסתובבים במהירות, בפעולה זו מופרדים גבישי הסוכר משאר החומרים. המוצר המתקבל בדרך זו הוא סוכר חום, שבחלקו ישווק בצורה זאת (לאחר יבוש חלקי), ובחלקו יעבור תהליכים נוספים.

לקבלת סוכר לבן ממיסים שנית את התערובת ומבצעים תהליכי סינון נוספים לשם סילוק חומרים לא רצויים. הוספת חומרי הלבנה מעניקה לסוכר את צבעו הלבן.

סלק-סוכר הוא צמח הדומה מאוד לסלק האדום המצוי, אך צבעו לבן, והוא מכיל אחוז גבוה יותר של סוכר. לאחר הקציר, מנקים את סלק-הסוכר ופורסים אותו לפרוסות דקות. הוצאת הסוכר מרקמת הצמח מתבצעת על-ידי זרמים של מים חמים. גם בתהליך זה מוסיפים חומרים שונים המסלקים את טעמי הלוואי. לאחר שלב הסינון, המשיך התהליך דומה מאוד לתהליך של הפקת הסוכר מקנה-סוכר שתואר לעיל. נציין כי הסוכר המופק מסלק-סוכר זהה לסוכר המופק מקנה-סוכר. שמו הכימי של הסוכר הוא סוכרוז (או סוכרזה), ונוסחתו $C_{12}H_{22}O_{11(s)}$.



שדה של קנה-סוכר



סלק-סוכר

למידע נוסף צפו בסרטון [תהליך הפקת הסוכר מקנה-סוכר](#)



1. מהו שמו הכימי של הסוכר, ומהי נוסחתו הכימית?
2. כיצד מופרדים גבישי הסוכר משאר החומרים?
3. רשמו באמצעות תרשים זרימה את שלבי הפקה של הסוכר מקנה-סוכר ומסלק-סוכר.
4. היעזרו במקורות מידע נוספים וענו על השאלות הבאות:
 - א. מהו ההבדל בין סוכר חום לבין סוכר לבן?
 - ב. באיזה מהם עדיף להשתמש ומדוע?
5. רשמו באילו מקורות מידע מצאתם את התשובות לשאלה 4.

מה משפיע על תכונות התרכובות המולקולריות?

החומרים המולקולריים השונים יכולים להיות במצבי צבירה שונים בטמפרטורת החדר, בהתאם לסוג החומר. חלק מהחומרים המולקולריים בטמפרטורת החדר הם גזים (פחמן דו-חמצני, גפרית דו-חמצנית), חלקם נוזלים (מים, אצטון, כוהל), ואחרים הם מוצקים (קרח, גלוקוז). תכונות התרכובת המולקולרית שונות מתכונות היסודות המרכיבים אותה כמתואר בטבלה 3.

טבלה 3: השוואה בין תכונות התרכובת לבין תכונות היסודות המרכיבים אותה

חומרים	יסוד/תרכובת	סמל כימי	מצב צבירה בטמפרטורת החדר	צבע	צורה	מוליכות חשמלית
פחמן	יסוד	$C_{(s)}$	מוצק	שחור	אבקה / גוש	לא מוליך
מימן	יסוד	$H_{2(g)}$	גז	חסר צבע	חסר צורה	לא מוליך
חמצן	יסוד	$O_{2(g)}$	גז	חסר צבע	חסר צורה	לא מוליך
סוכר	תרכובת מולקולרית	$C_{12}H_{22}O_{11(s)}$	מוצק	לבן	גרגירים	לא מוליך

מעיון בנתונים המובאים בטבלה 3, אפשר להבחין כי תכונות התרכובת המולקולרית סוכר שונות מהתכונות של כל אחד מהיסודות המרכיבים אותה, פחמן, מימן וחמצן.

המבנה של החומר הוא שקובע את תכונותיו. בהתאם, לחומרים המולקולריים השונים יש מבנה שונה המתבטא בסוג האטומים, במספרם ובאופן היערכותם במולקולה. התכונות השונות של החומרים מכתובות את השימושים השונים לחומרים שונים. ניקח, לדוגמה, סוכר $C_{12}H_{22}O_{11(s)}$ ואצטון $C_3H_6O_{(l)}$ - שתי תרכובות מולקולריות בעלות מולקולות הבנויות מאטומים של אותם היסודות - מימן, חמצן ופחמן. הסוכר הוא חומר מוצק (בטמפרטורת החדר) מתוק, משמש למאכל ומתמוסס היטב במים, בעוד האצטון הוא נוזל נדיף ודליק ואסור למאכל. התכונות השונות של הסוכר והאצטון נובעות מכך שהמבנה של מולקולת הסוכר שונה מזה של מולקולת האצטון. במילים אחרות, מספר האטומים מכל סוג בכל אחת מהמולקולות הוא שונה, וכן האופן שבו קשורים האטומים זה לזה.

לסיכום

- ✓ תרכובות מולקולריות שונות עשויות להיות במצב צבירה מוצק, נוזל או גז בטמפרטורת החדר.
- ✓ רוב התרכובות המולקולריות אינן מוליכות זרם חשמלי בתמיסה מימית ובמצב צבירה נוזל.
- ✓ חומרים מולקולריים מורכבים מצבר של מולקולות, והם בעלי מבנה מולקולרי.
- ✓ לחומרים מולקולריים נוסחה כימית המייצגת את סוג האטומים ואת מספרם במולקולה.



1. הסבירו במילים את המשמעות של הנוסחאות הכימיות הבאות, על פי הדוגמה הנתונה:
 $\text{CO}_{2(g)}$ - פחמן דו-חמצני - תרכובת פחמן דו-חמצני הבנויה מצבר של מולקולות CO_2 וכל מולקולה בנויה מאטום פחמן ושני אטומי חמצן הקשורים ביניהם.
 א. $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11(s)}$ - סוכר (סוכרוז)
 ב. $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_{(l)}$ - אצטון
 ג. $\text{NH}_{3(g)}$ - אמוניה
 2. השלימו את הטבלה הבאה:

שם התרכובת	נוסחת התרכובת	נוסחת המולקולה	סוג האטומים במולקולה	סך כל האטומים במולקולה
פחמן דו-חמצני	$\text{CO}_{2(g)}$	CO_2	C,O	3
סוכרוז	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11(s)}$	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$		
כוהל	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_{(l)}$			
אצטון	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_{(l)}$			
גפרית דו-חמצנית	$\text{SO}_{2(g)}$			
מימן כלורי	$\text{HCl}_{(g)}$			
אמוניה	$\text{NH}_{3(g)}$	NH_3		
מימן גפרי	$\text{H}_2\text{S}_{(g)}$			

3. אילו מבין התרכובות הנתונות בשאלה 2 מורכבות משני סוגי יסודות?
4. אילו מבין התרכובות הנתונות בשאלה 2 מורכבות משלושה סוגי יסודות?
5. ציירו מודל של מולקולת מימן כלורי, HCl .
6. ציירו מודל של התרכובת (צבר מולקולות) $\text{HCl}_{(g)}$.

ג. תרכובות יוניות (חומרים יוניים)

בסעיף הקודם הכרנו את התרכובות המולקולריות. סוג נוסף של חומרים הוא **תרכובות יוניות** שאינן בנויות ממולקולות אלא **מיונים**. כדי לעמוד על טיבן, עלינו לערוך תחילה היכרות עם חלקיקים המכונים יונים.

מהו יון? כיצד הופך אטום ניטרלי ליון?

היסודות הם ניטרליים מבחינה חשמלית, מכיוון שהם בנויים מאטומים שבהם מספר שווה של פרוטונים (בעלי מטען חיובי) ואלקטרונים (בעלי מטען שלילי). כמו כן הם מכילים גם נייטרונים, שהם ממלא בעלי מטען אפס (חסרי מטען חשמלי). השוויון בין מספר האלקטרונים לבין מספר הפרוטונים באטום עשוי להיות מופר בתהליכים כימיים מסוימים. במהלך תהליכים אלה אלקטרונים מתנתקים מאטומים או נוספים אליהם, כך שנוצרים אטומים טעונים במטען חשמלי המכונים **יונים**. יש לציין כי בתהליכים כימיים אלה רק מספר האלקטרונים באטום משתנה. לא חל שינוי במספר הפרוטונים והנייטרונים שבגרעין האטום. האטומים שאליהם התווספו אלקטרונים, מכונים **יונים שליליים**, כי מספר האלקטרונים שבהם גדול ממספר הפרוטונים; בעוד האטומים שמהם התנתקו אלקטרונים, מכונים **יונים חיוביים** מפני שמספר האלקטרונים שבהם קטן ממספר הפרוטונים. חומר המורכב מיונים חיוביים ושליליים מכונה בשם **חומר יוני** או **תרכובת יונית**. המטען הכולל של היונים החיוביים שווה בגודלו למטען הכולל של היונים השליליים בתרכובת היונית, מכאן שהמטען החשמלי שלה הוא אפס, ועל כן החומרים היוניים הם ניטרליים. חומרים יוניים בחיי היומיום הם מלח בישול, גבס, גיר, כמו כן יונים שונים (חיוביים ושליליים) מצויים בגוף האדם, במים מינרליים, מי ברז, מי ים ובסלעים שונים.

יונים הם חלקיקים טעונים במטען חשמלי חיובי או שלילי.

יון שלילי הוא אטום שבו מספר האלקטרונים גדול ממספר הפרוטונים, ולכן הוא בעל מטען חשמלי שלילי.

יון חיובי הוא אטום שבו מספר האלקטרונים קטן ממספר הפרוטונים, ולכן הוא בעל מטען חשמלי חיובי.



חומרים יוניים בטבע: 1. סלעים שונים 2. סלע גיר 3. סלע המכיל פלואוריט 4. מלחים בים המלח 5. מי ים

יונים חיוביים

נזכור כי חומר יוני מורכב מיונים חיוביים ושליילים, והמטען החשמלי הכולל בחומר הוא אפס. בסעיפים הבאים נפרט על היונים החיוביים והשליילים. נתחיל ביונים החיוביים, שכמובן, מהווים מרכיב בתרכובת היונית. אחת הדרכים שבמהלכן נוצר יון חיובי היא הינתקות אלקטרון אחד או יותר מאטום ניטרלי (בדרך כלל - עד שלושה אלקטרונים). מהו ההבדל בין אטום סידן ליון סידן ברמה האטומית? עיינו בטבלה הבאה לקבלת התשובה.

טבלה 4: אטום סידן ויון סידן ברמה האטומית

סוג החלקיק	מספר אטומי	מספר פרוטונים (p^+)	מספר אלקטרונים (e^-)
אטום סידן	20	20	20
יון סידן	20	20	18

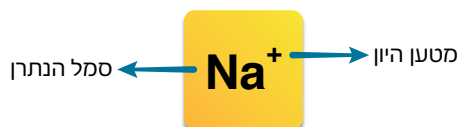
מעיון בטבלה אפשר לראות כי ביון סידן מספר האלקטרונים קטן ממספר הפרוטונים ב-2, לכן יון הסידן הוא בעל מטען חיובי (+2). חישוב מטען היון נעשה באופן הבא:

$$(+2) = (+20) + (-18)$$

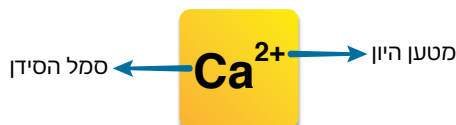
אטום הסידן שונה בתכונותיו מיון הסידן. ההבדלים בין אטום הסידן לבין יון הסידן ברמה האטומית, וכן מטען יון הסידן, הם האחראים להבדלים בתכונותיהם, כפי שניווכח בהמשך לימודנו.

יונים בשפת הכימיה

התרכובת היונית נתון כלורי המוכרת לנו מחיי היומיום בשם מלח הבישול, מורכבת מיונים חיוביים של נתרן ומיונים שליילים של כלור. נתמקד בסימול יוני הנתרן החיוביים שנוצרו בתהליך כימי שבו ניתק אלקטרון אחד מאטום הנתרן, כך שמספר האלקטרונים ביון הנתרן קטן באחד ממספר הפרוטונים בו. מכאן שמטען היון הוא +1, על כן סימול יון הנתרן בשפת הכימיה יהיה:



הסבר: רושמים את סמל האטום שממנו יצאו האלקטרונים. כאשר המטען הוא +1 כותבים את סוג המטען בלבד (+) ללא ספרות. כאשר המטען גדול מאחד, כותבים את גודל המטען (בספרות 2, 3) ואחר כך את סימנו. לדוגמה, יון סידן:



יונים שליליים

יונים שליליים נוצרים כאשר מתווספים אלקטרונים לאטומים. אטום שמספר האלקטרונים שבו גדול ממספר הפרוטונים, מכונה יון שלילי.

מלח הבישול המשמש לתיבול מזון, מורכב מיונים שליליים של כלור (בנוסף ליוני נתרן חיוביים). מה מטענו של יון כלור? ניעזר בטבלה הבאה כדי לתת מענה על השאלה:

טבלה 5: אטום כלור ויון כלור ברמה האטומית

סוג החלקיק	מספר אטומי	מספר פרוטונים (p^+)	מספר אלקטרונים (e^-)
אטום כלור	17	17	17
יון כלור	17	17	18

יון הכלור נוצר כשמתווסף אלקטרון אחד לאטום אחד של כלור, כלומר מספר האלקטרונים שבו גדול באחד ממספר הפרוטונים. מכאן שהוא טעון במטען שלילי אחד, כלומר -1 .

ובשפת הכימיה נקבע סימול היון השלילי בדומה ליון החיובי: כאשר המטען הוא -1 כותבים את סוג המטען בלבד ($-$) ללא ספרות. בהתאם, סימנו של יון הכלור הוא:



יונים שליליים נוספים המוכרים מחיי היומיום הם יוני הפלואור, שהם מרכיב בתרכובת יונית הנמצאת במשחת שיניים. יוני הפלואור פועלים למניעת עששת בשיניים.

מהו מטענו החשמלי של יון הפלואור? מספרו האטומי של היסוד פלואור (F) הוא 9. יון פלואור בנוי מ-9 פרוטונים שמטענם הכולל הוא $+9$ ומ-10 אלקטרונים שמטענם הכולל הוא -10 .

לכן, מטענו החשמלי של יון הפלואור הוא: $(-10) + (+9) = (-1)$

ליון הפלואור יש אלקטרון אחד יותר מאשר לאטום הניטרלי של פלואור, לכן יון הפלואור הוא חלקיק בעל מטען חשמלי שלילי. סימנו של יון הפלואור בשפת הכימאים הוא:



פלואוריד ועששת



השיניים שלנו מורכבות מדנטין המכוסה בזגוגית השן (אמייל), שהיא הרקמה הקשיחה ביותר בגוף. פעמים רבות יש על השיניים רובד של חומר לבן עשיר בחיידקים (פלאק, plaque), היוצר חומצות כתוצר לוואי של פירוק הסוכרים בחלל הפה. חומצות אלו גורמות לפגיעה באמייל ולחורים בשיניים - זוהי העששת.

יון הפלואוריד (יון פלואור) משפר את עמידות אמייל השן מפני העששת, כי הוא יוצר תרכובת המגנה על השיניים מהשפעתן המזיקה של החומצות. על כן אפשר למנוע עששת בקלות רבה באמצעות צחצוח השיניים באופן קבוע ושימוש במשחת שיניים ובמי-פה המכילים פלואוריד.



1. ממה נגרמת עששת וכיצד?
2. רשמו את הסמלים הכימיים של היסוד פלואור ושל היון פלואור.
3. אילו אמצעים מסייעים להגנה על השיניים? פרטו והסבירו.
4. היעזרו במקורות מידע וענו על השאלות הבאות:
 - א. תארו את מבנה השן והוסיפו תרשים.
 - ב. מהם המרכיבים של משחת השיניים? אילו מהם מסייעים לבריאות השן?
 - ג. רשמו מספר דרכים לשמירה על בריאות השיניים.
 - ד. רשמו באילו מקורות מידע מצאתם את התשובות לשאלה 4.

מה הקשר בין מטען היון לבין מיקום היסוד במערכת המחזורית?



בטבלה הבאה מוצגים היונים הנפוצים של חלק מהיסודות.



1. המשפטים הבאים מתארים תהליכים שבהם משתנה המטען החשמלי של חלקיק. ציינו את המשפטים הנכונים, תקנו את המשפטים השגויים.
 - א. כשמוסיפים אלקטרונים לאטום ניטרלי, הוא נטען במטען חשמלי חיובי.
 - ב. כשיון חיובי הופך לאטום ניטרלי, ניתקים ממנו אלקטרונים.
 - ג. כדי להפוך יון שלילי לחלקיק ניטרלי, יש לגרוע ממנו אלקטרונים.
 - ד. כתוצאה מניתוק שני אלקטרונים מאטום ניטרלי נוצר יון חיובי בעל מטען +2.
2. היעזרו בטבלה המחזורית של היסודות וכתבו את הסמל הכימי עבור כל אחד משלושת היונים הבאים:
 - א. 7 פרוטונים, 10 אלקטרונים ו-7 נייטרונים.
 - ב. 15 פרוטונים, 18 אלקטרונים ו-16 נייטרונים.
 - ג. 12 פרוטונים, 10 אלקטרונים ו-12 נייטרונים.
3. ענו על השאלות הבאות בהתייחס לשלושת היונים הנתונים בשאלה 2:
 - א. אילו יונים ממוקמים באותו טור בטבלת היסודות?
 - ב. אילו יונים ממוקמים באותה שורה בטבלת היסודות?
4. מהו מטענו של יון המגנזיום המורכב מ-12 פרוטונים ו-10 אלקטרונים?
5. מדוע, לדעתכם, קל יותר להוסיף אלקטרונים לאטום מאשר לנתק פרוטונים מגרעין האטום כדי ליצור יון שלילי?
6. מה משותף לחלקיקים: K^+ , Cl^- , S^{2-} ?
7. במה נבדלים היונים הנתונים בשאלה 6?
8. העתיקו את הטבלה הבאה למחברתכם והשלימו את המידע החסר בה. היעזרו בטבלת היסודות:

שם החלקיק	סמל החלקיק	מספר אטומי	מספר פרוטונים	מספר אלקטרונים	מטען החלקיק
אטום ליתיום		3			
יון ליתיום	Li^+				
אטום אלומיניום				13	
			13	10	
אטום ברום	Br	35			
יון ברום					-1
____ זרחן		15		18	
____ זרחן	P		15		

תרכובות יוניות בחיי היומיום

תרכובת יונית מורכבת מיונים חיוביים ומיונים שליליים, כך שסך המטענים החשמליים של היונים הוא אפס, על כן התרכובת היונית היא ניטרלית מבחינה חשמלית. בחיי היומיום אנו נתקלים בחומרים יוניים שונים, לדוגמה, תרכובות יוניות אשר גופנו זקוק להן, נמצאות במזון שאנחנו אוכלים, כמו מלח בישול. אנו מתגוררים בבתים העשויים מתרכובות יוניות כמו סיד. תרכובות יוניות רבות נמצאות בטבע; מי הימים והאוקיינוסים עשירים בתרכובות יוניות מגוונות. הבולט ביניהם הוא ים המלח, שבו יש מגוון של תרכובות יוניות המורכבות מיוני נתרן, כלור, ברום, מגנזיום ועוד. מערות נטיפים עשויות מחומרים יוניים כמו אבן גיר. הסלעים השונים בנויים מחומרים יוניים המקנים להם צבע אופייני. כך, למשל, סלעים המכילים יוני נחושת הם בעלי צבע כחול, ואילו צבעם של סלעים המכילים יוני ברזל הוא חום-אדמדם.



תרכובות יוניות בטבע: 1. גושי מלחים בים המלח. 2. סלע המכיל תרכובות נחושת. 3. מערת נטיפים. 4. סלע המכיל ברזל חמצני

תרכובות יוניות חיוניות לתפקודם התקין של מערכות ושל תהליכים בגוף האדם. כדי לשפר את איכות חיינו ובריאותנו, אנו נוהגים להיעזר בתרכובות יוניות רבות. נציין מספר דוגמאות:

- למלח בישול (המורכב מיוני כלור ויוני נתרן) הנמכר בחנויות נהוג להוסיף גם תרכובות המכילות יוני יוד (I^-) המסייעים במניעת פיגור שכלי הנגרם עקב מחסור ביון זה.
- אנשים הסובלים מאנמיה צריכים להרבות באכילה של מזונות המכילים יוני ברזל Fe^{2+} הנחוצים לתפקוד תאי הדם האדומים ונמצאים במאכלים כמו כבד, דגים, שוקולד וצימוקים.
- יוני הסידן Ca^{2+} דרושים לבניית העצמות, ועל כן חשוב לאכול מזונות העשירים ביוני סידן, כגון מוצרי חלב, טחינה ודגים.
- אנשים הסובלים מבעיות עור טובלים במי מרפא או בים המלח, שבהם יש תמיסות המכילות יונים שונים.
- מקורם של המים המינרלים הוא במי מעיינות שבהם מומסות תרכובות יוניות החשובות לבריאותנו. גם מי ברז, הראויים לשתייה, מכילים את רוב התרכובות היוניות הנמצאות במים המינרליים.



המבנה החלקיקי של תרכובות יוניות

התרכובות היוניות מורכבות מִצָּבָר ענק של יונים חיוביים ושל יונים שליליים. כיצד ערוכים היונים בתרכובת היונית? היערכות היונים בתרכובת יוצרת סריג יוני בעל מבנה תלת-ממדי ענק. סריג יוני הוא מבנה מסודר של יונים מסוגים שונים היוצרים גוף בעל צורה גאומטרית מסוימת. בסריג היוני כל יון חיובי מוקף ביונים שליליים, וכל יון שלילי מוקף ביונים חיוביים. למדנו בפרק הקודם כי חלקיקים בעלי מטען מנוגד מושכים זה את זה, ואכן קיימת משיכה חשמלית בין היונים החיוביים לבין יונים השליליים של החומר. בעקבות משיכה חשמלית זאת נוצרים קשרים חזקים בין היונים החיוביים לבין היונים השליליים בתרכובת היונית.

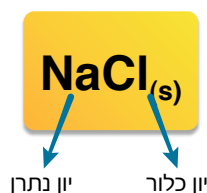
מלח בישול, או בשמו הכימי נתרן כלורי, הוא דוגמה לחומר יוני, בעל סריג יוני² במבנה ענק המכיל אוסף עצום של יונים חיוביים של נתרן Na^+ ויונים שליליים של כלור Cl^- המאורגנים בסריג באופן מסודר, כמתואר באיור הבא:



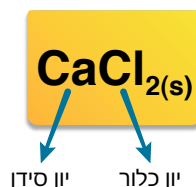
מודל סריג יוני של מלח בישול

תרכובות יוניות בשפת הכימיה

כאמור, לכל תרכובת יש נוסחה כימית מתאימה המורכבת מסמלי היסודות. שמו הכימי של מלח הבישול הוא נתרן כלורי, מפני שהוא מורכב מיונים חיוביים של נתרן ומיונים שליליים של כלור. בסעיף הקודם למדנו לסמל יונים חיוביים ויונים שליליים בשפת הכימיה, לדוגמה יון הנתרן: Na^+ ויון הכלור: Cl^- . כאשר מציינים כל יון בנפרד, יש לרשום את מטען היון וגודלו, אך כאשר רושמים את הנוסחה של תרכובת יונית, יש לרשום ברצף את סמלי היסודות המרכיבים אותה ואין לציין את מטעני היונים, לדוגמה הנוסחה הכימית של נתרן כלורי היא:



הסבר הנוסחה: בשל המבנה הענק של החומר היוני, הנוסחה הכימית שלו מייצגת רק את היחס המספרי הפשוט ביותר בין היונים החיוביים לבין היונים השליליים. במקרה של נתרן כלורי יחס מספרי זה הוא 1:1, כלומר על כל יון חיובי של נתרן - יש יון שלילי של כלור בסריג היוני. מכאן שהנוסחה הכימית של תרכובת יונית מייצגת את סוג היונים ואת היחס ביניהם. שימו לב: היון החיובי נרשם תמיד ראשון משמאל, ואחריו נרשם היון השלילי. דוגמה נוספת לתרכובת יונית היא סידן כלורי:



נדגיש כי התרכובת היונית אינה בנויה ממולקולות אלא מסריג יוני במבנה ענק.

מה אנו מבינים מהנוסחה הכימית של סידן כלורי?

בתרכובת היונית של סידן כלורי על כל יון סידן (Ca^{2+}), יש שני יוני כלור (Cl^-), כלומר היחס בין יוני הסידן לבין יוני הכלור הוא 1:2.

נציין כי חלק ניכר מהתרכובות היוניות מורכבות מיונים חד-אטומיים חיוביים שמקורם ביסודות מתכתיים, ומיונים חד-אטומיים שליליים שמקורם ביסודות האל-מתכתיים, אך קיימות תרכובות יוניות רבות שבהן היונים מורכבים יותר (רב-אטומיים), ולא נעסוק בהן בשלב זה של לימודנו.

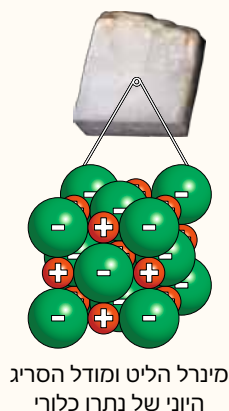
ומה באשר לתכונות החומר היוני?

תכונות החומרים היוניים נגזרות מהמבנה החלקיקי שלהם. כך, למשל, כל החומרים היוניים מוצקים בטמפרטורת החדר. תכונה זו נובעת מכך, שקיימים כוחות משיכה חזקים מאוד בין היונים החיוביים לבין היונים השליליים בסריג היוני. יש להדגיש כי תכונות התרכובת היונית אינן דומות כלל לתכונות היסודות שמהם היא נוצרה, שכן חל שינוי במבנה החלקיקי של מרכיבי התרכובת ובכוחות המשיכה בין החלקיקים. בטבלה 6 מוצגות חלק מתכונות היסודות נתרן וכלור והתרכובת נתרן כלורי. עיינו בטבלה הבאה ומצאו את ההבדלים בין תכונות היסודות נתרן וכלור לבין התרכובת היונית נתרן כלורי.

טבלה 6: השוואה בין תכונות התרכובת לבין תכונות היסודות המרכיבים אותה

חומרים	יסוד/תרכובת	סמל כימי	מצב צבירה בטמפרטורת החדר	צבע	צורה	ריח	רעילות	מוליכות חשמלית
נתרן	יסוד	$\text{Na}_{(s)}$	מוצק	אפור	גוש	חסר ריח	רעיל	מוליך
כלור	יסוד	$\text{Cl}_{2(g)}$	גז	צהבהב	חסר צורה	ריח חריף	רעיל	לא מוליך
נתרן כלורי	תרכובת יונית	$\text{NaCl}_{(s)}$	מוצק	לבן	גרגירים	חסרת ריח	אינו רעיל	מוליך במצב צבירה נוזל ובתמיסה מימית

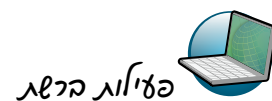
מעיון בנתונים המובאים בטבלה 6, אפשר להבחין כי תכונות התרכובת היונית נתרן כלורי שונות מהתכונות של כל אחד מהיסודות המרכיבים אותה, נתרן וכלור. ההבדל בתכונות נובע מההבדל במבנה החלקיקי שלהם; הנתרן $\text{Na}_{(s)}$ הוא יסוד בעל מבנה ענק של סריג מתכתי המכיל ים של אלקטרונים, לכן הוא מוצק בטמפרטורת החדר ומוליך זרם חשמלי, כמו רוב המתכות. הכלור $\text{Cl}_{2(g)}$ הוא יסוד אל-מתכתי בעל מבנה של מולקולות דו-אטומיות, ובהתאם בעל מצב צבירה גזי ואינו מוליך זרם חשמלי; ואילו התרכובת היונית נתרן כלורי $\text{NaCl}_{(s)}$ מורכבת מצבר של יונים חיוביים ושליליים הערוכים בסריג יוני במבנה ענק; היא מוצקה בטמפרטורת החדר ואינה מוליכה זרם חשמלי במצב המוצק, אך היא מוליכה במצב הנוזל ובתמיסה מימית.



התרכובת היונית נתרן כלורי $\text{NaCl}_{(s)}$ (נקראת גם מלח בישול) מוכרת לנו מחיי היומיום בשם מלח ומשמשת להמלחת מזונות. שימו לב, השם "מלחים" הוא שם כללי בכימיה לתרכובות יוניות מסוימות. חלק גדול ממלחים אלו אינם מלוחים כלל, אלא רעילים ואינם ראויים למאכל. המלחים הם חומרים המשתייכים למשפחה ענפה של חומרים המכונים חומרים יוניים או תרכובות יוניות, מלח הבישול הוא רק אחד מהם!!! בארץ אפשר למצוא את מלח הבישול בעיקר במים מלוחים ובמינרל המכונה הליט (ראו תמונה). ים המלח עשיר במלחים מסוגים שונים, וממנו מפיקים גם את הנתרן הכלורי - מלח הבישול - שמצוי בו בכמויות גדולות. הנתרן הכלורי הוא חומר נפוץ בעל שימושים מגוונים. מעבר לשימוש כתבלין הוא משמש גם לשימור בשר ודגים. לנתרן הכלורי תפקיד מיוחד בשמירה על פעילותם התקינה של התאים בגוף החי. בתנאים שבהם אנשים ובעלי חיים סובלים מ"התייבשות", מוחדרת לגופם בעירוי לווריד "תמיסה פיזיולוגית", המכילה מים ונתרן כלורי בריכוז הזהה לזה שבתאי גוף האדם.



1. רשמו את שמו הכימי של מלח בישול ואת נוסחתו הכימית.
2. האם מלח הבישול הוא תרכובת יונית או מולקולרית? הסבירו.
3. היעזרו במודל שמופיע בקטע והסבירו במילים את המבנה החלקיקי של מלח הבישול.
4. האם כל מלח הוא מלח בישול?
5. מהי ההגדרה המדעית למושג "מלח"?
6. מהם השימושים של מלח הבישול?
7. היכן בעולם מפיקים מלח בישול וכיצד? אפשר להיעזר במקורות מידע נוספים.



מבנה יוני של מלח בישול, נתרן כלורי $\text{NaCl}_{(s)}$.

בפעילות זו תבנו מודל ממוחשב של הסריג היוני של מלח בישול.

1. לחצו על הקישור [מבנה יוני של מלח בישול](#).
2. גללו את העמוד עד לתחתית, לחצו על המילים החמות וצרו מבנה "ענק" של סריג יוני של מלח בישול.

על שפת הכימאים ושפת היומיום

לעתים בשפת היומיום מכנים בטעות חומר יוני בשם של היסוד ולא בשם של יוני היסוד המצויים בחומר היוני. כך, לדוגמה, נוהגים לומר כי "פלואור טוב לשיניים". זהירות, היסוד פלואור $F_{2(g)}$ הוא רעל מסוכן! אך תרכובות המכילות יוני פלואור אכן מגינות על השיניים. בעצם, החלקיקים הפעילים נגד עששת הם יוני פלואור (F^-) שמצויים בתרכובת יונית (המכונים פלואורידים) ולא הפלואור כיסוד.

דוגמאות נוספות מחיי היומיום:

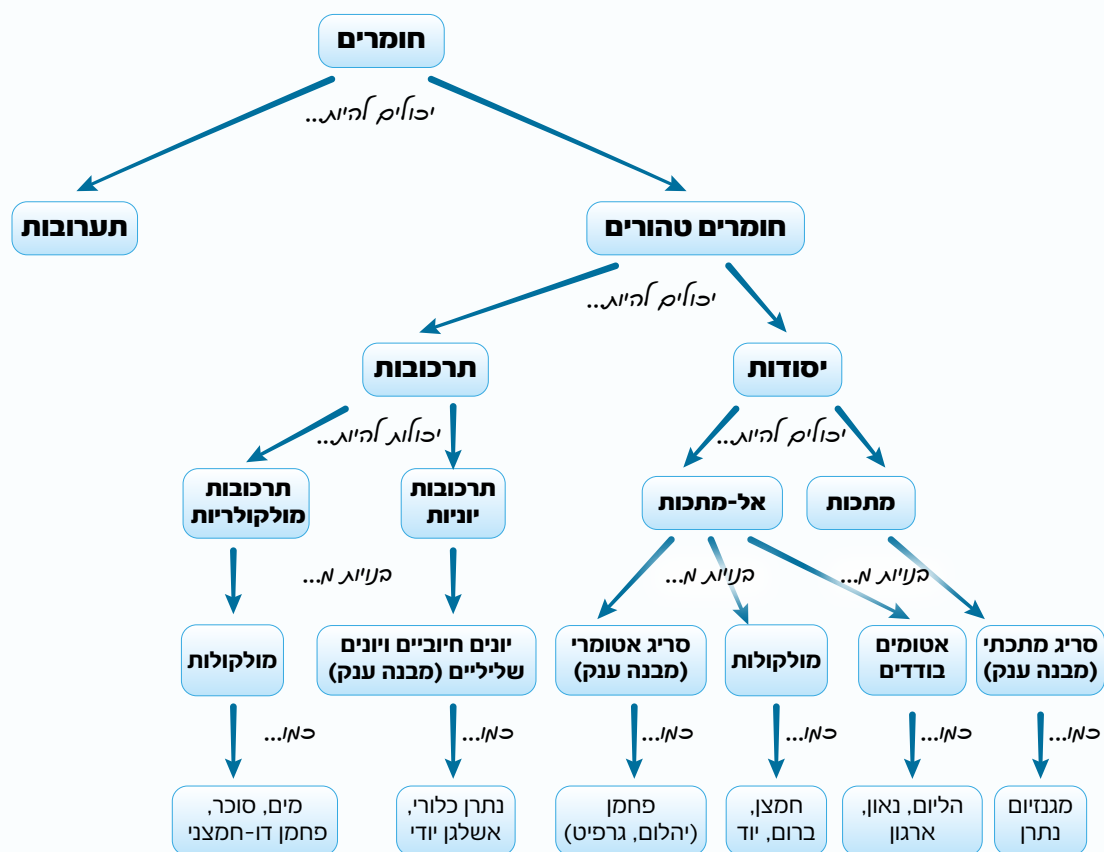
בחיי יומיום נוהג לדבר על מזונות העשירים ב"ברזל" אולם האמת המדעית היא שמזונות אלה מכילים יוני ברזל Fe^{2+} ולא את היסוד ברזל.

באופן דומה, מזונות העשירים ב"סידן" מכילים יוני סידן Ca^{2+} ולא את היסוד סידן.

לסיכום

- ☑ יונים הם חלקיקים טעונים במטען חיובי או שלילי.
- ☑ סימול של יון חיובי כולל את סמל האטום (שממנו נוצר) ומטען היון.
- ☑ סימול של יון שלילי כולל את סמל האטום (שממנו נוצר) ומטען היון.
- ☑ תרכובת יונית מורכבת מיונים חיוביים ויונים שליליים.
- ☑ סכום המטענים החשמליים בתרכובת היונית שווה לאפס, לכן היא ניטרלית מבחינה חשמלית.
- ☑ התרכובת היונית בעלת מבנה תלת-ממדי ענק - סריג יוני.
- ☑ הנוסחה הכימית של התרכובת היונית מייצגת את סמלי היונים שמהם היא מורכבת ואת היחס בין היונים בסריג היוני.
- ☑ חלק מהתרכובות היוניות מורכבות מיונים חיוביים שמקורם ביסודות מתכתיים ומיונים שליליים שמקורם ביסודות אל-מתכתיים.
- ☑ החומרים היוניים הם מוצקים בטמפרטורת החדר ומוליכים זרם חשמלי במצב צבירה נוזל ובתמיסותיהם המימיות.

- יש האומרים בהיסח דעת כי מלח הבישול $\text{NaCl}_{(s)}$ מכיל נתרן. האם אמירה זאת נכונה? כדי להשיב על שאלה זאת יש להשיב על השאלות הבאות:
א. כתבו שלוש תכונות של היסוד נתרן.
ב. מה, לדעתכם, היו התוצאות, אילו היינו מתבלים תבשילים בנתרן?
ג. כתבו שלוש תכונות של התרכובת נתרן כלורי $\text{NaCl}_{(s)}$.
ד. האם האמירה "מלח הבישול מכיל נתרן" נכונה? נמקו.
- כתבו דוגמאות לאי-דיוקים המופיעים בפרסומים בטלוויזיה, בתוויות שבהן מפורט הרכב המזון או בשיחות בחיי היומיום. הסבירו מדוע ברור כי הכוונה בפרסום היא ליונים ולא ליסודות עצמם.
- הסתכלו בתוויות של דגני-בוקר, מוצרי חלב, מים מינרליים, קרקרים ומאכלים אחרים, וכתבו בטבלה את שמות החומרים שהם מכילים ואת היונים המרכיבים חומרים אלו.
סיכום התרשים המלווה את לימודנו על מיון חומרים באיור 1.



תרשים 1: מיון חומרים 5

ד. חומצות ובסיסים

בסעיף זה תכירו שתי משפחות נוספות של חומרים כימיים: חומצות ובסיסים. בחיי היומיום אנו נתקלים בחומצות ובסיסים במזונות שונים, בחומרי ניקוי ובגוף האדם. לדוגמה, מיץ לימון וחומץ, שטעמם חמוץ, שייכים למשפחת החומצות, ואילו סבון כביסה, שטעמו מר, שייך למשפחת הבסיסים.

זהירות: אין לטעום חומצות ובסיסים שהם אינם מזונות!



חומרים מחיי היומיום המכילים חומצה או בסיס

החומצות והבסיסים הם חומרים פעילים מאוד המגיבים עם חומרים רבים ויוצרים חומרים חדשים. החומצות והבסיסים מגיבים בקלות גם ביניהם (חומצות עם בסיסים) ויוצרים מלחים, שבהם עסקנו בסעיפים הקודמים. עקב פעילותם הרבה נחקרו חומרים אלה ופותחו שימושים מגוונים בהם.

אינדיקטור, חומר בוחן

כיצד נוכל לזהות אם חומר כלשהו שייך למשפחת החומצות או למשפחת הבסיסים? ליהיו חומצות ובסיסים מתבצע באמצעות אינדיקטור.

אינדיקטור (חומר בוחן) - חומר כימי המשמש לזיהוי חומרים.



נייר אינדיקטור לזיהוי חומצות ובסיסים

האינדיקטורים הם חומרים כימיים המגיבים לנוכחות חומרים מסוימים גם בכמויות קטנות. אינדיקטורים מסוגים שונים משמשים לזיהוי חומרים מגוונים. אפשר לזהות מים באמצעות נייר הספוג בחומר קובלט כלורי המשנה צבעו מכחול לזורוד בנוכחות מים, כלומר נייר קובלט כלורי הוא אינדיקטור לזיהוי מים. תמיסת מי סיד צלולים משמשת כאינדיקטור לזיהוי פחמן דו-חמצני; כאשר מזרימים פחמן דו-חמצני לתמיסה, מתקבלת תמיסה עכורה (לבנה). נחוצות כמויות קטנות של אינדיקטורים מסוג מסוים לזיהוי חומרים כמו חומצות ובסיסים. לזיהוי החומרים נהוג להשתמש במספר טיפות של תמיסת אינדיקטור או בניירות מיוחדים המוספגים בתמיסות אינדיקטור. ניירות אלו נוחים לשימוש, ועל כן השימוש בהם נפוץ במרפאות, בבתי חולים, במעבדות ובתעשייה.

להלן מספר דוגמאות לזיהוי חומצות ובסיסים באמצעות אינדיקטורים:

האינדיקטור נייר לקמוס אדום משנה צבעו לכחול בנוכחות בסיס, ואילו נייר לקמוס כחול משנה צבעו לאדום בנוכחות חומצה.

החומר פנול-פתלאין הוא אינדיקטור נוסף לזיהוי חומצה או בסיס. כאשר מטפטפים 2-3 טיפות של תמיסת פנול פתלאין לתמיסה חומצית, לא חל שינוי בצבע. כאשר מטפטפים 2-3 טיפות של תמיסת פנול פתלאין לתמיסה בסיסית, התמיסה משנה צבעה לסגול.

אינדיקטור נוסף לזיהוי חומצות ובסיסים הוא תמיסה מימית של כרוב אדום, שאותה אפשר להכין במטבח הבית. כיצד מכינים אותה?



כרוב אדום

מבשלים כרוב אדום בסיר עם מים. לאחר רתיחה מתקבלת תמיסה מימית של כרוב אדום, ואפשר להשתמש בה כאינדיקטור. צבע תמיסת כרוב אדום משתנה בנוכחות חומצות לגווני שונים של אדום. בנוכחות בסיסים צבע התמיסה משתנה לגווני ירוק וצהוב.

אם כך, על-ידי הוספת אינדיקטור המשמש לזיהוי חומצות ובסיסים לתמיסה מימית, נוכל לזהות אם התמיסה היא חומצית או בסיסית.



ניסוי 2: היכרות עם האינדיקטורים נייר לקמוס ומי-כרוב אדום

מטרת הניסוי: לבחון את פעילותם של שני אינדיקטורים שונים בנוכחות חומצות ובסיסים.

ציוד וחומרים: 4 מבחנות, 4 טפי, מקל זכוכית, 2 כפיות, טוש לכתיבה על זכוכית, חומץ, מיץ לימון, אבקת סודה לשתייה, אבקת כביסה, בקבוק מים מזוקקים, נייר לקמוס כחול, נייר לקמוס אדום, מי-כרוב אדום.

מהלך הניסוי

1. מספרו את המבחנות 1-4.
2. למבחנה 1 מזגו כשליש מבחנה חומץ.
3. למבחנה 2 מזגו כשליש מבחנה מיץ לימון.
4. למבחנה 3 הוסיפו כרבע כפית אבקת סודה לשתייה ומזגו מים מזוקקים עד כמחצית המבחנה. בחשו היטב עם מקל זכוכית.
5. למבחנה 4 הוסיפו כרבע כפית אבקת כביסה ומזגו מים מזוקקים עד כמחצית המבחנה. בחשו היטב עם מקל זכוכית.
6. טבלו מקל זכוכית במבחנה 1 וגעו בו בנייר לקמוס כחול ובנייר לקמוס אדום.
7. חזרו על בדיקה זו גם במבחנות 2-4 ושטפו את מקל הזכוכית בתום כל בדיקה.
8. טפטפו כ- 6 טיפות מי-כרוב אדום לכל אחת מהמבחנות 1-4.

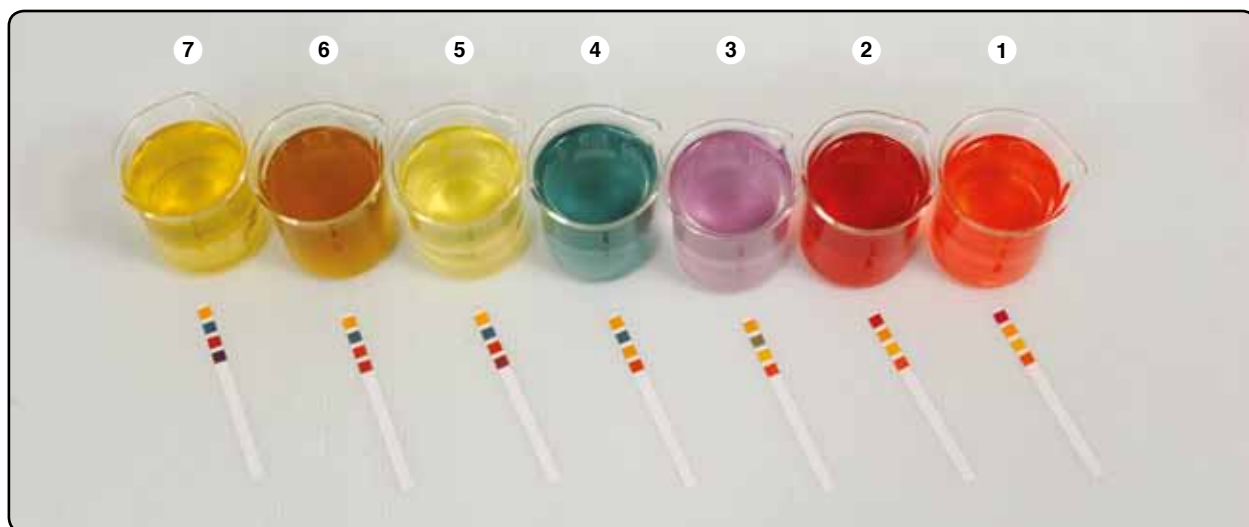
ממצאים

השלימו בטבלה בעמוד הבא את התצפיות והממצאים:

מבחנה מספר	חומר	נייר לקמוס כחול	נייר לקמוס אדום	צבע מי כרוב
מבחנה 1	חומץ			
מבחנה 2	מיץ לימון			
מבחנה 3	סודה לשתייה			
מבחנה 4	אבקת כביסה			

מסקנה

האינדיקטורים נייר לקמוס כחול ואדום ותמיסת מי-כרוב אדום סייעו לזהות את החומצות והבסיסים בניסוי במהלך שינוי צבע התמיסה.



תמיסות מימיות של חומצות ובסיסים עם מי כרוב אדום וניירות אינדיקטור

בתמונה מתוארות תמיסות מימיות של חומצות ובסיסים עם מי כרוב אדום (תמיסה 1 החומצית ביותר ותמיסה 7 הבסיסית ביותר) וניירות אינדיקטור ששינו את צבעם בהתאם לחומציות או הבסיסיות של התמיסה שבה נטבלו.

סולם pH

החומצות והבסיסים הקיימים בטבע נבדלים זה מזה במידת הפעילות שלהם. חלקם פעילים מאוד ומהווים חומצות ובסיסים חזקים, וחלקם פעילים פחות.

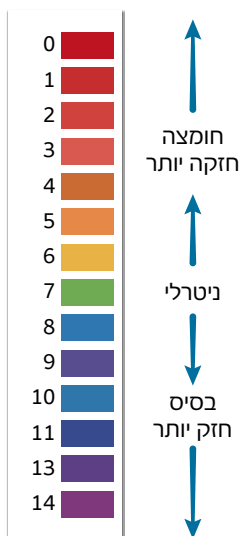
מדענים בנו סולם מיוחד הנקרא סולם pH, שבאמצעותו אפשר לדרג את מידת הפעילות של החומצות והבסיסים, או במילים אחרות - את מידת החומציות והבסיסיות של חומרים. הסולם נע בין 0 ל-14, כמתואר באיור.

רמת pH של 7 מעידה על חומר ניטרלי, כלומר חומר שהוא לא חומצי ולא בסיסי.

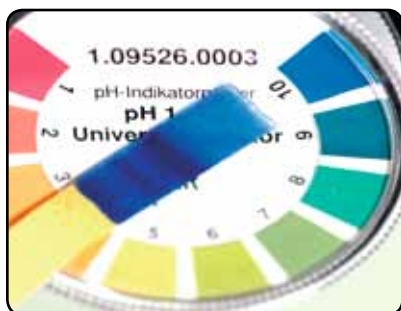
לדוגמה: מים מזוקקים הם בעלי pH ניטרלי.

רמת pH קטנה מ-7 מעידה על חומר חומצי.

לדוגמה: הקיבה שלנו מכילה חומצה בעלת pH=2 המעיד על קיום חומצה חזקה, ואילו למיץ עגבניות יש pH=4 המעיד על קיום חומצה חלשה יחסית.



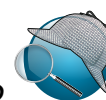
מידת החומציות הולכת ומתחזקת כשעוברים מ- $\text{pH}=7$ לכיוון $\text{pH}=0$
 רמת pH גבוהה מ- 7 מעידה על חומר בסיסי. לדוגמה: תמיסת סודה לשתייה בעלת $\text{pH}=9$ מעידה על בסיס חלש יחסית, ואילו סודה קאוסטית (בסיס הנתרן, NaOH) בעלת $\text{pH}=14$ מעידה על בסיס חזק מאוד. הבסיסיות מתחזקת כשעוברים מ- $\text{pH}=7$ ל- $\text{pH}=14$.



נייר pH

זהירות: חומצות ובסיסים חזקים מזיקים לעור ולנשימה.
 יש להימנע ממגע ישיר אתם!

נייר pH הוא אינדיקטור כללי (אוניברסלי) שבאמצעותו אפשר לבדוק את מידת החומציות והבסיסיות של חומצות ובסיסים חזקים וחלשים בהתאם לסולם pH .



בדיקת החקר

בתהליך החקר יש מספר שלבים, עד כה התנסו בחלק מהם: שאילת שאלות, העלאת השערות, ביצוע ניסויים, איסוף וארגון ממצאים והסקת מסקנות. בפעילות הבאה נבצע תהליך של חקר בו תתבקשו **לתכנן** ניסוי ולבצעו על כל שלביו.

ניסוי 3: זיהוי חומצות ובסיסים באמצעות נייר pH ומי-כרוב אדום

מטרת הניסוי: לזהות חומצות ובסיסים מחיי היומיום באמצעות שני אינדיקטורים שונים ולקבוע את דרגת ה- pH שלהם.
ציוד וחומרים: 8 מבחנות, 8 טפי, מקל זכוכית, בקבוק מים מזוקקים, מיץ מעגבנייה, מיץ מתפוז, יוגורט, יין, חומץ בלסמי, תמיסת קפה, תמיסת אבקת מדיח כלים, תמיסת מלח לימון, נייר pH , מי-כרוב אדום.

תכנון מהלך הניסוי

1. **תכננו** בקבוצות ניסוי שבאמצעותו תשיבו על השאלה: אילו מהחומרים הנתונים הם חומצות, ואילו הם בסיסים?
2. רשמו את **שלבי הניסוי**, הראו למורה וקבלו את אישורו/ה לביצוע הניסוי.
3. **שערו** אילו מהחומרים הנבדקים הם חומצות, ואילו בסיסים (על מה מבוססת השערתכם).
4. **בצעו** את הניסוי.
5. הציעו דרך **לארגן** את ממצאי הניסוי שתכננתם.
6. אילו **מסקנות** אפשר להסיק מניסוי זה?



דיון

1. מהי חשיבותו של שלב תכנון הניסוי? פרטו.
2. בהמשך לימודי המדע והטכנולוגיה תתבקשו לתכנן תהליכי חקר נוספים. רשמו מהם שלבי תהליך החקר.

האם לעיסת מסטיק מועילה לבריאות השן?



כולנו מכירים את הפרסומת של יצרנית מסטיק מסוימת. לפי דבר המפרסם, אחרי האכילה רמת ה- pH בפה יורדת לרמה מסוכנת, שבה מתחילה מתקפת חומציות על השיניים העלולה לגרום לעששת. לעיסת מסטיק ללא סוכר מחזירה את רמת ה- pH לתחום הבטוח, וכך נמנעת העששת. האם לעיסת מסטיק ללא סוכר (של המפרסם הזה) אכן שומרת על בריאות השיניים?

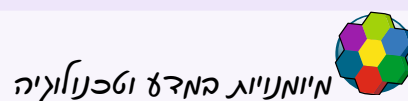
מחקרים שבדקו את רמת ה- pH בפה אחרי אכילה של מגוון מאכלים,

מצאו שרמת החומציות בפה עולה אחרי הארוחה. העלייה בחומציות נובעת מפירוק המזון הנמצא בין השיניים על-ידי חיידקי הפלאק. בהמשך המחקר הנבדקים התבקשו ללעוס מסטיק ללא סוכר של מספר יצרנים במשך 20 דקות. התוצאות הראו שאחרי לעיסה של מסטיק (בלי קשר ליצרן המסטיק) ה- pH בפה עלה.

מהו ההסבר לעלייה ברמת ה- pH? האם יש לזה קשר ישיר או עקיף ללעיסת מסטיק?

מסתבר שלעיסת המסטיק מעודדת הפרשה של רוק בפה הגורם לעלייה ברמת ה- pH, מפני שהרוק הוא בסיסי ולכן הוא גורם לשינוי ב- pH. כמו כן, הרוק שוטף את חלל הפה ומפחית את הצטברות החיידקים. בנוסף, התברר שגם מציצת סוכרייה ללא סוכר גורמת לאותה התגובה של עלייה בכמות הפרשת הרוק וירידה ברמת החומציות בפה. כלומר אין קשר בין מסטיק מסוים לבריאות השיניים, וכל סוגי המסטיק ללא סוכר יכולים להביא לאותה התוצאה. מכאן אפשר להסיק שהקשר בין לעיסת מסטיק לבין בריאות השיניים אינו קשר ישיר אלא עקיף.

1. רשמו 3-4 מושגים מדעיים חשובים שהופיעו בקטע המידע והסבירו אותם.
2. האם הכותרת מתאימה לקטע המידע? נמקו. הציעו כותרת חלופית לקטע.
3. האם לעיסת מסטיק מועילה לבריאות השן?
4. כיצד משפיעה מציצת סוכרייה ללא סוכר על רמת החומציות בפה?



ספר העיון שלנו

תחומי המדע והטכנולוגיה אינם קופאים על השמרים אלא מתחדשים ומחדשים כל הזמן. ידיעות בנושאי מדע וטכנולוגיה מופיעות ברדיו, בטלוויזיה, באינטרנט, בעיתונות היומית, בכתבי עת העוסקים במדע פופולרי ובכתבי עת מדעיים.

המשימה שלכם היא לאסוף ידיעות וכתבות בנושאים מדעיים ממקורות שונים וליצור ספר עיון מדעי משלכם, שירחיב ויעדכן את המידע המדעי המצוי בספר הלימוד. ספר העיון שלכם יעסוק בנושא "חומרים ותהליכים בעולם הכימיה".

מהלך המשימה

שלב ראשון - איסוף קטעי מידע העוסקים בנושא הנבחר ממגוון מקורות מידע
שלב שני - מיון קטעי המידע, יצירת פרקי הספר והכנת תוכן עניינים לספר
שלב שלישי - יצירת מאגר מילות מפתח לקטעי המידע והכנת אינדקס
שלב רביעי - עריכה של הספר
שלב חמישי - עיצוב סופי וכריכת הספר
המשימה תתבצע לאורך שלבי הלימוד של פרקים 4 - 6 על-פי הנחיות המורה וההתקדמות בלימוד הנושא (ראו פירוט המשימה בנספח 1 בסוף הפרק).

ה. מה למדנו בפרק זה?

- ✓ יש מספר עצום של תרכובות טבעיות ומלאכותיות, כ - 70 מיליון!!!
- ✓ בנוסף לכ- 100 יסודות, ישנם סוגים שונים של תרכובות: תרכובות יוניות, תרכובות מולקולריות וביניהן גם חומצות ובסיסים.
- ✓ התרכובות השונות נבדלות זו מזו במבנה החלקיקי שלהן. התרכובות המולקולריות בנויות מצבר של מולקולות, בעוד שהתרכובות היוניות בנויות מצבר של יונים חיוביים ושליילים בסריג יוני ענק.
- ✓ המבנה החלקיקי של התרכובות מכתוב את תכונותיהן.
- ✓ אינדיקטור הוא חומר כימי המשמש לזיהוי חומרים, בכללם חומצות ובסיסים.
- ✓ לחומצות ולבסיסים שונים דרגת חומציות ובסיסיות שונה הניתנת לקביעה באמצעות סולם pH.
- ✓ מודלים מוחשיים וממוחשבים משמשים להמחשת מבנים של תרכובות. בשימוש במודל יש להתחשב במגבלות וביתרונות שלו.

שאלות סיכום

1. מהו מטענו של יון חנקן המורכב מ-7 פרוטונים ומ-10 אלקטרונים?
2. כמה פרוטונים וכמה אלקטרונים יש ביון חמצן O^{2-} ?
3. היעזרו במסקנות שהסקתם מן הקשר בין מיקומו של היסוד בטבלה המחזורית לבין מטענו, וכתבו את מטען היונים הבאים והסמל הכימי של כל אחד מהם:
 - א. יון צזיום (מספר אטומי 55)
 - ב. יון יוד (מספר אטומי 53)
 - ג. יון בריום (מספר אטומי 56)
 - ד. יון זרחן (מספר אטומי 15)
4. א. מהו ההבדל בין יון לאטום ברמה האטומית?
 ב. מהו ההבדל בין יון חיובי לבין יון שלילי ברמה האטומית?
5. א. במה שונה אטום כלור Cl מיון כלור Cl^- ברמה האטומית?
 ב. במה שונה אטום ליתיום (Li) מיון ליתיום (Li^+) ברמה האטומית?
6. יובל וגילי דנים ביניהם:
 יובל טוען - "אטום הקולט אלקטרון הופך ליון שלילי"
 גילי טוענת - "אטום המוסר פרוטון הופך ליון שלילי"
 מי צודק/ת? מדוע?
7. ציינו לגבי כל חלקיק אם הוא אטום, יון חיובי, יון שלילי או מולקולה?

א. Ca^{2+}	ב. S_8	ג. K^+
ד. Cl^-	ה. Ar	ו. Cl_2
ז. Cl	ח. I^-	ט. Mg^{2+}
8. התאימו בין המושגים בטור א לבין ההגדרות בטור ב:

טור א	טור ב
א. יון	1. חלקיק באטום שיכול לעבור מאטום לאטום
ב. אלקטרון	2. חלקיק בעל מטען חיובי באטום
ג. פרוטון	3. חלקיק שחסרים בו אלקטרונים
ד. יון שלילי	4. חלקיק טעון
ה. יון חיובי	5. חלקיק בעל עודף אלקטרונים
9. אפשר לזהות יסוד באמצעות מספרו האטומי. מספרו האטומי של יסוד מתייחס אך ורק למספר הפרוטונים שבגרעין האטום ולא למספר האלקטרונים. חשבו מהי הסיבה לכך והעלו השערה.

10. המספר האטומי של אטום נתון הוא 35. כאשר מוסיפים אלקטרון לאטום מתקבל יון שמטענו החשמלי 1-.
- א. כמה פרוטונים בגרעינו של האטום?
- ב. כתבו את הסמל הכימי של היון.
11. א. לפניכם רשימה של תרכובות. מיינו אותן לתרכובות מולקולריות ולתרכובות יוניות:
- ליתיום כלורי- $\text{LiCl}_{(s)}$, פחמן חד-חמצני- $\text{CO}_{(g)}$, מגנזיום חמצני- $\text{MgO}_{(s)}$, חנקן דו-חמצני- $\text{NO}_{2(g)}$, כוהל- $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_{(l)}$, אשלגן ברומי- $\text{KBr}_{(s)}$.
- ב. הסבירו מה היה התבחין שבאמצעותו מיינתם את התרכובות.
12. הסבירו את המשמעות של הנוסחאות הבאות:
- א. תרכובת יונית $\text{MgCl}_{2(s)}$
- ב. תרכובת מולקולרית: $\text{C}_8\text{H}_{18(l)}$
13. נתונות תמיסות מימיות של מספר תרכובות. אילו מהן יוליכו זרם חשמלי? הסבירו.
- א. NaBr
- ב. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
- ג. KI
- ד. $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$
14. רשמו אילו משפטים נכונים, ותקנו את המשפטים השגויים:
- א. תמיסות של תרכובות יוניות מוליכות זרם חשמלי.
- ב. התרכובות היוניות אינן ניטרליות מבחינה חשמלית.
- ג. תרכובות מולקולריות מוליכות זרם חשמלי.
- ד. התרכובת היונית $\text{CaCl}_{2(s)}$ מורכבת ממולקולות.
- ה. הנוסחה הכימית $\text{CO}_{(g)}$ מייצגת חומר מולקולרי הבנוי ממולקולות, כל אחת מהן מורכבת מאטום פחמן ומאטום חמצן הקשורים ביניהם.
15. תזונאים ממליצים לצרוך מזון המכיל ברזל, סידן, אבץ ומינרלים נוספים. ההמלצה אינה מכוונת ליסודות אלא ליונים. נסחו המלצה מדויקת.
16. השלימו בטבלה הבאה את החסר בהתאם לדוגמה:

שם התרכובת	נוסחת התרכובת	סמלי היסודות בתרכובת	תרכובת יונית/תרכובת מולקולרית
מים	$\text{H}_2\text{O}_{(l)}$	H_2O	תרכובת מולקולרית
פחמן דו-חמצני			
גלוקוז			
מלח בישול			
אמוניה			
כסף יודי			

17. מה מהבאים הוא דוגמה לתמיסה חומצית?

- א. לימונדה ב. תמיסת סוכר במים ג. מי מלח בישול ד. מי סבון

18. נתונות שלוש מבחנות. כל אחת מהן מכילה נוזל שקוף אחר:

מבחנה א' - מים מזוקקים, מבחנה ב' - תמיסת חומצה כלורית, מבחנה ג' - תמיסת בסיס הנתרן



● חנה הכניסה לכל אחת מהמבחנות פיסה של נייר לקמוס אדום ופיסה של נייר לקמוס כחול. באילו מבין המבחנות לא השתנה הצבע של שתי פיסות נייר הלקמוס?

- א. רק במבחנות א' ו-ב'
ב. רק במבחנה א'
ג. רק במבחנות א' ו-ג'
ד. רק במבחנה ג'

נספח 1: פעילות בהמשכים בנושא: ספר העיון שלנו (המשך מעמוד 140)

במשימה זו כל קבוצת תלמידים תכין ספר עיון בנושא חומרים ותהליכים בעולם הכימיה. איסוף המידע יתבצע במהלך לימוד פרקים 4-6 של ספר הלימוד. במשימה תערכו בעצמכם ספר עיון שיכלול ידיעות וכתבות מהעיתונות ומהאינטרנט הקשורות להיבטים מדעיים וטכנולוגיים של הנושא. התוצר הסופי של הפעילות יהיה ספר עיון מדעי המכיל כתבות ומאמרים בנושא חומרים ותהליכים בעולם הכימיה, והוא יוצג בפני הכיתה. ספר זה יוכל לשמש כמקור עדכני של מידע בנושאים מגוונים הקשורים לעולם החומרים והתהליכים בכימיה. הספר צריך להיות בעל מבנה ומרכיבים האופייניים לספר עיון, ולכלול נושאים מעניינים עבורכם ועבור שאר התלמידים בכיתה.

מהלך הפעילות

הפעילות כוללת מספר שלבים:

שלב ראשון - איסוף ממוגון מקורות מידע קטעי מידע העוסקים בנושא הנבחר

במשך תקופה של כשבועיים עליכם לאסוף לפחות 15 קטעי מידע שונים (ידיעות, מאמרים וכתבות) בנושאים הקשורים לחומרים ולתהליכים בכימיה, עם דגש על התפתחויות מדעיות וטכנולוגיות, אירועים ושימושים עכשוויים. עליכם להיעזר במגוון גדול של מקורות מידע: ספרי עיון, כתבי עת, מאגרי מידע ממוחשבים, מדורים מדעיים בעיתונים, כתבות בעיתונות היומית וכדומה. חשוב שהכתבות תהיינה מסקרנות ומעניינות ולא ארוכות מאוד. קטעי המידע יכולים להיות גזורים או מצולמים מהעיתונים, מודפסים או סרוקים מתוך כתבי עת ועיתונים (רצוי לשתף את המורה במקרים שבהם תתלבטו אם קטע המידע מתאים).

שלב שני - מיון קטעי המידע, יצירת פרקי הספר והכנת תוכן עניינים לספר

לאחר שאספתם 15 קטעי מידע אתם מתבקשים לבצע את הפעולות הבאות:

1. למיין את קטעי המידע לפי נושאים שעליהם תחליטו ביניכם.
2. לקבץ את הקטעים לשלושה או לארבעה פרקים ולארגן אותם במבנה של ספר עיון. לשם כך תחליטו על רצף הפרקים ותנו שם מתאים לכל פרק. הדביקו בכל עמוד כתבה אחת או שתיים (בהתאם לגודל הכתבה). אם קטע המידע נלקח מעיתון, רשמו את שם העיתון ואת תאריך הפרסום. אם קטע המידע נלקח מאתר אינטרנט, רשמו את כתובת האתר ואת תאריך הפרסום. אם קטע המידע נלקח מספר, רשמו את שם הספר, שם המחבר/ת, שנת ההוצאה ושם ההוצאה לאור.
3. להכין את תוכן העניינים לספר שלכם. לרשום את רצף הפרקים ולהכין לכל פרק שער עם כותרת ותמונה מתאימה. לאחר הכנת גוף הספר יש למספר את עמודי הספר. זכרו שיש לכלול את דפי הפתיחה במספור העמודים.
4. לבחור שם לספר - חשבו על שם מושך, משעשע, ועם זאת בעל משמעות מדעית.

שלב שלישי - יצירת מאגר מילות מפתח לקטעי המידע והכנת אינדקס*

1. לבחור מילות מפתח/מושגים - לאחר שתסיימו את שלב הכנת גוף הספר, תתבקשו לקרוא את כל קטעי המידע שאספתם ולבחור את המושגים המרכזיים או מילות המפתח לכל קטע מידע. בחרו בין 2-4 מילים או מושגים שבהם דן קטע המידע. רשמו את מילות המפתח/המושגים מתחת לכל קטע מידע.
2. להכין את האינדקס - להכנת האינדקס יש להכין רשימה של כל מילות המפתח שאספתם מכל קטעי המידע ולארגן אותן לפי סדר א'-ב' (אפשר להכין רשימה בקובץ WORD ולהשתמש בפונקציה של מיון לפי סדר האותיות).

א' - ב'). לאחר מיון המושגים עברו על כל קטעי המידע ורשמו את מספר העמוד שבספר שלכם שבו מופיע כל מושג שרשמתם באינדקס. שימו לב! קרוב לוודאי שחלק מהמושגים יופיעו במספר קטעי מידע.

שלב רביעי - העריכה של הספר

הספר יכיל את הרכיבים הבאים:

1. כריכה קדמית המציגה את השם שבחרתם לספר, שם העורך/ת או עורכים (במידה ויש יותר מאחד או אחת), שנת הוצאה, שם בית-הספר.
2. בעמודים הראשונים של הספר יופיעו כמה רכיבים:
 - שער ובו שם הספר, שם העורך/ת, תאריך הפרסום, אפשר להוסיף תמונה שקשורה לנושא הספר.
 - תוכן העניינים - הכולל מיון לפרקי הספר לפי נושאי הכתבות בעלי המכנה המשותף ומספר העמוד שבו מופיע כל קטע מידע.
 - הקדמה או מבוא - כמה משפטים המתארים את תוכן הספר ואת התהליך שעברתם במהלך הכנת ספר העיון המדעי. אפשר להוסיף תודות למי שעזר/ה לכם בהכנת הספר.
3. בגוף הספר - יופיע התוכן העיקרי של הספר, שבנוי מקטעי המידע שאספתם, מחולק לפרקים.
4. בסוף הספר - יופיעו 2 רכיבים:
 - רשימת מקורות המידע - רכזו מכל קטעי המידע את המקורות שלהם והכינו רשימה מסודרת לפי סדר א' - ב' של כל המקורות שנעזרתם בהם להכנת הספר.
 - אינדקס
5. בכריכה האחורית אפשר לכתוב כמה מילים "שיווקיות" המתארות בצורה מושכת את תוכן הספר ומהללות את הניסיון המקצועי של מחברי ומחברות הספר.

שלב חמישי - עיצוב סופי וכריכת הספר

לפני הגשת העבודה למורה לבדיקה ודאו שכל הרכיבים הבאים נמצאים: כריכה (יכולה להיות מבריסטול קשיח, פוליגל, קלסר וכדומה), שער, תוכן עניינים, הקדמה או מבוא, גוף הספר (כולל מספור עמודים), רשימת מקורות מידע ואינדקס. הוסיפו עיצובים והדגשות במקומות הדרושים על פי טעמכם. שימו לב:

1. עליכם להשתמש רק במידע שאותו אתם מבינים באופן מלא. איסוף של חומרים שאינם תואמים את רמת הלימוד בכיתה, יקשה על עריכת ספר העיון.
2. כשאתם בוחרים את קטעי המידע, רשמו על כל אחד מהם את הפרטים הביבליוגרפיים, כדי שתוכלו לארגן בהמשך רשימת מקורות מידע.

* מהם ההבדלים בין תוכן העניינים לאינדקס?

מאפיינים	תוכן עניינים	אינדקס
מיקום	בתחילת הספר	בסוף הספר
צורת ארגון	רשימה לפי הרצף	לפי סדר א"ב
שיטת חיפוש	לפי מספר העמוד	לפי סדר א"ב
אחזור מידע	מפנה לעמוד הראשון של הפרק	מפנה לכל עמוד שבו מופיע המושג



פרק 5

שינויים בחומר ותהליכים כימיים

מבט לאחור ומבט לפנים

במהלך לימודי מדעי החומר עד כה התרכזנו בסוגי החומרים השונים ובמבנים שלהם: סוגי החלקיקים המרכיבים את החומרים, הרכב ומבנה החלקיקים ומבנה האטום. ראינו כי המגוון הגדול של החומרים בטבע נובע מסוג, מהרכב וממבנה החלקיקים המרכיבים אותם. בלימודינו בעבר הזכרנו **שינויים ותהליכים פיזיקליים** שעוברים חומרים, כגון שינויי מצב צבירה ומסיסות. בפרק זה נעסוק ב**שינויים הכימיים** שחלים בחומרים בעת התרחשותם של **תהליכים כימיים**, הגורמים לכך שחומרים יגיבו זה עם זה ויווצרו חומרים חדשים, ולחילופין - שינויים המתרחשים עקב פירוק חומר לחומרים אחרים. כיצד נוצרות תרכובות? מהו שינוי כימי? אילו תהליכים כימיים עוברים חומרים? על שאלות אלה ואחרות נדון בפרק זה.

בפרק זה נתמקד בנושאים הבאים:

- תהליכים כימיים וחוק שימור החומר
- יצירה ופירוק של תרכובות
- תהליכי בעירה
- אנרגיה בתהליכים כימיים

א. תהליכים כימיים

מהם תהליכים כימיים?

נפתח את הפרק במספר ניסויי הדגמה שיסייעו להעמקת ההיכרות עם תהליכים כימיים. אתם מתבקשים לשים לב לכל המתרחש במהלך הניסויים ולרשום באופן מפורט כל מה שאתם רואים, שומעים או מריחים במהלך תהליכי השינוי שבהם אתם צופים.



תהליכים כימיים

מטרת הניסויים: לצפות בשינויים המתחוללים בחומרים בעת התרחשותם של תהליכים כימיים

ניסוי הדגמה 1

ציוד וחומרים: 2 כוסות כימיות של 100 מ"ל, משורות של 10 מ"ל, 25 מ"ל, 2 מקלות זכוכית, תמיסת נתרן פחמתי - Na_2CO_3 , תמיסת בריום כלורי רוויה - BaCl_2 , תמיסת נחושת כלורית - CuCl_2 , תמיסת נתרן הידרוקסידי - NaOH .

מהלך הניסוי

1. מוזגים לכוס אחת 10 מ"ל תמיסת נתרן פחמתי - Na_2CO_3 ו- 25 מ"ל תמיסת בריום כלורי - BaCl_2 .
רשמו את תצפיותיכם.
2. מוזגים לכוס שנייה 20 מ"ל תמיסת נחושת כלורית - CuCl_2 ו- 20 מ"ל תמיסת נתרן הידרוקסידי - NaOH .
רשמו את תצפיותיכם.

ניסוי הדגמה 2

ציוד וחומרים: ארלנמאייר של 100 מ"ל, משורה של 25 מ"ל, כפית, בלון או כפפה חד-פעמית, חומץ, אבקת סודה לשתייה.
מהלך הניסוי

1. מוסיפים לארלנמאייר 2 כפיות אבקת סודה לשתייה.
2. מוסיפים לארלנמאייר כ- 20 מ"ל חומץ, ומלבישים מיד בלון על פיית הארלנמאייר. **רשמו את תצפיותיכם.**



ציוד וחומרים לניסוי הדגמה 2

בניסוי הדגמה 1, צפיתם בערבוב של תמיסות צלולות של חומרים שונים ובקבלת חומרים מוצקים.
בניסוי הדגמה 2, צפיתם בתגובה בין שני חומרים המוכרים מחיי היומיום, חומץ וסודה לשתייה, שבעקבותיה השתחרר גז.
מסקנה: בהדגמות הללו התרחשו תהליכים כימיים, שבעקבותיהם החומרים המגיבים עברו שינוי כימי בהרכביהם ובתכונותיהם, ונוצרו חומרים חדשים.

שינוי כימי הוא שינוי בהרכב החומר ובתכונותיו הנובע משינוי במבנה החלקיקי של חומר.



בהסתמך על ממצאי שני ניסויי ההדגמה שביצע/ה המורה, השלימו את המשפטים הבאים:
השתמשו במחסן המילים:

תהליך _____ הוא תהליך שבו חומר עובר _____ ונוצר חומר _____.
התהליך הכימי יכול להיות מלווה בשינויי _____ או/ו _____ או/ו בפליטת _____.

מחסן מילים: צבע, מדע, גז, שינוי, כימי, מצב, צביכה

בעולמנו חומרים מגיבים זה עם זה ללא הפסקה ובכל מקום: בגופנו, בגופהם של כל בעלי-החיים, בצמחים ובעולם הסובב אותנו: בים, במעמקי האדמה, בעננים, בתעשיות השונות ובמטבח הביתי שלנו. לדוגמה: תהליכים כימיים שונים מתרחשים בתהליך הנשימה, בתהליכי עיכול בגופנו, בתהליכי שרפה (בעירה) ובמהלך אפיית לחם או עוגה.



תהליכים כימיים מחיי היומיום

תהליך כימי הוא תהליך שבו נוצר חומר חדש אחד או יותר, שהרכבו שונה מזה של חומרי המוצא. לדוגמה:

- תגובת יסוד מתכתי עם יסוד אל-מתכתי ליצירת תרכובת יונית.
- תגובת תרכובת עם יסוד כלשהו או עם תרכובת אחרת ליצירת חומרים אחרים.
- פירוק תרכובת לתרכובות פשוטות יותר או ליסודות.

בתהליך כימי יסודות מתרכבים זה עם זה ויוצרים תרכובת חדשה בעלת תכונות השונות מתכונות החומרים שהגיבו ויצרו אותה. כמו כן, **תרכובת יכולה להתפרק** וליצור תרכובת פשוטה יותר ו/או יסודות שהם בעלי תכונות השונות מתכונות התרכובת שממנה נוצרו. בתהליכים כימיים מתחוללים שינויים בחומרים המגיבים, וכתוצאה מכך נוצרים חומרים חדשים בעלי תכונות חדשות ובעלי מבנה השונה מזה של המגיבים. כלומר בתהליך כימי חל שינוי במבנה החלקיקי של החומרים.

נציין כי אפשר להשתמש לחילופין במושגים "תהליך כימי" או "תגובה כימית".
נהוג לרשום תהליכים כימיים או תגובות כימיות משמאל לימין. בצד שמאל רושמים את נוסחאות המגיב(ים), מימין - את נוסחאות התוצר(ים), וביניהם חץ המכוון מהמגיבים לתוצרים והמצביע על כיוון התהליך.

מגיבים → תוצרים

במהלך הפרק תכירו מספר תהליכים כימיים, תתבוננו בשינויים שחלו בחומרים ותלמדו כיצד לנסח תהליכים כימיים בשפת הכימיה.

מה בין שינוי כימי לבין שינוי פיזיקלי?

שינוי מצב צבירה

שינויים במצבי צבירה אינם נחשבים לתהליכים כימיים כי הם אינם משנים את הרכב החומר. לדוגמה, חימום מים במצב נוזל גורם לשינוי במצב הצבירה שלהם מנוזל לגז. שינוי זה נחשב לשינוי פיזיקלי שבו חלקיקי החומר מתרחקים זה מזה. קירור מים במצב צבירה נוזל גורם לשינוי מצב הצבירה של המים מנוזל למוצק, שגם הוא שינוי פיזיקלי ובו החלקיקים מתקרבים זה לזה ויוצרים גביש. בשינוי מצב צבירה לא חל שינוי בהרכב המולקולה של המים, שכן נוסחת מולקולות המים בכל מצבי הצבירה היא H_2O . נוסחה זאת מייצגת את הרעיון שכל מולקולה של מים מורכבת משני אטומי מימן ומאטום חמצן בכל אחד ממצבי הצבירה. כלומר בשינוי מצב צבירה שנובעים מחימום או קירור, יש שינוי בהיערכות החלקיקים ובכוחות המשיכה בין החלקיקים, ואין שינוי בסוג החלקיקים ובמבנה שלהם.



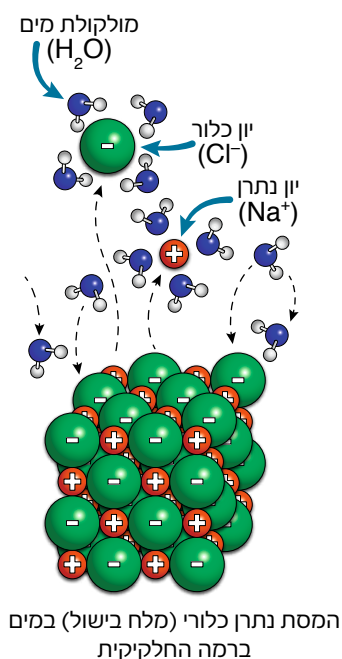
שימו לב: כאשר מתרחש תהליך כימי שכתוצאה ממנו חל שינוי בהרכב החומר ובתכונותיו, לעתים חל שינוי גם במצב הצבירה ונוצרים חומרים חדשים שבטמפרטורת החדר מצב הצבירה שלהם יכול להיות מוצק, נוזל או גז, בהתאם למבנה החלקיקי שלהם.

מסיסות

למדתם כי אפשר להמיס חומרים שונים במים כגון מלח בישול, סוכר ועוד. האם תהליכים אלה הם תהליכים כימיים?

מלח בישול - $NaCl$ הוא חומר יוני שמורכב מיונים חיוביים של נתרן - Na^+ ויונים שליליים של כלור - Cl^- . בטמפרטורת החדר הוא מוצק בעל מבנה גבישי מסודר. כמו כן, מתקיימים כוחות משיכה חשמליים בין היונים החיוביים לבין היונים השליליים של מלח הבישול.

כאשר מלח בישול - $NaCl$ מתמוסס במים, נוצרים כוחות משיכה חשמליים בין יוני הנתרן ויוני הכלור לבין מולקולות המים. כתוצאה מכך "נהרס" המבנה הגבישי של המלח (כמתואר באיור). ההרכב הכימי שלו אינו משתנה, כלומר לפני ההמסה ואחרי ההמסה במים החומר הכיל יוני נתרן חיוביים - Na^+ ויוני כלור שליליים - Cl^- . מכאן שתהליך התמוססות מסוג זה נחשב לתהליך פיזיקלי. הדרך להבחין בין תהליך פיזיקלי לבין תהליך כימי היא באמצעות בדיקת הרכב החומר והמבנה החלקיקי שלו.





1. עיינו בתרשים המתאר את המסת המלח נתרן כלורי במים וענו על השאלות הבאות:
 - א. כיצד מיוצג יון הנתרן?
 - ב. כיצד מיוצג יון הכלור?
 - ג. כיצד מיוצגת מולקולת המים?
2. תארו את המבנה החלקיקי של המלח נתרן כלורי.
3. הסבירו ברמה החלקיקית את תהליך המסת המלח נתרן כלורי במים.

שינוי פיזיקלי - שינוי שבמהלכו הרכב החומר ותכונותיו אינם משתנים.
בשינוי פיזיקלי אין שינוי בהרכב של חלקיקי החומר.
לדוגמה: שינוי מצב צבירה, מסיסות, כיפוף או ריקוע (שינוי צורה).

ב. יצירת תרכובות

יצירת תרכובת מיסודות



אבקת גפרית ופס נחושת

ניסוי 1: יצירת התרכובת נחושת-גפרית - CuS

מטרת הניסוי: ליצור תרכובת חדשה מיסודות ולעקוב אחר השינויים שהתרחשו.

ציוד וחומרים: 2 צלוחיות זכוכית, אטב, מבחנה, קיסם, מבער נייד, גפרורים,

פס נחושת - $\text{Cu}_{(s)}$, אבקת גפרית - $\text{S}_{8(s)}$.

מהלך הניסוי

- העתיקו את הטבלה למחברת, התבוננו בפס הנחושת ובאבקת הגפרית והשלימו בטבלה את תכונותיהם:

תכונות החומר	מגיבים		תוצר/ים
	נחושת $\text{Cu}_{(s)}$	גפרית $\text{S}_{8(s)}$	נחושת-גפרית $\text{CuS}_{(s)}$
צבע			
מצב צבירה			
האם אפשר לכופף?			
האם אפשר לפורר?			

2. חלק זה של הניסוי יבוצע על-ידי המורה:

א. מוסיפים למבחנה כפית של אבקת גפרית - $\text{S}_{8(s)}$ ופס נחושת - $\text{Cu}_{(s)}$, כך שיהיה מגע טוב ביניהם.

ב. אווזים את המבחנה באמצעות אטב ומחממים אותה באמצעות מבער.



תהליך חימום גפרית ונחושת

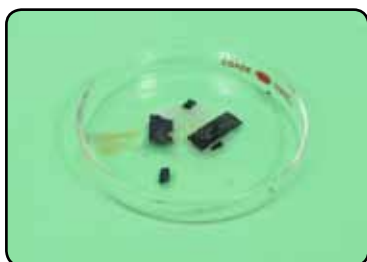
ממצאים

לאחר שהמבחנה התקררה, התבוננו בתוצר שנוצר במבחנה (התרכובת נחושת-גפרית - $\text{CuS}_{(s)}$) והשלימו בטבלה שבמחברת את תכונותיו של החומר החדש שנוצר.



1. האם תכונות התרכובת שנוצרה דומות לתכונות היסודות שיצרו אותה או שונות מהן? פרטו.
2. אילו שינויים חלו בחומרים המגיבים במהלך התרחשות התגובה הכימית?

מסקנות



התרכובת נחושת-גפרית

בניסוי זה מהיסודות **נחושת וגפרית** נוצר חומר חדש - **נחושת-גפרית**. לחומר זה יש תכונות השונות מאלו של היסודות שמהם נוצר. החומר **נחושת-גפרית** היא התרכובת שנוצרה מהיסודות נחושת וגפרית באמצעות חימום. התהליך שהתרחש הוא תהליך כימי, כי התחוללו שינויים בהרכב החומר ובתכונותיו.

ניסוח תהליך יצירת נחושת-גפרית במילים:



על החץ כותבים לעתים מידע כגון: הפעולה או התנאים הנדרשים לביצוע התהליך הכימי. במקרה זה נחוץ חימום. בלימודיכם הקודמים למדתם כי לכל יסוד יש סמל כימי, על כן בשפת הכימיה יירשם התהליך באמצעות סמלי היסודות כמתואר בתיבה הבאה:



הסבר לניסוח התהליך: הסמל של היסוד גפרית הוא: S, הסמל של היסוד נחושת הוא: Cu, הנוסחה הכימית של התרכובת נחושת-גפרית היא: CuS. כלומר מהיסודות נחושת וגפרית נוצרה התרכובת נחושת-גפרית, שתכונותיה שונות מתכונות היסודות שמהם נוצרה.

נחושת-גפרית - $\text{CuS}_{(s)}$ היא תרכובת יונית המורכבת מיוני נחושת חיוביים - Cu^{2+} ומיוני גפרית שליליים - S^{2-} , בטבלה הבאה מתוארים השינויים הכימיים שעברו אטומי היסודות המגיבים - נחושת וגפרית - לקבלת החומר היוני נחושת-גפרית $\text{CuS}_{(s)}$:

האטום	סימול האטום	מספר אטומי	מתכת / אל-מתכת	מאבד/מקבל אלקטרונים	מספר האלקטרונים שמאבד/מקבל	סוג היון שנוצר	סימול היון
נחושת	Cu	29	מתכת	מאבד	2	חיובי	Cu^{2+}
גפרית	S	16	אל-מתכת	מקבל	2	שלילי	S^{2-}

לסיכום: בתגובה בין יסוד מתכתי ויסוד אל-מתכתי (שאינו חמצן) נוצרת תרכובת יונית.



ניסוי 2: יצירת התרכובת ברזל גפרי - FeS

מטרת הניסוי: ליצור את התרכובת ברזל גפרי ולעקוב אחר השינויים המתחוללים בחומרים.

ציוד וחומרים: 2 צלוחיות זכוכית, אטב, מבחנה, קיסם, מבער נייד, גפרורים, פס ברזל - $\text{Fe}_{(s)}$, אבקת גפרית - $\text{S}_{8(s)}$.

מהלך הניסוי

1. העתיקו את הטבלה למחברת, התבוננו בפס הברזל ובאבקת הגפרית והשלימו בטבלה את תכונותיהם:

תכונות החומר	מגיבים		תוצר/ים
	ברזל $\text{Fe}_{(s)}$	גפרית $\text{S}_{8(s)}$	ברזל גפרי $\text{FeS}_{(s)}$
צבע			
מצב צבירה			
האם אפשר לכוף?			
האם אפשר לפזר?			
האם נמשך למגנט?			

1. הדגמת מורה

א. מוסיפים למבחנה כפית של אבקת גפרית - S_8 ופס ברזל - Fe , כך שיהיה מגע טוב ביניהם.

ב. אווזים את המבחנה באמצעות אטב ומחממים אותה באמצעות מבער. **רשמו את תצפיותיכם.**

ממצאים

לאחר שהמבחנה התקררה, התבוננו בתוצר שנוצר במבחנה (התרכובת ברזל גפרי) והשלימו בטבלה שבמחברת את תכונותיו.

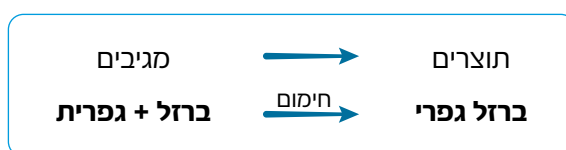


1. האם תכונות התרכובת שנוצרה דומות או שונות מתכונות היסודות שיצרו אותה? פרטו.

2. אילו שינויים חלו בחומרים במהלך התרחשות התגובה הכימית?

מסקנות: בניסוי זה נוצר חומר חדש - ברזל גפרי - בעל תכונות שונות מאלו של היסודות שמהם נוצר.

ניסוח תהליך יצירת ברזל גפרי במילים:



ניסוח התהליך בשפת הכימיה:



הסבר: הסמל של יסוד גפרית הוא: S, הסמל של היסוד ברזל הוא: Fe, הנוסחה הכימית של התרכובת ברזל גפרי היא: FeS. כלומר מהיסודות ברזל וגפרית נוצרה התרכובת ברזל גפרי שתכונותיה שונות מתכונות היסודות שמהם נוצרה.



ברזל גפרי הוא חומר יוני המורכב מיונים חיוביים של ברזל - Fe^{2+} ויונים שליליים של גפרית - S^{2-} . בטבלה הבאה מתוארים השינויים הכימיים שעברו היסודות המגיבים ברזל - Fe וגפרית - S לקבלת החומר היוני ברזל גפרי - FeS. השלימו את הטבלה:

האטום	סימול האטום	מספר אטומי	מתכת / אל-מתכת	מאבד/מקבל אלקטרונים	מספר האלקטרונים שמאבד/מקבל	סוג היון שנוצר	סימול היון
ברזל	Fe			מאבד	2		Fe^{2+}
גפרית	S			מקבל	2		

גם בתגובה זאת ממתכת ואל-מתכת נוצרה תרכובת יונית.



מים במצב צבירה נוזל בטבע

יצירת מים וחוק שימור החומר

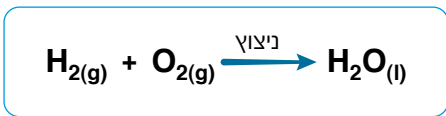
מים מקיפים אותנו מכל עבר ומצויים בטבע בשלושת מצבי הצבירה: באוקיינוסים - המים במצב צבירה נוזל, בקרחונים - המים במצב צבירה מוצק, וגם האוויר מכיל אחוז קטן של אדי מים (גז).

האם ניתן ליצור מים במעבדה?

הנוסחה הכימית של מולקולת המים היא H_2O . מדענים גילו כי אפשר להפיק מים מהיסודות מימן - H_2 וחמצן - O_2 על-ידי העברת ניצוץ. כלומר לתערובת הגזים מימן וחמצן יש לספק אנרגיה מסוימת באמצעות ניצוץ חשמלי או הדלקת גפרור. כתוצאה מכך מתרחש תהליך כימי בין החמצן לבין המימן תוך כדי יצירת מים והשמעת קול נפץ. בתהליך כימי זה, כאמור, נוצרים מים, שהם תרכובת מולקולרית. ניסוח תהליך יצירת המים מהיסודות מימן וחמצן במילים:



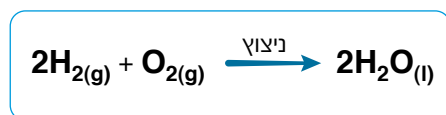
היסודות מימן וחמצן הם גזים (בטמפרטורת החדר) ומורכבים ממולקולות דו-אטומיות. על כן נוסחאותיהן הכימיות הן H_2 (גז המימן) ו- O_2 (גז החמצן), ואילו הנוסחה הכימית של המים היא: H_2O . על כן ניסוח התהליך בשפת הכימיה הוא:



התבוננו בתהליך כימי זה. האם הוא מקיים את חוק שימור החומר?
על-פי חוק שימור החומר, בתהליך כימי נשמרת המסה של החומרים, כלומר סכום המסות של המגיבים שווה לסכום המסות של התוצרים.

בהתאם לחוק שימור החומר, כאשר נוצרת תרכובת כימית משני יסודות, סכום המסות של היסודות שמהם נוצרת התרכובת, חייב להיות זהה למסה של התרכובת שנוצרה מהם. בשפת הכימיה המגיבים והתוצרים בתהליך הכימי מיוצגים באמצעות הסמלים הכימיים של האטומים המרכיבים אותם. על-פי חוק שימור החומר מספר האטומים מכל סוג במגיבים שווה למספרם בתוצרים. עיון בתהליך יצירת המים המנוסח לעיל מראה כי מספר האטומים מכל סוג אינו זהה במגיבים ובתוצרים. על כן יש לנסח תהליך שבו מספר האטומים מכל סוג זהה במגיבים ובתוצרים.

כיצד נתקן את ניסוח התהליך של יצירת המים לפי חוק שימור החומר?
היות שנוסחאות החומרים המגיבים חמצן - O_2 ומימן - H_2 והתוצר מים - H_2O אינן ניתנות לשינוי, יש לשנות את היחסים של החומרים המגיבים והתוצרים על-ידי הוספת מקדמים מספריים לפני הנוסחאות הכימיות שלהם, כמתואר בניסוח הבא:



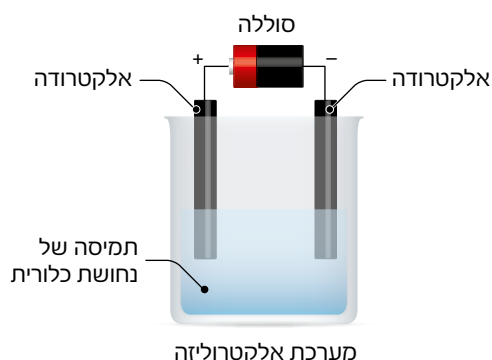
תהליך זה מכונה ניסוח מאוזן של **תהליך כימי**¹, והוא מבטא ומייצג את חוק שימור החומר.

בתהליך כימי נשמרת המסה של החומרים, סכום המסות של המגיבים שווה לסכום המסות של התוצרים.
באיזון תהליך כימי יש להוסיף מקדמים מספריים לפני הנוסחאות הכימיות של המגיבים והתוצרים, כך שמספר האטומים מכל סוג יהיה שווה.

אפשר לבחון ולאשר את חוק שימור החומר על ידי ביצוע תהליכים כימיים **במערכת סגורה**, כלומר במערכת שאינה מאפשרת כניסה או יציאה של חומרים (למשל גזים). בניסויים אלה נמדוד את מסת המגיבים לפני ביצוע התהליך הכימי ונשווה אותה למסת התוצרים שנוצרו בתהליך הכימי. במערכת פתוחה אשר מאפשרת קליטה או פליטה של חומרים בתהליך כימי לא ניתן לבחון את חוק שימור החומר.

1 הרחבה לתוכנית הלימודים.

ג. פירוק תרכובות



בסעיף ב עסקתם בתהליכים כימיים שבהם נוצרו תרכובות מיסודות. כעת תכירו תהליכים כימיים שבהם תרכובות עוברות שינויים כימיים ומתפרקות לחומרים פשוטים יותר. יש דרכים רבות שבהן אפשר לפרק תרכובות (ליסודות או לתרכובות פשוטות יותר). בסעיף זה תכירו שתיים מהן. האחת - פירוק חומר בעזרת זרם חשמלי בתהליך המכונה אלקטרוליזה (אלקטרו = חשמל, ליזה = פירוק), והשנייה - פירוק באמצעות חימום.

מערכת האלקטרוליזה שבה נשתמש מורכבת מכוס זכוכית וממכסה שאליו מחוברות שתי אלקטרודות² העשויות מחומרים המוליכים זרם חשמלי. כל אלקטרודה מחוברת בחוט חשמל אל אחד מקוטבי מקור המתח החשמלי (או הסוללות).

הדרך השנייה של פירוק תרכובות היא באמצעות חימום. יש תרכובות המתפרקות באמצעות החימום ליסודות שמרכיבים אותן, ויש תרכובות המתפרקות לתרכובות פשוטות יותר. בניסויים הבאים תתנסו בשני הסוגים של תהליכי הפירוק הללו.

פירוק תרכובת באמצעות אלקטרוליזה



מערכת אלקטרוליזה

בניסוי 3 תבצעו אלקטרוליזה של נחושת כלורית, שהיא תרכובת יונית המורכבת מיונים חיוביים של נחושת - Cu^{2+} ויונים שליליים של כלור - Cl^- .



ניסוי 3: אלקטרוליזה של נחושת כלורית - CuCl_2

מטרת הניסוי: לפרק את התרכובת נחושת כלורית ליסודות המרכיבים אותה באמצעות זרם חשמלי (אלקטרוליזה) ולעקוב אחר השינויים המתחוללים במהלך האלקטרוליזה.

ציוד וחומרים: כוס כימית 100 מ"ל, מכסה תואם עם אלקטרודות גרפיט, חוטי חשמל, "תנינים", ספק מתח (או סוללות), כפית, מקל זכוכית, מים מזוקקים, גבישי נחושת כלורית - CuCl_2 .

מהלך הניסוי

1. מזגו כמחצית הכוס מים מזוקקים.
2. הוסיפו לכוס 4 כפיות נחושת כלורית - CuCl_2 ובחשו היטב באמצעות מקל זכוכית. קיבלתם תמיסה מימית של נחושת כלורית.
3. הניחו את המכסה עם האלקטרודות על הכוס הכימית וחברו את האלקטרודות לספק המתח (או לסוללות) באמצעות חוטי חשמל שבקצותיהם "תנינים" (ראו תמונה).

2 אלקטרודה היא מוליך חשמלי המשמש ליצירת מגע עם תווך לא מתכתי כגון תמיסה.

4. הפעילו את ספק המתח על 6 וולט (או 3-4 סוללות של 1.5 וולט כל אחת).
5. התבוננו במתרחש ליד כל אחת מהאלקטרודות, תארו את המתרחש.

ממצאים

סכמו את התצפיות (מה רואים? מה מריחים? וכדומה) ואת הממצאים בטבלה הבאה:

שם החומר	נחושת כלורית	כלור	נחושת
סוג החומר	תרכובת יונית	יסוד אל-מתכתי	
מצב צבירה			
צבע			
ריח			
נמצא במערכת	בתמיסה מימית	ליד אלקטרודה א	ליד אלקטרודה ב
נוסחה כימית/סמל	CuCl_2	Cl_2	

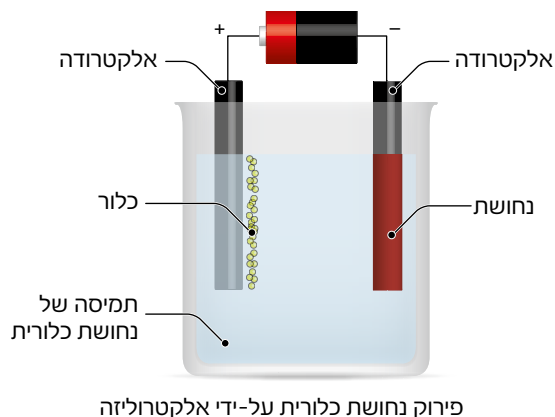
מסקנות

התבוננו בממצאים ונסחו מסקנות.

לסיכום: אפשר לפרק נחושת כלורית (ליסודות נחושת וכלור) באמצעות תהליך האלקטרוליזה של התמיסה המימית שלה. ניסוח תהליך פירוק נחושת כלורית במילים:

כלור + נחושת $\xrightarrow{\text{אלקטרוליזה}}$ נחושת כלורית

ניסוח התהליך בשפת הכימיה:



באיור אפשר לראות כי הצטברה נחושת שצבעה חום-אדמדם על האלקטרודה השלילית, ובעות של גז כלור בצבע צהוב-ירקרק משתחררים ליד האלקטרודה החיובית.

פירוק תרכובת באמצעות חימום

בניסוי 3 ביצעתם פירוק של התרכובת נחושת כלורית ליסודות המרכיבים אותה - נחושת וכלור - באמצעות אלקטרוליזה. בניסוי הבא תפרקו סוכר - $C_{12}H_{22}O_{11(s)}$ לתרכובת פשוטה וליסוד באמצעות חימום. הסוכר הוא חומר מולקולרי המכיל מולקולות של $C_{12}H_{22}O_{11}$.



ניסוי 4: פירוק סוכר - סוכרוז



מבחנה ובה סוכר ליד מבער

מטרת הניסוי: לפרק סוכר באמצעות חימום ולעקוב אחר השינויים המתחוללים במהלך החימום.

ציוד וחומרים: מבחנה, מבער, גפרורים, אטב, מלקטת, נייר קובלט כלורי כחול³, סוכר (סוכרוז) - $C_{12}H_{22}O_{11(s)}$.

מהלך הניסוי

1. נתונה מבחנה המכילה מעט סוכר - $C_{12}H_{22}O_{11(s)}$. אחזו את המבחנה בעזרת אטב.
 2. חממו בזהירות את המבחנה ואל תפנו את פתח המבחנה לעברכם או לעבר חבriכם.
 3. שימו לב לטיפות הנוזל המצטברות על דפנות המבחנה.
 4. הניחו בזהירות בעזרת מלקטת נייר קובלט כלורי כחול על דפנות המבחנה, כך שיבוא במגע עם טיפות הנוזל.
 5. הוציאו את נייר הקובלט כלורי ותארו מה קרה.
 6. המשיכו לחמם עד להופעת מוצק שחור.
- סכמו את התצפיות ואת הממצאים בטבלה הבאה:

שם החומר	מגיב	תוצר	תוצר
סוג החומר	סוכרוז	פחמן	מים
מצב צבירה	תרכובת		
צבע			

מסקנה: בניסוי זה התרכובת סוכרוז התפרקה לתרכובת פשוטה יותר (מים) וליסוד הפחמן.

ניסוח תהליך פירוק הסוכרוז במילים:



3 נייר קובלט כלורי כחול הוא חומר המזהה מים. הוא משנה צבעו מכחול לורוד בנכחות מים. על כן הוא מכונה אינדיקטור/חומר בוחן לזיהוי מים.

ניסוח התהליך בשפת הכימיה:



נוסחת הסוכרוז היא: $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11(s)}$, נוסחת המים היא: $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ וסמל יסוד הפחמן הוא: $\text{C}_{(s)}$.
על-פי חוק שימור החומר התהליך המאוזן הוא:



תהליך חימום סוכר

פירוק התרכובת כספית חמצנית

אפשר לפרק באמצעות חימום את התרכובת כספית חמצנית - $\text{HgO}_{(s)}$ ליסודות כספית $\text{Hg}_{(s)}$ וחמצן $\text{O}_{2(g)}$. הכספית שנוצרת בתהליך היא חומר רעיל. על כן לא תבצעו תהליך זה במעבדה. תהליך פירוק התרכובת כספית חמצנית הוא בעל חשיבות היסטורית. המדען ג'וזף פריסטלי (1774) גילה את היסוד חמצן ותכונותיו כתוצאה מחימום תרכובת אדומה שהיא כספית חמצנית. כשחימם המדען את התרכובת האדומה, היא התפרקה ושחררה גז. מחקריו העלו, שהגז שהשתחרר הוא גז החמצן, שהוא אחד הגזים שבאוויר, והוא חיוני לתהליכי בעירה ונשימה.

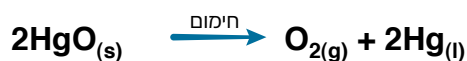


פעילות דיגיטלית

קראו על סיפור התגלית - [המדען פריסטלי מגלה את החמצן](#)

ניסוח התהליך של פירוק כספית חמצנית - $\text{HgO}_{(s)}$, לכספית - $\text{Hg}_{(l)}$ ולחמצן $\text{O}_{2(g)}$ במילים ובשפת הכימיה:

כספית + חמצן $\xrightarrow{\text{חימום}}$ כספית חמצנית





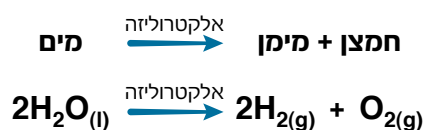
3פיייה הסרט

צפו בסרטון על [פירוק כספית חמצנית](#)

1. כיצד זיהו את החמצן?
2. תארו את התכונות של הכספית (מצב צבירה, צורה וכדומה).

האם אפשר לפרק מים?

בסעיף ב למדתם כי אפשר לייצר מים ממימן וחמצן, האם התהליך ההפוך אפשרי? כלומר האם אפשר לפרק מים למימן וחמצן? אם כן, כיצד? האם אפשר לפרק מים באמצעות חימום? זכרו מה קורה למים, כשמחממים אותם. למדתם כי חימום מים גורם לשינוי במצב הצבירה שלהם מנוזל לגז. זהו שינוי פיזיקלי שאינו גורם לפירוק כימי. מכאן שחימום בלבד לא יגרום לפירוק המים. מסתבר שאפשר לפרק את המים באמצעות אלקטרוליזה. ניסוח תהליך פירוק המים במילים ובשפת הכימיה:



3פיייה הסרט

צפו בסרטון [אלקטרוליזה של מים](#)

1. תארו את הרכב המערכת לפירוק המים.
2. תארו את המתרחש ליד כל אחת מהאלקטרודות.

לסיכום

- ✓ תהליך שבו חל שינוי בהרכב החומר ובתכונותיו, נקרא תהליך כימי.
- ✓ בשינוי פיזיקלי הרכב החומר ותכונותיו לא משתנים.
- ✓ אפשר ליצור תרכובת משני יסודות או יותר בדרכים שונות כמו חימום או העברת ניצוץ.
- ✓ אפשר לפרק תרכובות ליסודותיהן באמצעות אלקטרוליזה (תהליך כימי). כמו כן אפשר לפרק תרכובות ליסודותיהן או לתרכובות פשוטות יותר באמצעות חימום (תהליך כימי).
- ✓ בתהליך כימי סכום המסות של המגיבים שווה לסכום המסות של התוצרים.
- ✓ תהליך כימי מאוזן מבטא ומייצג את חוק שימור החומר בכך שמספר האטומים מכל סוג זהה במגיבים ובתוצרים.
- ✓ ניתן לאשר את קיומו של חוק שימור החומר בניסויים המתבצעים במערכת סגורה.

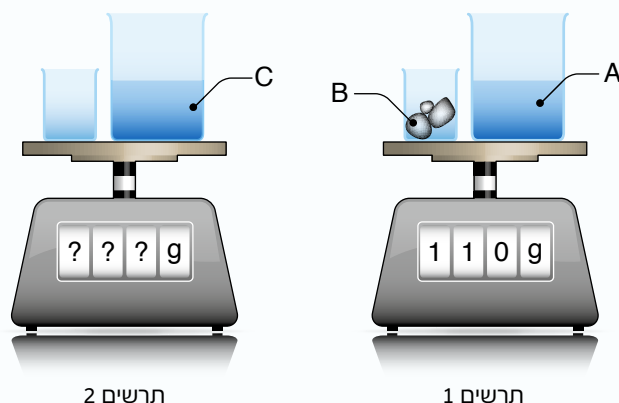


1. איזה אירוע מהבאים מתאר תהליך כימי? נמקו את תשובתכם.

- א. שִׁפְת נִיר
- ב. רִיקוּע נחושת
- ג. התכה של קרח
- ד. ניסור עץ

2. לפניכם מאזניים, ועליהם כלים המכילים את החומרים A ו-B, שמסתם הכוללת יחד עם המכסה היא 110 גרם (כמתואר בתרשים 1).

מעבירים את חומר B לכוס עם חומר A ומכסים את הכוס.
כתוצאה מכך נוצר חומר C (כמתואר בתרשים 2).



א. מה יראו המאזניים בתרשים 2?

- 1. יותר מ- 110 גרם
- 2. 110 גרם

3. פחות מ- 110 גרם

ב. הסבירו את תשובתכם.

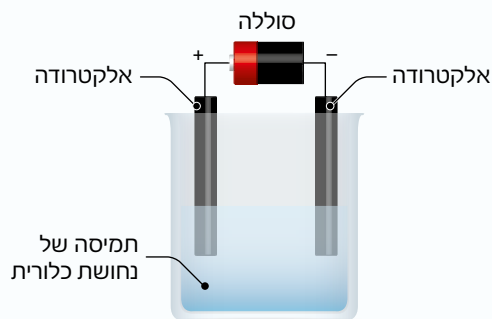
3. איזה מהתהליכים הבאים מתאר תהליך של פירוק תרכובת? נמקו את תשובתכם.

- א. חימום גבישי יוד לקבלת אדי יוד
- ב. הרתחת מים לקבלת אדי מים
- ג. חימום כספית חמצנית לקבלת חמצן וכספית
- ד. המסת סוכר במים

4. כאשר מחממים כספית חמצנית במבחנה פתוחה, נוצרים היסודות כספית וגז חמצן. כאשר מודדים את מסת המבחנה עם החומר בתחילת הניסוי ובסוף הניסוי - המסה קטנה. הסבירו מדוע.

5. בפירוק סוכר מקבלים מים H_2O ופחמן C. מכאן אפשר להסיק כי:

- א. הסוכר מורכב ממולקולות מים ואטומי חמצן.
- ב. הסוכר מורכב מאטומים של פחמן ומאטומים של מים.
- ג. הסוכר מורכב מאטומים של פחמן, אטומים של מימן ואטומים של חמצן.
- ד. אף תשובה אינה נכונה.



6. תלמידים ערכו ניסוי. הם הכניסו שתי אלקטרודות של גרפיט מחוברות לסוללה לתוך תמיסה מימית של נחושת כלורית. מערכת הניסוי מתוארת באיור שלפניכם.

תמיסת הנחושת הכלורית מכילה יונים חיוביים של נחושת ויונים שליליים של כלור. לאחר זמן מה התרחשו שתי תופעות:

תופעה מספר 1: סביב האלקטרודה החיובית נראו בועות של גז בצבע ירקרק שהדיף ריח חריף.

תופעה מספר 2: על גבי האלקטרודה השלילית התקבל ציפוי בצבע חום אדמדם.

- א. איזה חומר נאסף ליד האלקטרודה החיובית? האם הוא יסוד או תרכובת?
- ב. איזה חומר נאסף ליד האלקטרודה השלילית? האם הוא יסוד או תרכובת?
- ג. האם החומר נחושת כלורית הוא יסוד או תרכובת? נמקו את תשובתכם על סמך הניסוי שערכו התלמידים.
- ד. האם התרחש תהליך של יצירה או פירוק של תרכובת? הסבירו.
- ה. כיצד מכונה התהליך שהתרחש?

ד. תגובות עם חמצן

בסעיפים קודמים הכרתם תהליכים כימיים העוסקים ביצירת תרכובות ובפירוקן. בסעיף זה נתמקד בתהליכים כימיים שבהם נוצרות תרכובות כתוצאה מתגובה של חומר עם חמצן. חלק מהתגובות עם חמצן הן תהליכי בעירה המוכרים לנו מחיי היומיום, לדוגמה: בעירת נר, מדורה (שרפת עץ), בעירת גז בישול.



תגובות עם חמצן בחיי היומיום

תהליכי הבעירה מלווים בפליטת חום ואור ואפילו להבה. קיימים חומרים **דליקים** שאותם אפשר להבעיר בקלות תוך כדי פליטת חום רב, כמו בנזין, כוהל, עץ, בד, נייר, ועוד. בנוסף, קיימים חומרים **שאינם דליקים** כגון מים, קמח, חול ועוד. תגובה נוספת עם חמצן היא זו המתרחשת בכל תא ותא בגוף החי (צמחים ובעלי חיים) ונקראת תהליך **הנשימה התאית**. בתהליך זה, סוכר או רכיבי מזון (פחמימות, חלבונים ושומנים) שאנו אוכלים מגיבים עם החמצן שנכנס לגוף היצור החי (בנשימה).

לקיום תהליכי בעירה דרוש חמצן - בהיעדר חמצן לא יתקיים תהליך בעירה.

תהליך בעירה של מגנזיום



ניסוי 5: בעירה של מגנזיום - הדגמת מורה

זהירות: יש להרכיב משקפי מגן ולהרחיק תלמידים משולחן המורה. המגנזיום בוער בלהבה מסנוורת שעלולה לפגוע בעיניים, על כן יש להנחות את התלמידים לא להתבונן בלהבה באופן ישיר.

מטרת הניסוי: לבצע תהליך בעירה של מגנזיום ולעקוב אחר השינויים הכימיים במהלך הניסוי.

ציוד וחומרים: מלקחיים, מבער נייד, גפרורים, מגש, רשת קרמית, נייר זכוכית, סרט מגנזיום - $Mg_{(s)}$.

מהלך הניסוי

1. התבוננו בסרט מגנזיום נקי (אפשר לנקותו בעזרת נייר זכוכית) ורשמו את תכונותיו בטבלה הבאה:

תכונות החומר	מגיבים	תוצר/ים
	מגנזיום $Mg_{(s)}$	מגנזיום חמצני $MgO_{(s)}$
צבע		
מצב צבירה		
האם אפשר לכופף?		
האם אפשר לפורר?		

2. השלימו בטבלה את תכונות החמצן.

3. **הרכיבו משקפי מגן.** אחזו את סרט המגנזיום בעזרת המלקחיים והדליקו אותו באמצעות המבער. **הקפידו לעבוד מעל הרשת הקרמית במגש!** אל תסתכלו ישירות בחומר הבוער, כי שרפתו מלווה בלהבה מסנוורת.

ממצאים

השלימו בטבלה את תכונות התרכובת שנוצרה.



1. האם התרכובת החדשה שנוצרה דומה בתכונותיה ליסודות שמהם היא נוצרה? הסבירו.
2. האם הרכב התרכובת שנוצרה שונה מהרכב החומרים שיצרו אותה? הסבירו.
3. על סמך התצפית שביצעתם, האם התרחש תהליך בעירה אטי או מהיר? הסבירו.
4. נסחו במילים את התהליך הכימי שהתרחש, כאשר המגיבים ירשמו בצד שמאל של המשוואה, והתוצרים - בצד הימני של המשוואה.



תהליך בעירת מגנזיום

מסקנות

כאשר מגנזיום נשרף באוויר, הוא מגיב עם החמצן שבאוויר, ונוצר חומר חדש (תרכובת): מגנזיום חמצני. תהליך בעירה זה הוא תהליך כימי, שכן במהלכו החומרים המגיבים עברו שינוי כימי, ונוצר חומר חדש בעל תכונות השונות מתכונות היסודות שיצרו אותו. התרכובת מגנזיום חמצני מכונה תחמוצת⁴ המגנזיום, שכן היא מורכבת מיסוד וחמצן. ניסוח התהליך במילים ובשפת הכימיה:

מגנזיום חמצני $\longrightarrow$ חמצן + מגנזיום



תרכובת מגנזיום חמצני

מגנזיום חמצני הוא חומר יוני המורכב מיונים חיוביים של מגנזיום - Mg^{2+} ומיונים שליליים של חמצן - O^{2-} . בעירת המגנזיום הוא תהליך המלווה בלהבה. בניסוי הבא תבצעו תגובה עם חמצן שאינה מלווה בלהבה.

תהליך היווצרות החלודה (החלדה)



ניסוי 6: היווצרות חלודה



מבחנות ניסוי 6 ותכולתן

מטרת הניסוי: לעקוב אחר תהליך היווצרות החלודה ולבדוק את התנאים הנחוצים להיווצרותה.

ציוד וחומרים: 3 מבחנות, כוס של 100 מ"ל, 2 פקקים מתאימים למבחנות, מקל זכוכית, צמר גפן, 3 מסמרי ברזל מבריקים, צמר פלדה, מים, מעט שמן, גרגירים של סידן כלורי - CaCl_2 (חומר הסופח מים).

מהלך הניסוי

1. סמנו את המבחנות במספרים 1-3.
2. למבחנה 1 - הוסיפו מספר גרגירי סידן כלורי. הוסיפו פיסת צמר גפן למרכז המבחנה והניחו עליו מסמר. סגרו את המבחנה בפקק.
3. למבחנה 2 - הוסיפו מסמר, מזגו מים קרים שהורתחו⁵ קודם עד מחצית המבחנה כך שיכסו את המסמר. מזגו שכבה דקה של שמן וסגרו את המבחנה.

4 תחמוצת היא תרכובת המכילה יסוד כלשהו וחמצן, לדוגמה: MgO , FeO , Na_2O , CO_2 . הרחבה לתוכנית הלימודים.

5 המים הורתחו כדי "לסלק" את החמצן המומס בהם.

4. למבחנה 3 - הוסיפו מסמר, מזגזג מים עד מחצית מגובה המסמר, השאירו את המבחנה פתוחה.

5. הוסיפו לכוס פיסת צמר פלדה וכסו את מחציתו במים.

ממצאים

עקבו אחר מסמרי הברזל וצמר הפלדה בסוף שיעור זה ובמשך מספר ימים וכתבו תצפיות וממצאים בטבלה הבאה:

כלי	תצפית בסיום השיעור	תצפית לאחר יום	תצפית לאחר מספר ימים
מבחנה 1			
מבחנה 2			
מבחנה 3			
כוס - עם צמר פלדה			



1. היכן נוצרה חלודה בצורה המהירה ביותר?

2. היכן נוצרה חלודה בכמות הגדולה ביותר?

3. לשם מה הוסיפו סידן כלורי למבחנה 1?

4. אילו תנאים התקיימו במבחנה 1? (התייחסו למים ולחמצן).

5. אילו תנאים התקיימו במבחנה 2?

6. מדוע הוסיפו למבחנה 2 מים קרים שהורתחו ולא מים קרים שלא הורתחו?

7. מדוע הוסיפו שכבת שמן דקה למבחנה 2?

8. אילו תנאים התקיימו במבחנה 3?

9. מהם הגורמים המשפיעים על היווצרות החלודה?

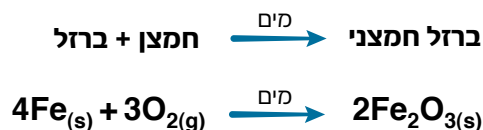
10. נסחו במילים את תהליך היווצרות החלודה.

כדי לברר האם תהליך ההחלדה הוא תהליך כימי, נשווה את תכונות המגיבים - ברזל וחמצן לתכונות התוצר - חלודה. לשם כך השלימו את הטבלה הבאה:

תכונות החומר	מגיבים		תוצר/ים
	ברזל Fe	חמצן $O_{2(g)}$	חלודה $Fe_2O_{3(s)}$
צבע			
מצב צבירה			
האם אפשר לכופף?			
האם אפשר לפורר?			

האם התרכובת שנוצרה (חלודה) דומה בתכונותיה ליסודות שמהם נוצרה?

ניסוח תהליך היווצרות החלודה במילים ובשפת הכימיה:



החלודה היא תרכובת שנוצרה מברזל וחמצן (בנוכחות מים) ושמה הכימי הוא ברזל חמצני. תרכובת החלודה היא פריכה, וכאשר היא מתפוררת, שכבה חדשה של ברזל נחשפת למגע עם החמצן ואדי המים שבאוויר, ובמשך הזמן המוצר העשוי מברזל מתפורר כולו. אחת הדרכים להגנה מפני חלודה היא צביעת מוצרים, חומר הצבע מהווה חיצ בין הברזל לאוויר, וכך הוא מונע את תהליך ההחלדה.

בעירת נר

מה בוער כאשר נר דולק?

נרות מיוצרים מחומר דליק כגון: פרפין (סוג של שעווה המופקת מנפט), סטארין, דונג דבורים, עצי דונג (דקל, סויה ועוד) או חֶלֶב. חום הגפרור המשמש להדלקת הנר, מתיך ומאדה כמות קטנה של חומר הדלק. לאחר ההתאדות, חומר הדלק מגיב עם החמצן שבאטמוספירה ויוצר להבה. הלהבה מספקת חום שמאפשר לנר להמשיך לבעור. חום הלהבה מתיך את הדלק שנמצא בראש הנר, הדלק הנוזלי זורם במעלה הפתיל של הנר באמצעות כוח הנימיות⁶, ושם מתאדה, מגיב עם החמצן ו"משמר" את להבת הנר.



נרות מגוונים

ניסוח התהליך הכימי עבור בעירת נר העשוי שעווה מסוג מסויים, המורכבת מהפחמין פרפין - $\text{C}_{25}\text{H}_{52}$:



תהליך בעירת הנר מורכב יותר מהתהליכים שהכרנו עד כה, מכיוון שבמהלכו חלו פירוק החומר (שעווה) והתרכבות עם חמצן.

6 נימיות - היכולת של נוזל לזרום כלפי מעלה בצינור דקיק בניגוד לכוח המשיכה.

לסיכום

- ✓ תהליך בעירה הוא תהליך שבו חומר כלשהו - יסוד או תרכובת - מגיב עם חמצן.
- ✓ ישנם תהליכים כימיים שבהם חומרים מגיבים עם חמצן תוך כדי פליטת חום, אור או להבה. לדוגמה: שרפת מגנזיום, בעירת נר וכדומה.



1. איזה חומר הכרחי להתרחשות בעירה?
 - א. אוזון
 - ב. חמצן
 - ג. מימן
 - ד. פחמן דו-חמצני
2. אפשר לכבות שרפה על-ידי כיסוי מקור האש בשמיכת כיבוי מיוחדת. הסבירו מדוע.
3. לפניכם רשימה של שלושה תהליכים כימיים:
 - א. שרפת אבקת ברזל
 - ב. בעירת נר
 - ג. תגובת הגזים חמצן ומימן לקבלת מיםמהו המשותף לשלושת התהליכים?
4. א. מהי חלודה?
 - ב. מדוע החלודה פוגמת במוצר?
 - ג. כיצד אפשר להגן על מוצרים העשויים מברזל מפני חלודה?
5. מדדו 5 גרם של צמר פלדה, שרפו ומדדו את מסת החומר שהתקבל לאחר השרפה. המאזניים הראו 6 גרם.
 - א. מה גרם לעלייה במסה?
 - ב. מה היה קורה, לדעתכם, לו נערך הניסוי בתוך כלי סגור ללא חמצן?

ה. אנרגיה בתהליכים כימיים

תהליך כימי מלווה בדרך כלל בשינויי אנרגיה. חלק מהתהליכים הכימיים מתרחשים תוך כדי **קליטת אנרגיה**, וחלקם - תוך כדי **פליטת אנרגיה**. בסעיף הקודם ביצעתם וצפיתם בתגובות עם חמצן. בכל התהליכים הללו הייתה פליטה (שחרור) של אנרגיה.

כאשר בתהליך כימי נפלטת אנרגיה - התהליך הוא אקסותרמי⁷ וכאשר בתהליך כימי נקלטת אנרגיה - התהליך הוא אנדותרמי⁸.

תהליך "קולט אנרגיה" מכונה תהליך **אנדותרמי**, לדוגמה: תהליך הפוטוסינתזה.
תהליך "פולט אנרגיה" מכונה תהליך **אקסותרמי**, לדוגמה: נשימה תאית.

במהלך הפרק ערכתם ניסויים שבהם התרחשו תהליכים "פולטי אנרגיה" (אקסותרמים), כגון תהליכי בעירה. כמו כן, ביצעתם תהליכים "קולטי אנרגיה" (אנדותרמים) כגון חימום נחושת וגפרית לקבלת נחושת-גפרית (בניסוי 1), חימום ברזל וגפרית לקבלת ברזל גפרי (בניסוי 2), פירוק נחושת כלורית באמצעות אלקטרוליזה (בניסוי 3) ופירוק סוכר באמצעות חימום (בניסוי 4). כל התהליכים האלו נזקקו לתוספת של אנרגיה כדי להתרחש. תהליכים **אנדותרמים** מתבצעים בדרך כלל באמצעות חימום או אנרגיה חשמלית. ישנם תהליכים אנדותרמים שמספיקה אנרגיית הסביבה (טמפרטורת החדר) להתרחשותם. במקרים אלו טמפרטורת הסביבה יורדת בעקבות התהליך. לעתים אפשר לעקוב אחר שינויי הטמפרטורה של הסביבה באמצעות מד-טמפרטורה. בתהליך שבו נפלטת אנרגיה לסביבה - תהליך **אקסותרמי** - טמפרטורת הסביבה **עולה**. לדוגמה: כאשר נר בוער, אפשר לחוש בקרבתו את החום המשתחרר בתגובה בין השעווה של הנר לבין החמצן שבאוויר; כאשר גז בישול בוער (בכיריים במטבח) משתחרר חום המנוצל לחימום ובישול. בתהליך שבו נקלטת אנרגיה מהסביבה - תהליך **אנדותרמי** - טמפרטורת הסביבה **יורדת**, כפי שתראו בניסוי הבא.



ניסוי 8: תהליך אנדותרמי - הדגמת מורה

מטרת הניסוי: למדוד את השינוי בטמפרטורת הסביבה כתוצאה מתהליך כימי.

ציוד וחומרים: ארלנמאייר בנפח של 250 מ"ל, מד-טמפרטורה, מקל זכוכית, 15 גרם אמוניום חנקתי - NH_4NO_3 , 30 גרם בריום הדרוקסיד - $\text{Ba}(\text{OH})_2$.
הערה חשובה: יש לבצע את הניסוי במנדף או בחדר מאוורר.

7 אקסותרמי - פירוש המילה מיוונית: אקסו=החוצה, תרמי=חום. כלומר, שחרור חום.

8 אנדותרמי - פירוש המילה מיוונית: אנדו=פנימה, תרמי=חום. כלומר, הוספת חום.

מהלך הניסוי

1. מוסיפים לארלנמאייר את התרכובת אמוניום חנקתי מוצק - $\text{NH}_4\text{NO}_{3(s)}$.
2. מודדים את הטמפרטורה ההתחלתית.
3. מודדים את הטמפרטורה ההתחלתית של התרכובת בריום הידרוקסידי - $\text{Ba}(\text{OH})_{2(s)}$.
4. מוסיפים לארלנמאייר את התרכובת בריום הידרוקסידי מוצק - $\text{Ba}(\text{OH})_{2(s)}$.
5. מערבבים היטב את החומרים בעזרת מקל זכוכית.
6. מודדים את הטמפרטורה הסופית של החומרים בארלנמאייר.

ממצאים

השלימו את הטבלה הבאה:

שם החומר	הנוסחה הכימית	צבע	מצב צבירה	טמפרטורה התחלתית
אמוניום חנקתי	$\text{NH}_4\text{NO}_{3(s)}$			
בריום הידרוקסידי	$\text{Ba}(\text{OH})_{2(s)}$			



2 - טמפרטורה סופית לאחר הערבוב



1 - טמפרטורה התחלתית לפני ערבוב המגיבים



1. האם חלה עלייה או ירידה בטמפרטורה בתהליך הכימי שהתרחש?
2. מה היה השינוי בטמפרטורה?
3. האם התרחש תהליך אקסותרמי או אנדותרמי? הסבירו.
4. תארו מה אתם רואים, מריחים, חשים במהלך התגובה.
5. האם התרחש תהליך כימי? הסבירו.

לסיכום: התרכובות בריום הדרוקסידי ואמוניום חנקתי הגיבו בטמפרטורת החדר לאחר ערבוב. תוצאה מהתהליך הכימי שהתרחש, טמפרטורת הסביבה ירדה, והתגובה הייתה אנדותרמית.



השלימו במשפטים הבאים אם התרחש תהליך **אנדותרמי** או **אקסותרמי** (היעזרו בתהליכים כימיים שעליהם למדתם בפרק זה).

1. תהליך היווצרות נחושת גפרית הוא: _____
2. תהליך היווצרות ברזל גפרי הוא: _____
3. תהליך פירוק נחושת כלורית הוא: _____
4. תהליך פירוק המים באמצעות חשמל (אלקטרוליזה) הוא: _____
5. תהליך היווצרות המים ממימן וחמצן הוא: _____
6. תהליך בעירת גז בישול הוא: _____
7. תהליך פירוק הסוכר הוא: _____

1. תהליך כימי בין חומצה לבין בסיס

במהלך הפרק הכרתם תהליכים כימיים מסוגים שונים. בסעיף זה תתייחסו לתהליך כימי בין חומצה לבין בסיס המכונה **תגובת סתירה**. בתגובה זו חומצה ובסיס מגיבים ביניהם ומנטרלים זה את זה. בשפת הכימיה אומרים כי החומצה והבסיס **סותרים** זה את זה, על כן התהליך הכימי מכונה תגובת סתירה. בתגובת סתירה בין בסיס לחומצה נוצרים מים ומלח שהם בעלי pH ניטרלי. תגובת סתירה היא תגובה אקסותרמית, ובה נפלטת אנרגיה לסביבה. ניסוח התהליך במילים:

מלח + מים $\longrightarrow$ בסיס + חומצה



ניסוי 9: תגובת סתירה

מטרת הניסוי: לבצע תגובות סתירה שונות

ציוד וחומרים: 2 מבחנות, תמיסות מימיות של: חומצת מלח - HCl , בסיס הנתרן - NaOH , בסיס האשלגן - KOH , חומצה גפרתית - H_2SO_4 , פנול פתלאין.

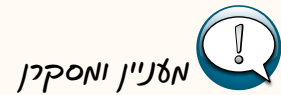
מהלך הניסוי

1. מוזגים כשליש מבחנה מתמיסת חומצת מלח - HCl ו-2 טיפות פנול-פתלאין. **רשמו את תצפיותיכם.**
2. מטפטפים תמיסת בסיס נתרן - NaOH למבחנה עד קבלת שינוי בצבע. יש לנער את המבחנה במהלך טפטוף בסיס הנתרן. **רשמו את תצפיותיכם.**
3. מוזגים כשליש מבחנה מתמיסת בסיס אשלגן - KOH ו-2 טיפות פנול-פתלאין. **רשמו את תצפיותיכם.**
4. מטפטפים חומצה גפרתית - H_2SO_4 עד קבלת שינוי בצבע. יש לנער את המבחנה במהלך טפטוף החומצה הגפרתית. **רשמו את תצפיותיכם.**



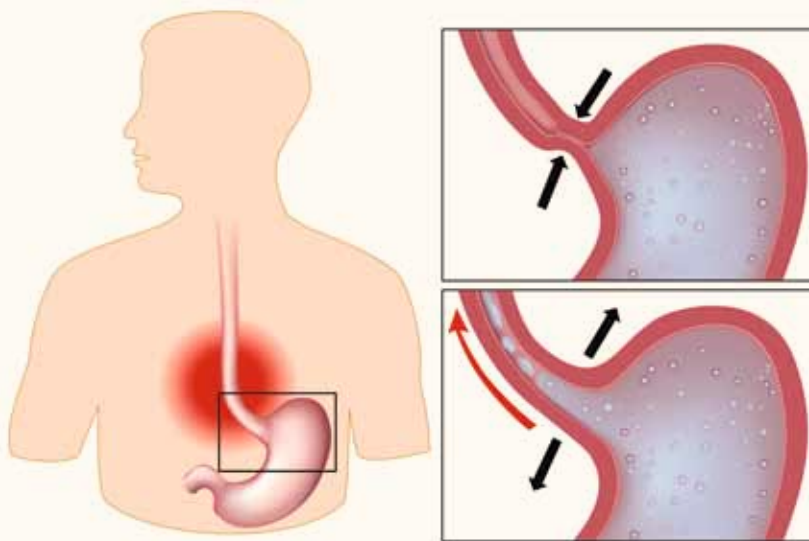
1. מה קרה כשהוסיפו פנול פתלאין לחומצת מלח? הסבירו.
2. מה קרה כשהוסיפו פנול פתלאין לבסיס האשלגן? הסבירו.
3. מדוע השתנה צבע התמיסה, כשהוסיפו בסיס נתרן לחומצת מלח? הסבירו.
4. מדוע השתנה צבע התמיסה, כשהוסיפו חומצה גפרתית לבסיס האשלגן? הסבירו.
5. לאיזה קבוצת חומרים שייך פנול פתלאין? הסבירו.
6. אילו חומרים נוספים השייכים לקבוצה זו אתם מכירים?

לסיכום: נוכחות האינדיקטור פנול-פתלאין מסייעת לעקוב אחר תהליך הסתירה בין החומצה לבין הבסיס, שכן צבע התמיסה משתנה בהתאם. בסביבה בסיסית התמיסה סגולה, בעוד שבסביבה חומצית היא חסרת צבע.



צרבת ודרכי טיפול

הצרבת מופיעה בדרך כלל לאחר אכילת מזון מסוים או רב. כתוצאה מכך הקיבה מפרישה חומצה בכמות מוגברת הגורמת לתחושת צריבה כואבת. צרבת היא בדרך כלל תופעה חולפת, אף כי פגמים בסוגר הקיבה (ראו איור) עלולים להפוך את התופעה לכרונית. צרבת כרונית עלולה להעיד על כיב קיבה (אולקוס). הטיפול התרופתי שניתן לטיפול בצרבת, כולל תרופות המכילות בסיס הנוגד את החומצה שמופרשת בעודף מהקיבה. כלומר מתרחשת תגובת סתירה של החומצה בקיבה עם הבסיס בתרופה. גם תמיסת סודה לשתייה (נתרן מימן פחמתי), שאף היא תמיסה בסיסית, היא תכשיר ותיק לטיפול בצרבת.



1. הסבירו מהי צרבת, ומתי היא מופיעה.
2. מהו ההבדל בין צרבת לבין צרבת כרונית?
3. על איזה תהליך כימי מבוססת התרופה נגד צרבת?
4. היעזרו במקורות מידע וכתבו אילו תרופות נגד צרבת מצויות בשוק? רשמו באילו מקורות מידע נעזרתם.

ז. מה למדנו בפרק זה?

- ✓ תהליך כימי הוא תהליך שבעקבותיו חל שינוי בהרכב ובמבנה החלקיקי של החומר. מהחומרים המגיבים נוצרים חומרים חדשים - התוצרים.
- ✓ חלק מהתהליכים הכימיים הם: תהליכי התרכבות, פירוק, בעירה או סתירה.
- ✓ התהליכים הכימיים מנוסחים באופן מאוזן על-פי חוק שימור החומר.
- ✓ תהליכים כימיים מלווים בשינויי אנרגיה; בתהליכים אקסותרמיים נפלטת אנרגיה, בעוד שבתהליכים אנדותרמיים נקלטת אנרגיה.
- ✓ תהליך סתירה הוא תהליך כימי בין בסיס לחומצה לקבלת מלח ומים, שהם בעלי pH ניטרלי.

הטבלה הבאה מסכמת את סוגי התהליכים הכימיים שלמדנו:

בטבלה מובאות דוגמאות לסוגי תהליכים כימיים מייצגים ולדרך שבה מנסחים אותם באופן כללי ושרירותי באמצעות האותיות (A-C). כמו כן מובאת דוגמה אחת לכל סוג של תהליך.

סוג התגובה	ניסוח התהליך באופן כללי ודוגמה לתהליך
1. התרכבות יסודות אחדים ליצירת תרכובת	$A + B \longrightarrow AB$ $S_{(s)} + Cu_{(s)} \longrightarrow CuS_{(s)}$
2. פירוק תרכובת ליסודותיה	$AB \longrightarrow A + B$ $2H_2O_{(l)} \longrightarrow 2H_{2(g)} + O_{2(g)}$
3. פירוק תרכובת לתרכובת פשוטה יותר וליסוד	$ABC \longrightarrow AB + C$ $C_{12}H_{22}O_{11(s)} \longrightarrow 11H_2O_{(l)} + 12C_{(s)}$
4. תהליך בעירה של יסוד - התרכבות עם חמצן	$A + O_2 \longrightarrow AO$ $2Mg_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2MgO_{(s)}$
5. תהליך בעירה של תרכובת פחמימנית - התרכבות עם חמצן	$C_xH_y + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$ $C_{25}H_{52(s)} + 38O_{2(g)} \longrightarrow 25CO_{2(g)} + 26H_2O_{(l)}$

שאלות סיכום

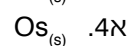
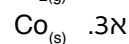
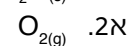
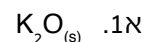
1. באיזה מהתהליכים הבאים אין תגובה עם חמצן?

- א. בעירת גפרית
- ב. בעירת נר
- ג. חימום כוהל
- ד. החלדת ברזל

2. לאחר שרפת סרט מגנזיום מתקבלת תחמוצת של מגנזיום. המגנזיום החמצני הוא תרכובת של:

- א. מגנזיום וחנקן
- ב. מגנזיום ונתרן
- ג. מגנזיום ומימן
- ד. מגנזיום וחמצן

3. א. איזו נוסחה כימית מתארת תוצר התרכבות עם חמצן? הסבירו את תשובתכם.



ב. הסבירו מה מתואר במסיחים האחרים.

4. כמה יסודות אפשר לקבל כאשר מפרקים תרכובת ליסודותיה?

- א. יסוד אחד
- ב. שלושה יסודות
- ג. רק שני יסודות
- ד. שני יסודות או יותר

5. מדען/ית יצר/ה תרכובת במעבדתו/ה במערכת סגורה. מה אפשר להסיק לגבי מסת התרכובת בהשוואה למסת כל

החומרים שמהן נוצרה התרכובת?

- א. מסת התרכובת קטנה יותר ממסת החומרים שהרכיבו אותה
- ב. מסת התרכובת גדולה יותר ממסת החומרים שהרכיבו אותה
- ג. מסת התרכובת זהה למסת החומרים שהרכיבו אותה
- ד. אי אפשר להסיק דבר

6. לפניכם רשימה של פעולות ותהליכים.

א. העתיקו את הטבלה למחברת וסמנו, עבור כל מקרה, האם מתרחש תהליך כימי או לא.

יש תהליך כימי	אין תהליך כימי	פעולות ותהליכים
		חיתוך ברזל לקבלת שבבי ברזל
		בעירת נר
		חימום קרח לקבלת מים נוזליים
		חימום כספית חמצנית לקבלת כספית נוזלית וגז חמצן
		ערבוב סוכר במים לקבלת תמיסת סוכר
		הרתחת מים בקומקום
		שריפת בול עץ לקבלת פחמן דו-חמצני ומים
		בעירת כוהל וקבלת פחמן דו-חמצני ומים
		התכה של פלדה להכנת צינורות

ב. הסבירו כיצד קבעתם זאת.

7. לפניכם ניסוח של תהליך כימי:



א. מי הם המגיבים בתהליך?

ב. מי הם התוצרים בתהליך?

ג. איזה סוג תהליך זה?

ד. בהנחה שהתהליך התרחש במבחנה פתוחה, וכל הגפרית הגיבה עם החמצן שבאוויר, מה מכילה המבחנה בסיום התהליך? הסבירו את תשובתכם.

8. נתון התהליך הכימי הבא:



מי הם המגיבים ומי הם התוצרים בתהליך?

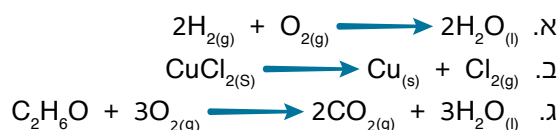
א. המגיבים הם: $\text{Hg}_{(l)}$ ו- $\text{O}_{2(g)}$ והתוצר הוא: $\text{HgO}_{(s)}$

ב. המגיב הוא: $\text{HgO}_{(s)}$ והתוצרים הם: $\text{Hg}_{(l)}$ ו- $\text{O}_{2(g)}$

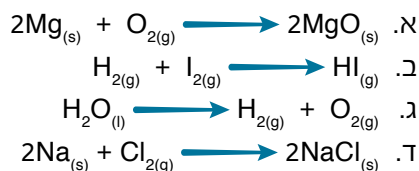
ג. המגיבים הם: $\text{HgO}_{(s)}$ ו- $\text{O}_{2(g)}$ והתוצרים הם: $\text{Hg}_{(l)}$ ו- $\text{O}_{2(g)}$

ד. המגיב הוא: $\text{Hg}_{(l)}$ והתוצר הוא: $\text{HgO}_{(l)}$

9. עיינו בתהליכים הכימיים הבאים ורשמו ליד כל אחד, מהו סוג התהליך והאם התהליך אנדותרמי או אקסותרמי.



10. עיינו בתהליכים הכימיים הבאים ורשמו אילו מהתהליכים אינם מאוזנים.



11. חיים התלונן על כאבים בקיבה. במעבדה קבעו, שבקיבה שלו יש יותר מדי חומצה. הרופאה הסבירה לחיים: "הקיבה של כל אדם מכילה חומצה, העוזרת לעכל (לפרק) את חומרי המזון, אך עודף חומצה גורם לצרבת. חיים, אתה סובל מצרבת!" הרופאה רשמה לחיים סודה לשתייה לטיפול בצרבת. מדוע המליצה הרופאה לחיים לטפל בצרבת באמצעות אבקת סודה לשתייה?

12. תמר הכניסה נייר לקמוס כחול לכוס חלב. נייר הלקמוס נשאר כחול. לאחר שלושה ימים שבהם נשמר החלב מחוץ למקרר וללא כל שינוי חיצוני, חזרה תמר ובחנה את החלב שבכוס בעזרת נייר לקמוס כחול. נייר הלקמוס הכחול הפך לוורוד. איזה סוג של שינוי התרחש בחלב - שינוי כימי או שינוי פיזיקלי? הסבירו את תשובתכם.

13. תגובת סתירה היא תגובה בין חומצה לבסיס שתוצריה:

- א. חומציים
- ב. בסיסיים
- ג. ניטרליים
- ד. מלחים

14. צמחים מייצרים גלוקוז - $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ בתהליך הפוטוסינתזה. להלן ניסוח תהליך הפוטוסינתזה⁹:



- א. לאילו חומרים זקוק הצמח כדי לייצר גלוקוז?
- ב. מיהם המגיבים ומיהם התוצרים בתהליך? רשמו שמות ונוסחאות כימיות.
- ג. תהליך הפוטוסינתזה מתרחש רק בנוכחות אור (נחוצה אנרגיית אור), האם התהליך אנדותרמי או אקסותרמי? הסבירו.

⁹ בתהליך הפוטוסינתזה מתרחשת שרשרת ארוכה ומורכבת של תהליכים. כאן רשומים רק המגיבים הראשוניים והתוצרים הסופיים בשרשרת.

15. תהליך הנשימה התאית מתרחש בכל תא חי. להלן ניסוח התהליך:



- א. מיהם המגיבים ומיהם התוצרים בתהליך? רשמו שמות ונוסחאות כימיות.
ב. בתהליך הנשימה התאית משתחררת אנרגיה לביצוע פעולות בתא החי. האם התהליך אנדותרמי או אקסותרמי? הסבירו.



פרק 6

על ערבובים והפרדות

מבט לאחור ומבט לפנים

בפרקים הקודמים הכרנו חומרים טהורים: יסודות כמו חמצן, מימן וברזל ותרכובות כמו נתרן כלורי, מגנזיום חמצני, סוכר ועוד. למדנו על תהליכים כימיים שבעקבותיהם משתנה המבנה החלקיקי של החומר, וכתוצאה מכך משתנות תכונות החומר. פרק זה יתמקד בסוג נוסף של חומרים המכונה **תערובות**. בפרק הראשון ציינו כי תערובת מכילה לפחות שני חומרים טהורים שונים, המעורבבים יחד ביחס כמויות הניתן לשינוי, כאשר הרכב התערובת אינו קבוע. כמו כן למדנו, כי מרבית החומרים בטבע ובחיי היומיום הם תערובות ואינם חומרים טהורים. ועוד למדנו, שתכונות התערובת **מתבססות** על התכונות השונות של החומרים המצויים בה.

בפרק זה נתמקד בשאלות ובנושאים הבאים:

- סוגי תערובות
- מהן תמיסות?
- מהן סגסוגות?
- שיטות להפרדת תערובות

א. סוגי תערובות



תערובות בחיי היומיום

מה משותף לחומרים המתוארים בתמונות? כולם תערובות!

תערובת היא חומר המכיל שני חומרים טהורים או יותר.

חומרים רבים המשמשים בחיי היומיום הם תערובות:

האוויר הוא תערובת של הגזים חנקן, חמצן, פחמן דו-חמצני, אדי מים, גזים אצילים וגזים נוספים.

משקה מוגז הוא תערובת המכילה מים, פחמן דו-חמצני ובמשקאות רבים גם סוכר וחומרי טעם וריח.

תכשיטי זהב אינם עשויים מזהב טהור, שהוא מתכת רכה מאוד, אלא מזהב עם תוספת של מתכות אחרות כמו אבץ ונחושת בכמויות קטנות.

מי הים הם תערובת של מים ומלחים (תרכובות יוניות) המומסים בהם.

גז הבישול הוא תערובת של מספר תרכובות מולקולריות המכונות פחמימנים, והן מורכבות מאטומי פחמן ומימן.

בניסוי 1 נערוך היכרות עם מספר תערובות.



ניסוי 1: היכרות עם תערובות שונות

מטרת הניסוי: הכנת סוגים שונים של תערובות.

ציוד וחומרים: 5 כוסות כימיות בנפח של 100 סמ"ק, 5 כפיות, 5 מוטות זכוכית לבחישה, אבקת ברזל, אבקת גפרית, שמן מאכל, מים מזוקקים בטמפרטורת החדר, מים מזוקקים חמים, כוהל (אתאנול), אבקת קפה שחור, אבקת קפה נמס.

מהלך הניסוי

1. התבוננו בחומרים שלפניכם, וסכמו את תצפיותיכם במחברותיכם בטבלה כדוגמת הטבלה הבאה:



ברזל וגפרית שמן ומים קפה שחור

החומר	צבע	מצב צבירה
אבקת ברזל		
אבקת גפרית		
שמן מאכל		
מים מזוקקים		
כוהל		
אבקת קפה שחור		
אבקת קפה נמס		

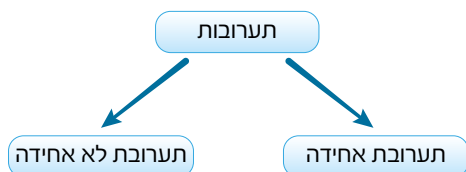
2. הכינו את התערובות הבאות על-ידי ערבוב של החומרים הבאים:

- אבקת ברזל וגפרית
- שמן ומים
- כוהל ומים
- משקה קפה שחור (להכנת הקפה השתמשו במים חמים).
- משקה קפה נמס (להכנת הקפה השתמשו במים חמים).

3. ענו על הסעיפים הבאים:

- תארו את התוצרים שקיבלתם בכל אחד מהערבובים.
- במה שונה תערובת השמן והמים מתערובת הכוהל והמים?
- במה שונה תערובת הקפה נמס והמים מתערובת הקפה השחור והמים?
- בהסתמך על סעיפים ב ו-ג, הציעו כיצד אפשר למיין את התערובות לשתי קבוצות.
- מהן המסקנות בעקבות ניסוי זה?

נוהגים להבחין בין שני סוגים של תערובות:



- **תערובת אחידה (הומוגנית):** תערובת של שני חומרים או יותר שבה אי אפשר להבחין בין החומרים. תמיסה היא תערובת אחידה, לדוגמה: יין, חלב, מי ים, מים מינרליים, מי ברז.
- **תערובת לא אחידה (הטרוגנית):** תערובת של שני חומרים או יותר שבה אפשר להבחין בין החומרים. לדוגמה: קמח וצימוקים, סלט, חול ומים.



תערובות שונות



- סמנו את ההגדרה הנכונה ביותר לתערובת אחידה (הומוגנית):
 - תערובת של שני יסודות
 - תערובת של שתי אבקות מוצקות
 - תערובת של שני חומרים או יותר שבה אי אפשר להבחין בין החומרים
 - תערובת של שני חומרים או יותר שבה אפשר להבחין בין החומרים
- במה שונה תערובת מי מלח מתערובת גרגירי מלח ופלפל? ציינו לפחות שני הבדלים.
- בבתי מרקחת מוכרים "יוד" לחיטוי פצעים. האם זהו היסוד יוד? התבוננו בתווית המפרטת את הרכב החומר. האם ה"יוד" הרפואי הוא חומר טהור או תערובת של חומרים?
- ערכו סיור במכולת או במרכול ואתרו לפחות 6 מוצרים שונים שהם תערובות. רשמו את שמות המוצרים, צלמו אותם ונמקו כיצד הסקתם שחומרים אלו הם תערובות (רמז: היעזרו בתוויות המופיעות על האריזות). ציינו לגבי כל מוצר, אם הוא תערובת אחידה או לא אחידה.
- בנו טבלה והציגו בה מיון של החומרים הבאים על-פי התבחין תערובות אחידות ותערובות לא אחידות: משקה קפה שחור, כוהל ומים, אוויר, אדמה, יין, מי סוכר, מי סודה, חלב, משקה תה, מי ים, מלח ופלפל, סלט ירקות, בצק, מרק גריסים. תנו שם לטבלה ולכל אחת מהעמודות שבה.

ב. תמיסות

תמיסה היא תערובת אחידה המכילה **ממס ומומס**. הממס הוא המרכיב בעל הכמות הגדולה ביותר בתמיסה, בעוד שהמומס נוכח בתמיסה בכמויות קטנות יותר (בדרך כלל). רוב התמיסות שבהן אנו נתקלים בחיי היומיום, הן תמיסות מימיות המבוססות על המים כממס, בעוד המומס יכול להיות מוצק, נוזל או גז. מי מלח הם תמיסה מימית שבה המלח המוצק, נתן כלורי, מומס במים. כוהל רפואי הוא תמיסה שבה הנוזל כוהל מומס בנוזל מים. מי סודה הם משקה שבו מומס הגז פחמן דו-חמצני בממס מים. המומסים השונים גורמים להבדלים בין התכונות של התמיסות המימיות השונות. ישנן תמיסות המכילות כמויות שונות של מומס, כלומר תמיסות בריכוזים שונים. במקרה זה נוהגים להשתמש במושגים **תמיסות מהולות ותמיסות מרוכזות**. תמיסות אלה נבדלות זו מזו בכמות המומס שהן מכילות. לדוגמה, במי ים מומסים מלחים שונים ובעיקר מלח הבישול - נתן כלורי. גם במי ברז מומסים מלחים, אך בכמויות קטנות יותר. דוגמה נוספת: במשקאות קלים שונים מומסים סוכר, חומרי צבע וטעם בריכוזים שונים. אפשר להכין תמיסה מהולה של מי סוכר על-ידי הוספת רבע כפית סוכר לכוס מים, או תמיסה מרוכזת של מי סוכר על-ידי הוספת שש כפיות סוכר לכוס מים. ככל שהתמיסה מכילה כמות גדולה יותר של מומס באותה כמות של ממס, היא מרוכזת יותר.



תמיסות בחיי היומיום: 1. יין 2. מיץ עגבניות 3. צבעי שמן 4. מיץ תפוזים 5. מי ים

מהי מסיסות?

חומר המתמוסס היטב במים או בממס אחר נקרא חומר **קל תמס**, ואילו חומר שאינו מתמוסס במים או בממס אחר נקרא חומר **קשה תמס**.

לדוגמה: גרגרי חול ונסורת ברזל הם חומרים קשי תמס שאינם מתמוססים במים, אך מלח בישול או סוכר הם חומרים קלי תמס המתמוססים היטב במים.

גם חומרים אשר מתמוססים היטב במים, הם בעלי מסיסות מוגבלת, כלומר אי אפשר להמיס חומר בכמויות בלתי מוגבלות. לדוגמה: אם נמיס כמויות הולכות וגדלות של גבישי סוכר בכמות מים מסוימת (בטמפרטורה נתונה), נגיע

לשלב שבו הסוכר שנוסיף לא יתמוסס אלא ישקע על קרקעית הכלי. במקרה כזה תתקבל **תמיסה רוויה** שתכיל את הכמות המרבית של המומס שאפשר להמיס בכמות מסוימת של מים. מסיסות נמדדת בדרך כלל על-פי הכמות המרבית (בגרמים) של החומר המומס שאותה אפשר להמיס ב-100 גרם של מומס בטמפרטורה מסוימת. מסיסותם של חומרים יכולה לנוע בין קצוות קיצוניים ביותר, החל ממסיסות גבוהה מאוד עד למסיסות נמוכה מאוד, או מסיסות כמעט אפסית. בניסוי 2 נבחן את מסיסות הסוכר במים.



ניסוי 2: האם יש גבול למסיסות?



קוביות סוכר לבן

מטרת הניסוי: לבדוק את מידת המסיסות של סוכר במים.
ציוד וחומרים: כוס כימית בנפח של 200 מ"ל, מוט זכוכית לבחישה, מים, קוביות סוכר.

מהלך הניסוי

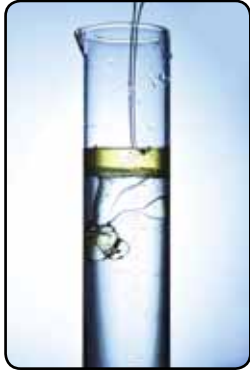
1. מזגו 50 מ"ל מים לכוס הכימית.
 2. הוסיפו קוביית סוכר אחת לכוס המים.
 3. תארו מה קרה לקוביית הסוכר.
 4. הוסיפו קוביית סוכר נוספת לכוס המים.
- א. האם קוביית הסוכר התמוססה במים?
 ב. האם אפשר להמיס כמות נוספת של סוכר באותה כמות מים? כתבו את השערתכם והציעו דרך לבדוק אותה.

האם מסיסות החומר תלויה בטמפרטורה?

יש חומרים שמסיסותם עולה, כאשר הטמפרטורה עולה. לדוגמה, המסיסות של סוכר במים עולה עם עליית הטמפרטורה. לעומת זאת, יש חומרים שמסיסותם בממס מסוים יורדת, כאשר הטמפרטורה עולה. לדוגמה, המסיסות של הגז פחמן דו-חמצני במים גדלה דווקא בקירור. יש חומרים שמסיסותם כמעט שאינה משתנה, כאשר הטמפרטורה משתנה, לדוגמה, המסיסות של מלח בישול במים אינה משתנה בקירור או בחימום. לכן כאשר עורכים ניסוי העוסק במסיסות של חומרים, חשוב לציין את הטמפרטורה שבה נעשה הניסוי. מהאמור לעיל אפשר להסיק, כי לעתים מסיסותם של חומרים תלויה בטמפרטורה.



בפרק 4 (ניסוי 3) עסקנו בתכנון ובביצוע של חקר מדעי. בפעילות הבאה נמשיך לעסוק בתכנון חקר מדעי אך הפעם תתבקשו לנסח גם את מטרת הניסוי.



ערבוב שני נוזלים

ניסוי 3: בדיקת מסיסות של חומרים בטמפרטורות שונות - בדרך החקר

תכננו ניסוי פשוט שבאמצעותו תבחנו את מסיסותם במים של שלושה חומרים שונים בטמפרטורות שונות.

- כתבו את **מטרת** הניסוי.
- כתבו את **השערת** הניסוי.
- הכינו **רשימת כלים וחומרים** (ציינו גדלים וכמויות).
- כתבו את **מהלך הניסוי**.
- הראו למורה את מהלך הניסוי שתכננתם, וקבלו את אישורו/ה לעריכת הניסוי.
- בצעו** את הניסוי שתכננתם.
- כתבו **תצפיות וממצאים**.
- הציעו דרך **לארגן** את ממצאי הניסוי.
- כתבו **מסקנות**.
- סכמו כיצד מותאם הניסוי למטרתו.

האם יש ממסים נוספים חוץ ממים?

עד כה התייחסנו בעיקר לממס מים המכונה בשם ממס אוניברסלי, מפני שהוא ממס חומרים רבים. אילו עוד ממסים קיימים? תשובה לשאלה זאת תקבלו בעזרת הניסוי הבא.



ניסוי

ניסוי 4: היכרות עם ממסים שונים

מטרת הניסוי: לבדוק מסיסות של חומרים בממסים שונים.

ציוד וחומרים: 8 מבחנות, כן מבחנות, 7 כוסות כימיות שכל אחת מכילה אחד מהחומרים הבאים: כוהל, שמן מאכל, מים מזוקקים, אצטון, פתיתי קלקר, אשלגן על-מנגנטי (קלי), מלח בישול.

מהלך הניסוי

- עליכם להכין 8 תמיסות שונות שבהן הממס הוא נוזל, והמומס הוא מוצק. עיינו ברשימת החומרים של הניסוי ותכננו אילו ממסים ואילו מומסים ישתתפו בניסוי?
- הכינו את התמיסות שהצעתם מהחומרים שברשותכם.
- סכמו בטבלה כדוגמת הטבלה הבאה את התוצאות:

מספר מבחנה	מומס	ממס	תמיסה אחידה/לא אחידה
מבחנה 1	פתיתי קלקר	מים	לא אחידה

4. התבוננו בטבלה שבניתם, האם כל הממסים הם מים? הסבירו את תשובתכם.
5. אילו מהתמיסות שהכנתם הן תמיסות אחידות?
6. הסיקו מסקנות בעקבות הניסוי שערכתם.

לסיכום: בנוסף למים, קיימים ממסים נזליים רבים אחרים. בהתאם, חומרים שאינם מתמוססים במים מתמוססים היטב בממסים השונים ממים. לעומת זאת, חומרים שמתמוססים היטב במים, אינם בהכרח מתמוססים בממסים השונים ממים. תכונת התמיסות בממסים נזליים שונים מסייעת בתעשיית התרופות והצבעים, הן להכנת תמיסות שונות והן להפרדת תערובות למרכיבין.



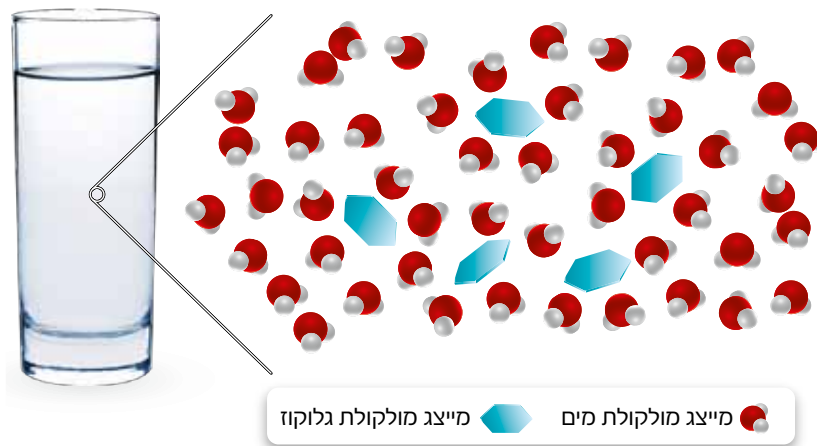
מבט אל "תוך" תהליך ההמסה

כפי שראינו, לא כל החומרים מתמוססים זה בזה. כך, למשל, מלח בישול מתמוסס במים, אך אינו מתמוסס בשמן. לעומת זאת, החומר קלקר אינו מתמוסס במים, אך הוא מתמוסס באצטון. מה גורם לחומרים מסוימים להתמוסס או לא להתמוסס זה בזה?

הדבר תלוי בסוג החלקיקים שמרכיבים הן את הממס והן את המומס. חומרים מתמוססים אלו באלו, כאשר בין החלקיקים שלהם קיימים כוחות משיכה דומים. במקרה כזה קיימת משיכה בין חלקיקי הממס לבין חלקיקי המומס, והתוצאה היא שחלקיקי החומר האחד מתפזרים בין חלקיקי החומר האחר. כוחות המשיכה בין מולקולות המים דומים לכוחות המשיכה הקיימים בין חלקיקי המלח, אך שונים מאלו הקיימים בין מולקולות השמן. לכן מלח הבישול מתמוסס במים אך אינו מתמוסס בשמן.

נראה, לדוגמה, מה קורה לחלקיקי המומס גלוקוז בהמסה במים.

כאשר חומר מסוים מתמוסס במים, מולקולות מים מסתדרות סביב חלקיקי החומר המומס ומתקבלת תמיסה מימית שהיא תערובת אחידה של החומר המומס במים. האיור הסכמתי הבא מייצג תמיסת גלוקוז, כפי שהייתה נראית דרך "משקפי קסם". כל מולקולה של גלוקוז מוקפת במולקולות של מים.



לסיכום: כאשר חומר מתמוסס במים או בממס אחר, קיימים כוחות משיכה בין חלקיקי הממס לחלקיקי המומס, כך שחלקיקי הממס מקיפים את חלקיקי המומס. כאשר חומר אינו מתמוסס בממס מסוים, לא קיימים כוחות משיכה בין חלקיקי הממס לחלקיקי המומס, לפיכך חלקיקי הממס אינם מסתדרים סביב חלקיקי המומס.

אילו גורמים משפיעים על מהירות ההתמוססות?

במהלך הפרק הכרנו תמיסות שונות, דנו במסיסות של חומרים שונים ובתלות של המסיסות בטמפרטורה. האם אפשר להשפיע על מהירות ההתמוססות? אילו גורמים עשויים להשפיע על מהירות ההתמוססות? מענה לשאלות אלה יינתן בעזרת ניסוי 5.



בניסוי הבא נשתמש במושגים גורם משפיע וגורם מושפע² החשובים לתכנון, ביצוע ועיבוד ממצאים בתהליך החקר המדעי.

גורם משפיע - גורם שהחוקר משנה באופן מבוקר במהלך ניסוי, במטרה לבחון את השפעתו (אם קיימת) על גורם אחר במערכת הניסוי (הגורם המושפע). בשאלת חקר יהיה תמיד רק גורם משפיע אחד.

גורם מושפע - גורם שאותו חוקרים, ואוספים נתונים בניסוי. ערכי הגורם המושפע מושפעים מערכי הגורם המשפיע.

כאשר רוצים לבדוק השפעה של גורם משפיע על גורם מושפע יש לשמור על תנאים זהים בכל מערכות הניסוי פרט לתנאי אחד - המתייחס לגורם המשפיע.



ניסוי 5: גורמים המשפיעים על מהירות ההתמוססות

מטרת הניסוי: לבדוק האם טמפרטורת הממס או/ו ערבוב החומרים בתמיסה משפיעים על מהירות ההתמוססות.

ציוד וחומרים: 4 כוסות כימיות בנפח של 200 מ"ל, כפית, שעון עצר, עט סימון, מים בטמפרטורת החדר, מים חמים, קוביות סוכר.

מהלך הניסוי

לפניכם ארבע כוסות כימיות, מספרו את הכוסות במספרים 1-4 בעזרת עט סימון.

שלב א

1. מזגו לכוס מספר 1 100 מ"ל מים בטמפרטורת החדר.
2. מזגו לכוס מספר 2 100 מ"ל מים חמים.

2 המושגים נלמדו בספר: "חוקרים מערכות רבייה", מטמון חדש, תשע"ג.

3. הוסיפו בו-זמנית לכל אחת מהכוסות קוביית סוכר אחת, והפעילו שעון עצר (סטופר) עם הוספת קוביית הסוכר לכוסות.

א. מדדו באמצעות שעון עצר את פרק הזמן שנדרש להתמוססותה של קוביית הסוכר בכל אחת מהכוסות. רשמו את התוצאות במחברותיכם.

ב. באיזו כוס התמוססה קוביית הסוכר מהר יותר?

שלב ב

4. מזגו 100 מ"ל מים חמים לכל אחת מהכוסות 3 ו-4.

5. הוסיפו בו-זמנית לכל אחת מהכוסות קוביית סוכר אחת, והפעילו שעון עצר עם הוספת קוביית הסוכר לכוסות.

6. ערבבו בעזרת כפית את תכולת כוס מספר 3 בלבד.

א. מדדו באמצעות שעון עצר את פרק הזמן שנדרש להתמוססותה של קוביית הסוכר בכל אחת מהכוסות. רשמו את התוצאות במחברותיכם.

ב. באיזו כוס התמוססה קוביית הסוכר במהירות רבה יותר?

שאלות

1. באיזו מארבע הכוסות התמוססה קוביית הסוכר בזמן הקצר ביותר?

2. אילו גורמים משפיעים על מהירות ההתמוססות של קוביית הסוכר?

3. מהן המסקנות שאותן אפשר להסיק בעקבות ניסוי זה?



בתשובות לשאלות הבאות התייחסו לכל אחד משלבי הניסוי א ו-ב.

1. מהו הגורם המשפיע?

2. מהו הגורם המושפע?

3. מהם הגורמים הקבועים?

4. מדוע חשוב לשמור על גורמים קבועים במערכת של ניסוי?

5. מהו הגורם השונה בין כוס 1 לכוס 2?

6. מהו הגורם השונה בין כוס 3 לכוס 4?

7. הסבירו מדוע הגורמים המשפיעים על מהירות ההתמוססות נבחנו בשתי מערכות ניסוי נפרדות (בשלבים א ו-ב של הניסוי).

לסיכום: בניסוי זה ראינו ששני גורמים הגדילו את מהירות ההתמוססות של קוביית הסוכר במים:

א. ערבוב של החומרים בתמיסה.

ב. העלאת טמפרטורת המים (הממס).

כיצד נסביר זאת בעזרת מודל החלקיקים? בתהליך ההתמוססות חלקיקי קוביית הסוכר וחלקיקי המים נעים, חלקיקי המים מקיפים את חלקיקי הסוכר עד לקבלת תמיסת סוכר. חימום המים והסוכר מגדיל את מהירות תנועתם של חלקיקי

המים ושל חלקיקי הסוכר, ולכן מהירות ההתמוססות עולה. באופן דומה, גם פעולת הערבוב מגדילה את מהירות תנועת חלקיקי הממס והמומס, ולכן מגדילה את מהירות ההתמוססות. מסקנה: העלאת הטמפרטורה ו/או ערבוב תמיד יגדילו את מהירות ההתמוססות של כמות מסוימת של מומס בתוך כמות נתונה של ממס מסוים. נדגיש כי העלאת הטמפרטורה והערבוב לא בהכרח משפיעים על מידת המסיסות של המומס בממס, דהיינו על כמות המומס המרבית שאותה אפשר להמיס בכמות נתונה של ממס. בתופעת המסיסות ותלותה בטמפרטורה דנו בסעיף הקודם.

התנסות עם תערובות במטבח



ניסוי 6: כימיה במטבח

מטרת הניסוי: להכין תערובות שונות במטבח

ציוד וחומרים: מכשיר להכנת סודה, כוסות שתייה, כפיות, מגבות נייר, כלי לערבוב, מים, מיץ לימון, סוכר, תרכיז פטל, 100 גרם קורנפלור.

מהלך הניסוי

1. הכנת מי סודה:

- הכניסו את הגז פחמן דו-חמצני למים באמצעות המכשיר להכנת סודה.
- ערבבו את הסוכר עם מיץ הלימון.
- ערבבו את מיץ הלימון הממותק עם מי הסודה.
- האם קיבלתם תערובת אחידה? הסבירו.

2. הכנת משקה פטל:

- מלאו 3 כוסות שתייה בכמות שווה של מים.
- הכינו משקה פטל בשלושה ריכוזים שונים: מספרו את הכוסות 1-3. לכוס אחת הוסיפו כפית אחת של תרכיז פטל, לכוס השנייה - שתי כפיות, ולשלישית - שלוש כפיות.
- התבוננו במשקאות הפטל שהכנתם. תארו את ההבדל בין כוסות המשקה השונות שהכנתם.
- תנו לבני משפחותיכם או לחבריכם לטעום מכוסות המשקה שהכנתם, וציינו מהי התערובת המועדפת על כל אחת ואחד מהטועמים.
- איזו מהתערובות מים-פטל אוהבים בני ביתכם במידה רבה, ואיזו - במידה מועטה?
- האם התערובות שהכנתם אחידות? כיצד נקראות תערובות אלו?
- האם יש הגבלה במספר כפיות מיץ הפטל שאפשר להמיס בכוס מים? הסבירו.



3 כוסות עם מיץ פטל



קורנפלור ומים

3. הכנת תערובת קורנפלור ומים - "התערובת המתעתעת"

- א. שפכו לתוך קערה את הקורנפלור, הוסיפו בהדרגה מים וערבבו בידיים. תארו מה קרה ומה חשתם לאחר ביצוע הפעולות הבאות:
- ב. ערבבו במהירות את התערובת.
- ג. ערבבו באטיות את התערובת.
- ד. העבירו את היד במהירות בחלק העליון של העיסה.
- ה. הכניסו אצבע לתוך העיסה והוציאו אותה במהירות.
- ו. הכניסו אצבע לתוך העיסה והוציאו אותה באטיות.
- ז. צרו כדור מהעיסה והחזיקו אותו בידיכם. מה קורה לכדור?
- ח. מדוע, לדעתכם, נקראת התערובת קורנפלור ומים "תערובת מתעתעת"?
- ט. מה מקור השם קורנפלור?
- י. מהו החומר העיקרי הנמצא בקורנפלור?
- יא. למה משמש הקורנפלור?
- יב. הכינו בבית רוטב טחינה ותארו את דרך ההכנה ואת תצפיותיכם. בתיאבון!

קורנפלור או עמילן תירס הוא עמילן המופק מתירס ומשמש לבישול, אפייה, הסמכת בלילות, רטבים ועוד. תוספת מים או חלב לקורנפלור יוצרת תערובת בעלת צמיגות משתנה. הכנת תערובת ביחס של מנת מים אחת לשתי מנות קורנפלור יוצרת תערובת, שבלישה זריזה בידיים תתנהג כחומר מוצק, אך בלישה אטית תתנהג כנוזל לכל דבר.

לסיכום

- ✓ תערובת מכילה שני חומרים טהורים או יותר.
- ✓ ישנן תערובות אחידות ותערובות לא אחידות.
- ✓ תמיסות נוזליות הן תערובות של מוצק, נוזל או גז בממס נוזלי.
- ✓ מסיסות היא הכמות המרבית של מומס שניתן להמיס בכמות נתונה של ממס בטמפרטורה מסוימת.
- ✓ לעתים מידת המסיסות של חומר בממס תלויה בטמפרטורה.
- ✓ תמיסה רוויה היא תמיסה שבה התמוססה הכמות המרבית האפשרית של המומס בכמות מסוימת של ממס.
- ✓ אפשר להשפיע על העלאת מהירות ההתמוססות על-ידי חימום (העלאת הטמפרטורה) או/על-ידי ערבוב.
- ✓ קיימים כוחות משיכה בין חלקיקי הממס לחלקיקי המומס בתהליך ההמסה, כך שחלקיקי הממס מקיפים את חלקיקי המומס.



1. עידן ורעות מעוניינים להכין תמיסת מלח במים. עידן טען שכל כמות של מלח שיוסיפו למים תמיד תתמוסס במים. רעות, לעומתו, טענה שעידן טועה, כי לכל תמיסה יש נקודת רוויה, ומעבר לנקודה זאת אי אפשר להמיס יותר את המומס בממס. מי משניהם צודק? הסבירו את תשובתכם.

2. בטבלה שלפניכם מרוכזים נתונים על מידת המסיסות של חומרים מסוימים במים בטמפרטורת החדר.

חומר	מסיסות במים (כמות מרבית בגרמים של החומר שאפשר להמיס ב-100 גרם מים ב-25°C)
מלח בישול	35.7
סוכר	211
גיר	0.0014
חול	זניחה (0)
כוהל	בכל יחס שהוא
שמן סויה	זניחה (0)
חמצן	0.0014
פחמן דו-חמצני	0.144

עיינו בטבלה וענו על השאלות הבאות:

א. איזה חומר מבין זוגות החומרים הבאים הוא בעל המסיסות הגבוהה ביותר במים:

א1. מלח בישול או סוכר?

א2. פחמן דו-חמצני או חמצן?

א3. גיר או חמצן?

ב. דרגו את מסיסות החומרים הנתונים בטבלה: מהחומר בעל המסיסות הגבוהה ביותר לחומר בעל המסיסות

הנמוכה ביותר. איזה מהחומרים הוא קשה תמס?

ג. נסחו מסקנה הנובעת מנתוני הטבלה.

3. ציינו שני גורמים המשפיעים על מהירות ההתמוססות של חומר מוצק בחומר נוזלי. תארו כיצד כל אחד מהגורמים משפיע על מהירות ההתמוססות.

4. תארו תופעות מחיי היומיום, שבהן מבחינים בהשפעת הטמפרטורה על מסיסותם של חומרים.

5. התבוננו בטבלה הבאה וענו על השאלות הבאות:
מסיסות מלחים במים בטמפרטורה של 20°C .

המלח	כמות (גרם בליטר מים)
מלח בישול - $\text{NaCl}_{(s)}$	360
מגנזיום כלורי - $\text{MgCl}_{2(s)}$	542
סידן כלורי - $\text{CaCl}_{2(s)}$	745

- א. מדוע חשוב לציין את טמפרטורת המים?
- ב. איזה מהמלחים הוא המסיס ביותר במים בטמפרטורה של 20°C , ואיזה מלח הוא המסיס פחות מכול?
- ג. מסיסות המלח נתן ברומי בטמפרטורה של 50°C היא 1160 גרם בליטר מים. האם אפשר לומר שהוא מסיס יותר במים בהשוואה למלחים המצוינים בטבלה? הסבירו את תשובתכם.
6. לפניכם ארבע כוסות המכילות אותה כמות של מים, אך טמפרטורת המים בכוסות שונה:
- כוס 1 - מים בטמפרטורה של 5°C .
 - כוס 2 - מים בטמפרטורה של 75°C .
 - כוס 3 - מים בטמפרטורה של 15°C .
 - כוס 4 - מים בטמפרטורה של 35°C .
- לכל אחת מהכוסות נוספה קוביית סוכר אחת. ענו על השאלות הבאות:
- א. סדרו את הכוסות על-פי מהירות ההתמוססות של קוביית הסוכר במים, מהכוס שבה ההתמוססות תהיה האטית ביותר ועד לכוס שבה ההתמוססות תהיה המהירה ביותר.
- ב. הסבירו את תשובתכם.

7. א. השלימו את הטבלה הבאה על-פי הדוגמה:

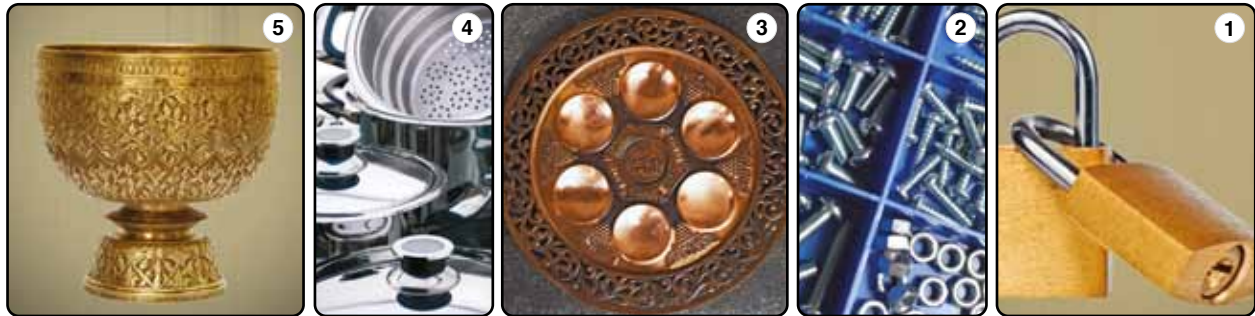
אם תיווצר תמיסה		תיווצר תמיסה כן/לא	חומר ב'	חומר א'
מומס	ממס			
סוכר	מים	כן	סוכר	מים
			מים	שמן
			מים	מלח
			מים	חול
			שמן	תרכיז פטל
			לקה (לציפורניים)	אצטון
			קמח	מים
			מים	כוהל אתאנול
			נפט	שמן
			פחמן דו-חמצני	מים

ב. כמה תמיסות נוצרו? הסבירו מדוע נוצרו תמיסות אלה.

ג. מדוע לא נוצרו תמיסות ביתר הערבובים?

8. הסבירו ברמת החלקיקים מה קורה בתהליך ההמסה של כוהל אתאנול (חומר מולקולרי) במים?

9. הסבירו ברמת החלקיקים מה קורה בתהליך ההמסה של מלח בישול (חומר יוני) במים?



מוצרים מסגסוגות: 1. מנעולים מפלדה ופליז 2. ברגים ואומים מפלדה 3. מגש מברונזה 4. כלי נירוסטה 5. קערה מפליז

מסג או **סגסוגת**, היא **תערובת אחידה** שאחד ממרכיביה המרכזיים הוא מתכת, ושאר המרכיבים הם כמויות שונות של מתכות אחרות ו/או פחמן שהותכו יחד, על כן היא מכונה גם בשם **נתך**. המסג הוא בעל תכונות הדומות לתכונות היסודות המרכיבים אותו, כגון קשיחות, גמישות, מוליכות חשמלית ועוד.

דוגמאות לסגסוגות:



מדליית ארד

● **ארד** (שם נפוץ: ברונזה) היא סגסוגת של המתכות **נחושת** ו**בדיל**. היחסים בין הכמויות של שתי המתכות בסגסוגת קובעים את תכונות הסגסוגת הנוצרת, כמו: קשיות שונה ועמידות שונה לחום ולחצים. שינוי בכמות הבדיל המוספת לנחושת יוביל לקבלת סגסוגת ארד השונות בתכונותיהן. סגסוגת ארד המכילה 8.5% בדיל תשמש לגלגלי שיניים בעוד שסגסוגת ארד המכילה 9%-12 בדיל תשמש לאנדרטות, מדליות ומטבעות. על-ידי שינוי הכמויות היחסיות שבארד ניתן לקבל סגסוגות בעלות תכונות רצויות בהתאם לשימושים המבוקשים.



כלי נירוסטה

● **פלדה** היא סגסוגת של ברזל ומעט פחמן. כפי שלמדנו הברזל עובר תהליך החלדה בנוכחות חמצן ומים. תוספת פחמן לברזל גורמת למניעת ההחלדה. פלדה עם מעט פחמן נמשכת למגנט כמו ברזל. פלדת אל-חלד מכילה כ-25% כרום ואינה נמשכת למגנט. לעתים מוסיפים לסגסוגת הפלדה יסודות אחרים, כמו צורן, מגנזיום, מגן, כרום וניקל. שינוי בשיעורי תוספות אלה מאפשר להפיק סוגים שונים של פלדות בעלות תכונות מיוחדות, כמו: קשיות, גמישות, עמידות בפני חום ועוד. פלדה המשמשת לבניין צריכה להיות חזקה וגמישה, ואילו פלדה בלתי מחלידה (נירוסטה) צריכה להיות עמידה בפני החלדה. הפלדה משמשת לייצור מוצרים רבים: מכונות, גשרים, מסמרים, קפיצים, להבים של סכינים, כלי עבודה, מחטים ועוד.



פמוטים מפליז

● **פליז** היא סגסוגת של **נחושת** ו**אבץ**. הפליז היא סגסוגת קשה וחזקה הרבה יותר מאשר הנחושת הטהורה, אך המוליכות החשמלית שלה נמוכה יותר. סגסוגת הפליז שימשה בעבר לייצור ידיות של דלתות, פמוטים ועוד. כיום, היא משמשת למצפנים, כלי נשיפה ממתכת ובעיקר לחפצי נוי.



טבעת זהב

● **זהב** טהור הוא מתכת רכה. על מנת לאפשר עיבוד של המתכת לתכשיטים משתמשים בסגסוגת של זהב ונחושת (זהב צהוב) או זהב וכסף (זהב לבן). המתכת הנוספת (נחושת או כסף) מקנה לסגסוגת הזהב קשיות המאפשרת שמירה על צורת התכשיט. כפי שלמדנו, על מנת לציין את ריכוז הזהב בסגסוגת משתמשים ביחידות של קרט, כאשר סגסוגות זהב עם 14 או 18 קרט משמשות לתכשיטים ואילו זהב טהור הוא 24 קרט.



איזה והעמקה

חומרים מרוכבים



קסדת אופנוענים

חומר מרוכב הוא חומר מעשה ידי-אדם שתכונותיו עולות על התכונות של כל אחד מהחומרים שבו. כלומר צירוף של חומרים השונים בתכונותיהם מאפשר קבלת חומרים חדשים שתכונותיהם עדיפות על-פני תכונות החומרים המרכיבים אותם. לחומרים המרוכבים מספר תכונות מיוחדות המעניקות להם יתרונות בכל הנוגע לשימושים בהם: משקל מוצר נמוך, עמידות מצוינת בקורוזיה, תכונות מכניות מובחרות, כגון חוזק וקשיחות. על כן הם משמשים במטוסים, סירות, גלשנים ויאכטות, צינורות, גשרים ועוד.

מוצרים העשויים מחומרים מרוכבים:

- לבנים העשויות מקש, תבן וטיט.
- בטון משוריין עשוי מצמנט (תערובת של אבן גיר, חול ים קוורצי וחרסית), מוטות ברזל וגרגירי חול וחצץ.
- קסדת אופנוענים העשויה מסיבי פיברגלס וחומר פולימרי.

להרחבה והעמקה עיינו במאמר "[חומרים מרוכבים - היכרות על קצה המזלג](#)", (אקונס אביב, "על כימיה", גיליון 9, מרץ 2006).



לבנים



אלול

1. מהם חומרים מרוכבים, ומהן תכונותיהם?
2. מהם השימושים של החומרים המרוכבים המוזכרים בקטע?
3. הביאו דוגמאות למוצרים העשויים מחומרים מרוכבים.
4. היעזרו במקורות מידע וציינו דוגמאות נוספות למוצרים העשויים מחומרים מרוכבים. ציינו את מקורות המידע שבהם נעזרתם.

1. הפרדת תערובות

כאמור, רוב החומרים על-פני כדור הארץ נמצאים בתערובות: סלעים, קרקע, מי ים ועוד. ישנם סלעים המכילים סידן פחמתי (המינרל קלציט) או נתון כלורי (המינרל הליט). בארצות רבות חוצבים את ההליט כשהוא מעורב בחומרים אחרים, ויש להפרידו מחומרים אלו, כדי שיהיה ראוי למאכל (מלח בישול). בארץ נמצא מלח בישול מעורב בחומרים אחרים בים המלח.

כדי להפריד בין החומרים השונים הנמצאים בתערובת, יש לאתר את התכונות האופייניות לכל חומר בתערובת, המבדילות בינו לבין שאר החומרים, כמו: מצב צבירה, מסיסות בממסים שונים, משיכה למגנט. תכונה המאפשרת להפריד בין החומרים הנמצאים בתערובת נקראת **תכונה מפרידה**.

שיטות להפרדת תערובות

אחד המאפיינים של תערובת הוא שאפשר להפרידה לחומרים השונים בשיטות פשוטות יחסית. נדגיש כי שיטות להפרדת התערובות הן תהליכים פיזיקליים, מפני שבמהלכם סוג החלקיקים והרכבם אינו משתנה. בסעיף זה נסקור ונבצע מספר שיטות שונות להפרדת תערובות.

הפרדת תערובות באמצעות סינון



ניפוי קמח

שיטה זו מתאימה להפרדת תערובות לא אחידות של מוצק ונוזל או של מוצקים שונים.

התכונה המפרידה שבה משתמשים לצורך סינון, היא גודל הגרגרים. המסננת או הנפה היא כלי שיש בו חורים. הגרגרים הקטנים עוברים דרך החורים אל כלי הנמצא מתחת לנפה, ואילו הגרגרים הגדולים יותר, שאינם עוברים דרך החורים, נשארים בנפה.



ניסוי 7: סינון מלח וקמח

מטרת הניסוי: הפרדה בין מלח בישול לבין קמח.

ציוד וחומרים: מלח בישול גס, קמח, מסננת או נפה לקמח, קערה.

מהלך הניסוי:

1. ערבבו מלח בישול (גס) בקמח.
2. שפכו את התערובת לתוך מסננת ביתית או נפה לקמח, וטלטלו בחוזקה מעל קערה.
 - א. איזה חומר עבר אל הקערה?
 - ב. מה נשאר במסננת?
 - ג. מה תוכלו לומר לגבי גודל החורים במסננת בהשוואה לגודל גרגרי הקמח ולגודל גרגרי מלח הבישול?

הפרדה באמצעות סינון מקובלת מאוד בתעשייה, בעיקר לניקוי ראשון של חומרי גלם טבעיים. לדוגמה: במפעל הפוספטים בנגב, חומר הגלם הוא סלעים העוברים גריסה. לאחר הגריסה מתקבלים שבירי סלעים בגדלים שונים וחול. באמצעות נפות מתאימות מפרידים בין החול לבין האבנים, וכן בין אבנים בגדלים שונים. בתעשייה הכימית ובתעשיית המזון והתרופות משתמשים בסינון להפרדת המים או ממסים אחרים מהתוצר המוצק. גם בטיפול בשפכים השלב הראשון הוא הפרדת מוצקים שונים מן המים באמצעות סינון.



3 פ"ה סרט

צפו בסרטון "[הפרדה על-ידי סינון](#)" וענו על השאלות הבאות:

1. מהם חומרי התערובת המוצגת בסרטון?
2. כיצד הופרדו חומרי התערובת זה מזה?
3. האם בסיום הניסוי התערובת הופרדה לגמרי לשני החומרים שבה? נמקו את תשובתכם. אם תשובתכם שלילית, הציעו דרך להמשיך תהליך ההפרדה.

הפרדת תערובות באמצעות אידוי

משתמשים בשיטה זו לייבוש או לקבלת החומר המומס שהיה בתמיסה. התכונה המפרידה בשיטה זאת היא נקודת הרתיחה או יכולת ההתאדות השונה של כל חומר. מאדים את הממס (בדרך כלל נוזל) בחימום, והחומר המומס (בדרך כלל מוצק) שוקע. בים המלח ישנן ברכות אידוי ה"מנצלות" את חום השמש, ובהן שוקעים מלחים שונים, לאחר שרוב המים התאדו.



ברכת אידוי בים המלח

הפרדת תערובות באמצעות כרומטוגרפיה

כרומטוגרפיה הוא שם כולל לשיטות הפרדה המסתמכות על ההבדל ביכולת של החומרים השונים להסתפח לחומר נתון. פירוש המושג "כרומטוגרפיה" ביוונית הוא "רישום בעזרת צבעים". פעמים רבות החומרים הנפרדים הם צבעוניים, ומכאן מקור השם.

כשמכנים צבע, מערבבים צבענים (פיגמנטים) שונים (חומרים הנותנים לצבע את הגוון הרצוי) עד שמקבלים את הגוון המבוקש. אם אנו מעוניינים לבדוק אילו גוונים מרכיבים צבע מסוים, אפשר להשתמש בכרומטוגרפיה, כדי להפריד את הצבענים זה מזה, וכך לגלות את החומרים בתערובת.

אנו נתאר הפרדה באמצעות כרומטוגרפיה, כאשר החומר הסופח הוא נייר סינון:



מערכת להפרדה בכרומטוגרפיה

שמים טיפה מהתערובת על גבי פס נייר סינון. יש לסמן את מקום הטיפה בקו דק בעיפרון ולוודא שהטיפה נמצאת במרחק של 2 סנטימטרים מקצה נייר הסינון. ההפרדה נעשית על-ידי ספיגת ממס על גבי נייר הסינון. ממלאים כוס עם ממס עד לגובה של 0.5 סנטימטר. טובלים את נייר הסינון בממס. הממס מתחיל לנוע ו"לטפס" על נייר הסינון ותוך כדי התנועה במעלה נייר הסינון, הוא "גורר" עמו את החומרים המצויים בתערובת. כוחות משיכה פועלים בין הנייר לבין כל אחד מהחומרים בתערובת. חומר שבינו לבין הנייר פועלים כוחות משיכה חלשים, ינוע במהירות רבה יותר. חומר שבינו לבין הנייר פועלים כוחות משיכה חזקים, ינוע באטיות רבה יותר. כמו כן פועלים כוחות משיכה שונים בין הממס לבין חומרים בתערובת, ולכן כל חומר יעבור מרחק שונה בזמן נתון. אנו נראה זאת בנקודות בעלות צבעים שונים על גבי נייר הסינון. הנקודות מעידות על החומרים השונים בתערובת. להדגמת השיטה נעשה הפרדה של דיו. כיום, כרומטוגרפיה משמשת בתחומים שונים בביוכימיה, בכימיה, בתחום הזיהוי הפלילי, בתעשיית המזון ובתעשיית התרופות.



ניסוי 8: הפרדת דיו בכרומטוגרפיה

מטרת הניסוי: לבדוק מהם הצבעים שמהם מורכב הדיו.

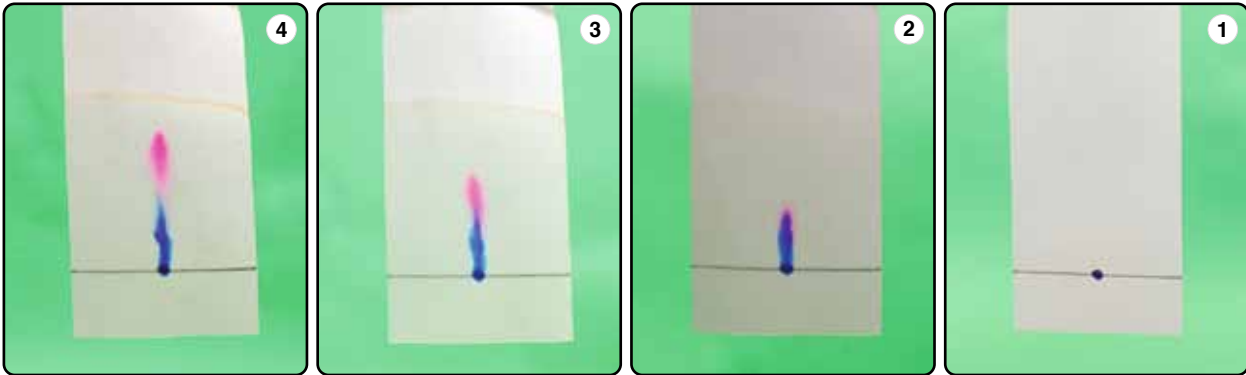
ציוד וחומרים: קיסם, נייר סינון, עיפרון, סרגל, כלי להחזקת הנייר, דיו או טוש, מים.

מהלך הניסוי

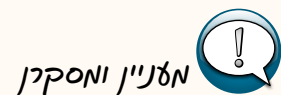
1. בדקו שנייר הסינון מגיע עד לתחתית הכלי כשהוא מוחזק בקיסם המושחל דרכו ונשען על דפנות הכלי. הוציאו את הנייר מהכלי (ראו תמונה לעיל).
2. שפכו בזהירות מים לכלי עד לגובה חצי סנטימטר והציבו אותו במקום שתבחרו. משלב זה יש להקפיד שלא להזיז את הכלי.
3. סמנו קו בעיפרון (השתמשו בעיפרון בלבד) כ-2 סנטימטרים מהקצה התחתון של נייר הסינון (ראו תמונה).
 - א. מדוע חשוב להקפיד ולסמן את הקו בעיפרון בלבד ולא בעט?
 - ב. ציירו בדיו או בטוש, נקודה קטנה באמצע הקו שציירתם (ראו תמונה).
5. הניחו את נייר הסינון בכלי, כך שהמים יגעו בנייר **אך לא בדיו. אל תזיזו את הכלי.** המתינו כ-10 דקות.
6. רשמו את תצפיותיכם, בכמה צבעים הבחנתם?

7. רשמו את מסקנותיכם.

8. הוציאו את נייר הסינון, יבשו אותו והדביקו במחברת.



שלבים בכרומטוגרפיה של דיו



סוגי דיו

דיו הוא נוזל הנועד לרישום על משטח. רוב סוגי הדיו נועדו לכתיבה או להדפסה על נייר. הדיו המיועד לדפוס הוא תערובת של חומרי צבע בשמן. הדיו המיועד לכתיבה הוא תערובת של חומרי צבע במים – תמיסה מימית. יש שני סוגים של דיו לכתיבה, הסוג הראשון עשוי בעיקר מחומרים לצביעה המרחפים בנוזל ובחומר מקשר (binder). כשכותבים על הנייר, הנוזל מתאדה, והחומר המקשר גורם לחומרי הצבע להידבק לנייר. ואילו הסוג השני מורכב מצבע מומס בנוזל, צבע זה נספג בנייר ונשאר בשכבה הפנימית של הנייר.



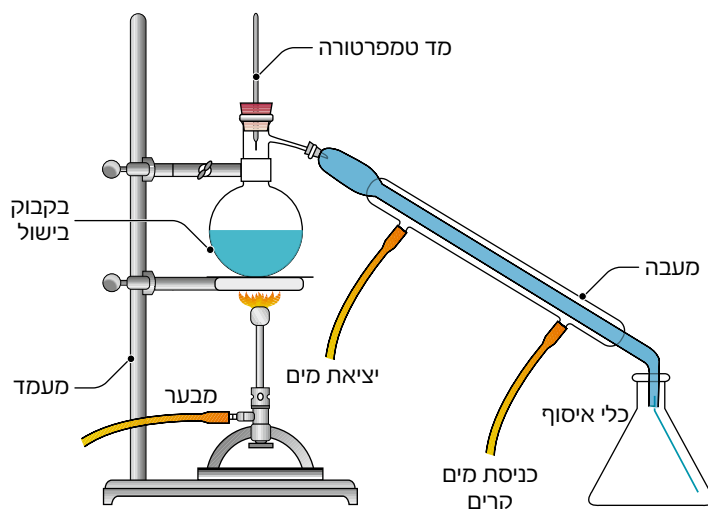
בארצות ערב השתמשו בדיו עתיק שהיה מורכב מאבקת פחם (צבע) ומדבש (חומר מקשר וממס). תערובות כאלה יובשו, ובעת הכתיבה נהגו להוסיף מים להמסה. הדיו העתיק הזה נותר עמיד מאוד לאורך מאות שנים. אפשר להכין דיו כזה מפחם ודבש.



1. למה משמש הדיו?
2. האם הדיו הוא יסוד, תרכובת או תערובת?
3. מהו ההרכב של דיו עתיק, ובמה ייחודו?
4. אתרו מידע על אודות סוגי דיו שונים והתייחסו להרכב ולאופן השימוש. ציינו את מקורות המידע שבהם נעזרתם.

הפרדת תערובות באמצעות זיקוק

כאשר רוצים להפריד תערובת של שני נוזלים או יותר, התכונה המפרידה שמשמשים בה לצורך ההפרדה היא נקודת הרתיחה של הנוזלים, האופיינית לכל אחד מהם. כאשר מחממים את התערובת, הנוזל בעל נקודת הרתיחה הנמוכה יותר ירתח ראשון ויהפוך לאדים. את האדים אוספים במכשיר זיקוק, האדים מתקררים לאורך המעבה של מכשיר הזיקוק והופכים שוב לנוזל (מתעבים), ואותו אוספים בכלי המתאים (ראו איור). באותו אופן מופרדים הנוזלים האחרים בתערובת.



איור 1: מערכת זיקוק



ניסוי 9: זיקוק יין - הדגמת מורה

מטרת הניסוי: הפרדת כוהל מיין על-ידי זיקוק.

ציוד וחומרים: מערכת זיקוק כמתואר באיור 1, רצועות נייר, קערת חרסינה, גפרורים, 50 סמ"ק יין שולחני אדום, מים מזוקקים, כוהל אתאנול בבקבוקון קטן עם טפי.

מהלך הניסוי

- הרכיבו את מערכת הזיקוק, כמתואר באיור 1.
- הכניסו לתוך בקבוק הבישול כ-50 סמ"ק יין אדום.
- חממו בזהירות את היין.
- כאשר הטמפרטורה מתקרבת ל- 100°C , הפסיקו את החימום.
- החזיקו רצועת נייר במלקחיים וטפטפו עליה כוהל אתאנול (מהבקבוקון) עד להספתה. הדליקו את הנייר בזהירות מעל קערת חרסינה.



5. חזרו על סעיף 4, אולם הפעם טבלו את הנייר במים.
6. חזרו על סעיף 4 עם הנוזל שנאסף בכלי האיסוף.
7. חזרו על סעיף 4 עם הנוזל שנשאר בבקבוק הבישול.
8. העתיקו את הטבלה למחברותיכם והשלימו את המידע החסר:

חומר טהור/תערובת	דליקות	ריח	צבע	הנוזל
				כוהל אתאנול
				מים
				יין
				הנוזל בכלי האיסוף
				הנוזל שנשאר בבקבוק

9. מהו, לדעתכם, הנוזל בכלי האיסוף?
10. איזה נוזל, לדעתכם, נשאר בבקבוק הבישול? מהו צבעו? האם תוכלו לשער מדוע?



צפו בסרטון "זיקוק"

1. מהי התכונה המפרידה שבעזרתה מפרידים את הנוזלים זה מזה?
2. מהי שיטת ההפרדה?
3. אילו נוזלים הופרדו זה מזה בסרטון?
4. היכן מיישמים שיטת הפרדה זאת?

הפרדת האוויר למרכיביו

האוויר היבש הוא תערובת אחידה המכילה בהרכב נפחי 78.1% חנקן, 21% חמצן, 0.03% פחמן דו-חמצני, מעט גזים אצילים (נאון, הליום, קריפטון וקסנון) וגזים נוספים בכמויות קטנות. האוויר הרגיל מכיל גם אדי מים (לחות האוויר תלויה בתנאי מזג האוויר). האוויר חיוני לתהליך הנשימה ולקיום החיים. מעבר לכך הוא מהווה מקור עיקרי להפקת הגזים חמצן, חנקן וגזים אצילים המשמשים לצרכים שונים. החמצן משמש לנשימה ברפואה ובצלילה (בלוני חמצן). החנקן משמש לייצור דשנים, בתעשיית המזון וברפואה להקפאת תאים. הגזים האצילים משמשים בעיקר לתאורה וההליום משמש כידוע למילוי בלונים. כיצד אפשר להפריד את האוויר למרכיביו? בשלב ראשון האוויר עובר דרך מערכת מסננים המטהרים אותו מאבק, ומזהומים מוצקים אחרים. בשלב שני האוויר עובר דרך מסננים נוספים הסופגים מים, פחמן דו-חמצני ופחמימנים. המים והפחמן הדו-חמצני מסולקים כי בטמפרטורות הנמוכות שבהן עובדים, הם הופכים למוצקים ועלולים לחסום את הצנרת. הפחמימנים שבאוויר מסולקים ממנו מפני שהם חומרים דליקים, שכן בבואם במגע עם חמצן ובנוכחות ניצוץ הם מתלקחים. אמנם כמותם באוויר מזערית, אולם בעבודה עם כמויות גדולות של אוויר היא בעלת משמעות. לאחר מכן עובר האוויר הגזי תהליך של דחיסה וקירור לטמפרטורה של -200°C , עד שהוא מתעבה (הופך לנוזל), ואז מבצעים זיקוק. טמפרטורת הרתיחה של חנקן היא: -195.65°C והיא נמוכה מזו של חמצן, שהיא -182.96°C , על כן בחימום אוויר נוזלי, החנקן יתאדה ראשון. את החנקן אוספים בכלי האיסוף, ואילו בבקבוק הבישול נשארת תערובת של אוויר מועשר בחמצן, שאריות של חנקן ושאר מרכיבי האוויר שנותרו בתערובת. בהמשך הזיקוק יופרדו גם החמצן ומרכיבי האוויר האחרים.

ייצוג קטע מידע

1. קראו קריאה ראשונית (מהירה) את קטע המידע לעיל וכתבו במה הוא עוסק.
2. קראו שוב את הקטע בעיון וייצגו את עיקרי המידע שבקטע, באופן שיעזור לכם לזכור ולהבין את עיקרי התוכן. זכרו:
 - אפשר לייצג את המידע שמופיע בקטע במספר דרכים: טבלה, תרשים זרימה, גרף עמודות, גרף עוגה, גרף קווי, תמונה. בחרו את הדרך המתאימה לתוכן ולכם.
 - לאחר הכנת הייצוג עיינו שוב בקטע על מנת לוודא שכללתם בייצוג שהכנתם את מרב המידע שמופיע בקטע המידע.
3. לאחר הכנת הייצוג כתבו במה תרמה הכנת ייצוג המידע להבנת קטע המידע.



1. הביאו דוגמאות נוספות מחיי היומיום לשימוש באידיה להפרדת תערובות.
2. דנה ומיכל התווכחו ביניהן. דנה טענה שאם ממסים מלח בישול במים לקבלת תמיסה, ולאחר מכן מחממים את התמיסה, המים והמלח יתאדו יחד. מיכל טענה לעומתה, שהמים יתאדו ראשונים, כך שהמלח יצטבר בתחתית הכלי. מי צודקת? הסבירו את תשובתכם.
3. תלמידים קיבלו שני בקבוקים זהים (א' ו-ב'), ובכל אחד מהם נזל בנפח של 200 מ"ל. בקבוק א' הכיל מים מזוקקים, ובקבוק ב' הכיל תמיסת מלח מרוכזת. הציעו דרך שבה אפשר לזהות את תמיסת המלח ללא טעימת התמיסה.
4. השוו בין תהליך זיקוק היין לבין תהליך הפרדת האוויר. רשמו מאפיין אחד שבו שני התהליכים שונים זה מזה ומאפיין הדומה בשני התהליכים.



אתר קידוח נפט

5. הנפט הגולמי הוא תערובת של תרכובות פחמן המכונות פחמימנים. הנפט הגולמי הוא נוזל דליק וסמיך שצבעו שחור, חום כהה או ירוק כהה, והוא בעל ריח אופייני. על מנת להפריד את מרכיבי הנפט הגולמי מבצעים זיקוק במגדל זיקוק. מרכיביו השונים מופרדים באמצעות הזיקוק, ובמהלכו מתעבים מרכיביו השונים של הנפט בגבהים שונים של המגדל, כך שבכל קומה במגדל נאסף מרכיב אחר; סולר, בנזין, קרוסין (דלק של מנועי סילון), שמני סיכה, אספלט.
- א. מהם המרכיבים של הנפט הגולמי?
- ב. מהי השיטה להפרדת הנפט הגולמי?
- ג. במה דומה שיטה זו לשיטה להפרדת יין ובמה היא שונה ממנה?
- ד. היכן יש בארצנו מגדלים לזיקוק נפט גולמי?



ניסוי 10: הפרדת תערובת של ברזל, פלפל שחור ומלח בישול

מטרת הניסוי: הפרדת תערובת של מספר חומרים באמצעות מספר תכונות מפרידות

ציוד וחומרים: זכוכית מגדלת, מגנט, נייר סינון, כוס כימית, אבקת ברזל, פלפל שחור, מלח בישול, מים.

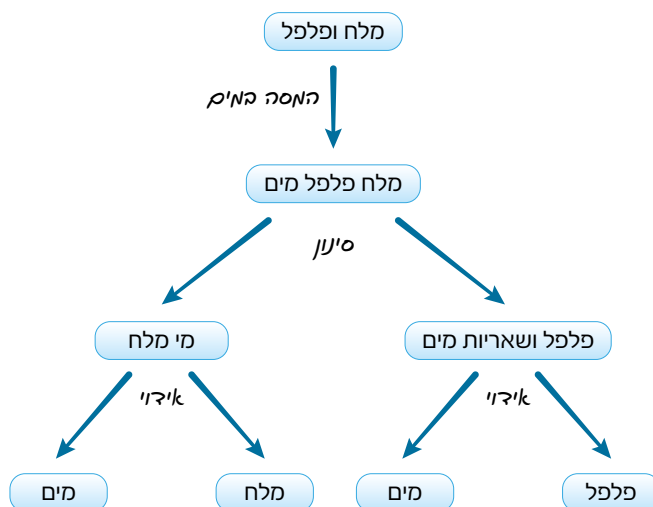
מהלך הניסוי

1. לפניכם תערובת המכילה: אבקת ברזל, פלפל שחור ומלח בישול. התבוננו בתערובת דרך זכוכית מגדלת ורשמו את תצפיותיכם במחברת.
2. אלו תכונות תסייענה לכם להפריד את החומרים בתערובת?
3. דונו עם חבריכם ותכננו את מהלך ההפרדה של התערובת. היעזרו בתכונות החומרים המרכיבים את התערובת שקיבלתם ובשיטות ההפרדה המתוארות בפרק.

4. תכננו את ההפרדה לפי שלבים וחשבו על הסדר המתאים להפרדה. רשמו בכל שלב:
- א. את התכונה המפרידה שבאמצעותה תיעשה ההפרדה.
 - ב. תיאור ההפרדה.
 - ג. כלים וחומרים הנחוצים לביצוע ההפרדה.
 - ד. מהו החומר שיופרד בכל שלב?
 - ה. אילו חומרים נותרו בתערובת בכל שלב?
 - ו. הראו למורה את הצעתכם להפרדת התערובת וקבלו את אישורו/ה לביצוע ההפרדה.
5. לאחר קבלת אישור מהמורה, בצעו את ההפרדה.
6. בדקו תכונות של כל חומר בנפרד, העתיקו את הטבלה למחברת והשלימו אותה:

חומר/תכונה	מצב צבירה	צבע	משיכה למגנט	מסיסות במים
אבקת ברזל				
פלפל שחור				
מלח בישול				

נהוג להציג במדע תרשימי זרימה לתהליכים שונים. מטרת תרשימים אלה היא להציג באופן ויזואלי ומתומצת את השלבים העיקריים של התהליכים. באיור 2 מתואר תרשים זרימה של תהליך הפרדת התערובת מלח ופלפל.



תרשים 1: הפרדת התערובת מלח ופלפל

התבוננו בסרט [הפרדת תערובות](#) וענו על השאלות הבאות:

1. מהם חומרי התערובת המופיעה בסרטון?
2. מהו החומר הראשון שהופרד מהתערובת?
3. רשמו את התכונה המפרידה שבאמצעותה הופרד החומר הראשון.
4. מדוע נאלצו לבצע שלב נוסף להפרדת החומר הראשון בתערובת?
5. מה נותר בצלחת הפטרי לאחר הפרדת החומר הראשון של התערובת?
6. כיצד הציעו בסרטון להפריד את יתר חומרי התערובת? מה, לדעתכם, יקרה בעקבות זאת?
7. לאחר הפרדת החומר הראשון בתערובת, ציינו את התכונה המפרידה בכל שלב של הפרדת חומרי התערובת שנותרו בצלחת הפטרי.
8. לסיכום תהליך ההפרדה, בנו תרשים זרימה של תהליך הפרדת התערובת.



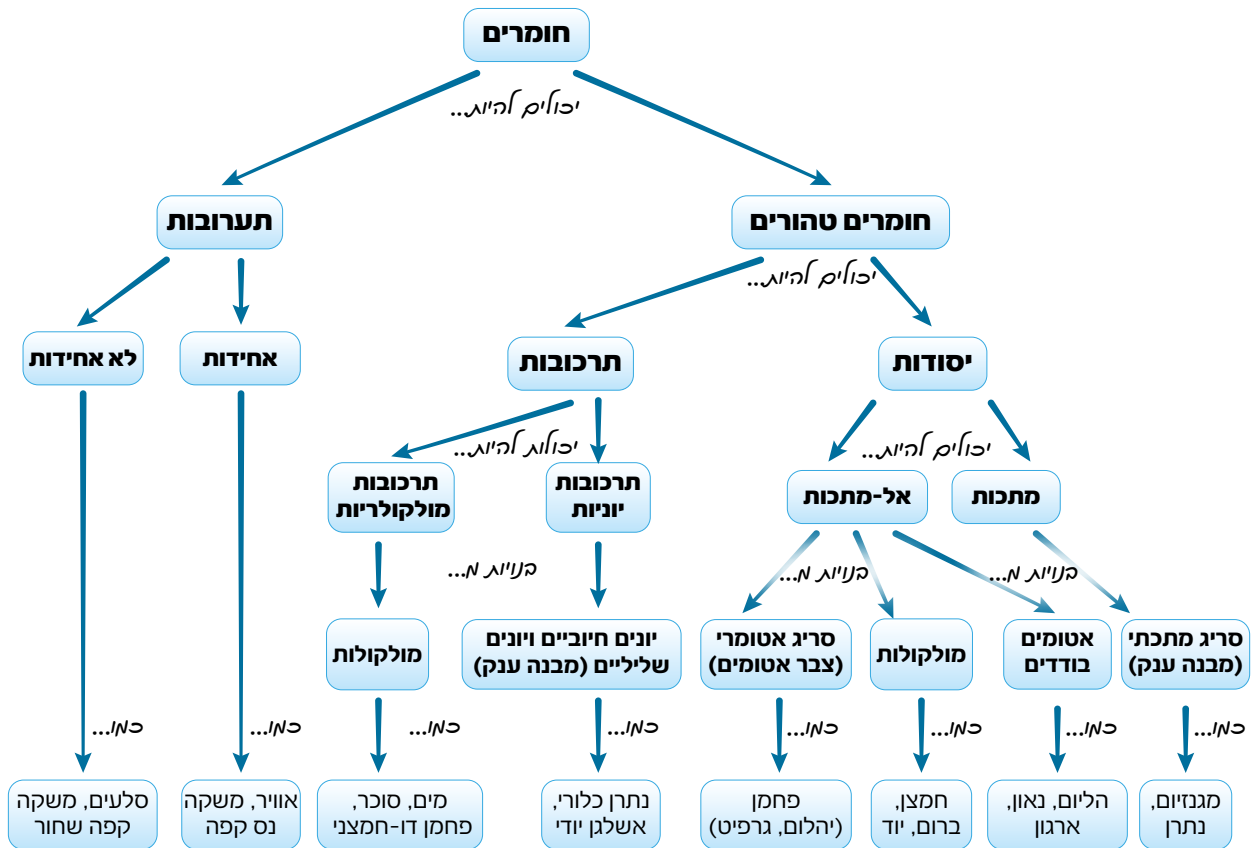
ה. מה למדנו בפרק זה?

- ✓ תערובת מכילה שני חומרים או יותר.
- ✓ רוב החומרים בטבע ובחיי היומיום הם תערובות מסוגים שונים; תערובות אחידות ולא אחידות, תמיסות מהולות, מרוכזות, רוויות ועוד.
- ✓ מסיסות החומר תלויה לעתים בטמפרטורה.
- ✓ ערבוב או/ו טמפרטורה משפיעים על קצב ההתמוססות.
- ✓ המסג (הסגסוגת) הוא תערובת אחידה שמרכיביה המרכזיים הם מתכות.
- ✓ אפשר להפריד תערובת לחומרים שבה באמצעות תהליכים פיזיקליים.
- ✓ תכונה מפרידה היא תכונה המאפשרת להפריד חומרים בתערובת.
- ✓ שיטות מקובלות להפרדת תערובות הן: סינון, אידוי, כרומטוגרפיה, זיקוק.
- ✓ הטבלה הבאה מסכמת את המאפיינים העיקריים של תערובת ותרכובת:

מאפיינים עיקריים של תרכובת	מאפיינים עיקריים של תערובת
תרכובת היא חומר טהור	תערובת היא חומר לא טהור הכולל שני חומרים טהורים או יותר (יסודות ו/או תרכובות)
נוצרת בתהליך כימי	נוצרת על ידי ערבוב של חומרים (יסודות ו/או תרכובות)
בעלת הרכב קבוע	הכמויות של החומרים בתערובת אינן קבועות
ניתנת לפירוק בתהליכים כימיים בלבד	ניתנת להפרדה בתהליכים פיזיקליים

- ✓ תהליך החקר המדעי כולל מספר שלבים: **תכנון** - הגדרת מטרה, העלאת השערות, בחירת כלים וחומרים; **ביצוע הניסוי**; **איסוף ועיבוד ממצאים**; **ייצוג והצגת הממצאים**; **הסקת מסקנות**.
- ✓ ייצוג מידע בקטע מדעי יכול להיעשות בצורה מילולית או בצורה חזותית באמצעות טבלאות ואיורים: תרשימים, גרפים, תמונות ומפות.

להלן התרשים המסכם שליווה את לימודנו בנושא חומרים:



תרשים 2: מיון חומרים 6

שאלות סיכום

1. היעזרו בהיכרותכם עם חומרים שונים מחיי היומיום וכתבו דוגמאות לתערובות:

סוג התערובת	מצב הצבירה של החומרים היוצרים את התערובת	דוגמה לתערובת
תערובת אחידה	גז וגז	
	נוזל ונוזל	
	מוצק ונוזל	
	מוצק ומוצק	
תערובת לא אחידה	נוזל ונוזל	
	מוצק ונוזל	
	מוצק ומוצק	

2. לפניכם רשימת חומרים: נחושת, כלור, ברזל גפרי, מי ים, אדמה, מגנזיום, נתרן כלורי ומי סודה. מיינו את החומרים ליסודות, תרכובות ותערובות. הסבירו את תשובתכם.

3. כל מוצר הנמכר במדינת ישראל חייב לשאת תווית, ובה מפורטים מרכיביו. הסתכלו בתוויות של 5 מוצרים (תרופות, חומרי ניקיון, מאכלים וכדומה).

- אילו מהם אפשר להגדיר תערובות?
- האם בין המוצרים האלה יש המוגדרים יסודות? הסבירו.
- אילו מהם אפשר להגדיר כתרכובות?
- הסבירו כיצד קבעתם אם מדובר בתערובת, בתרכובת או ביסוד?



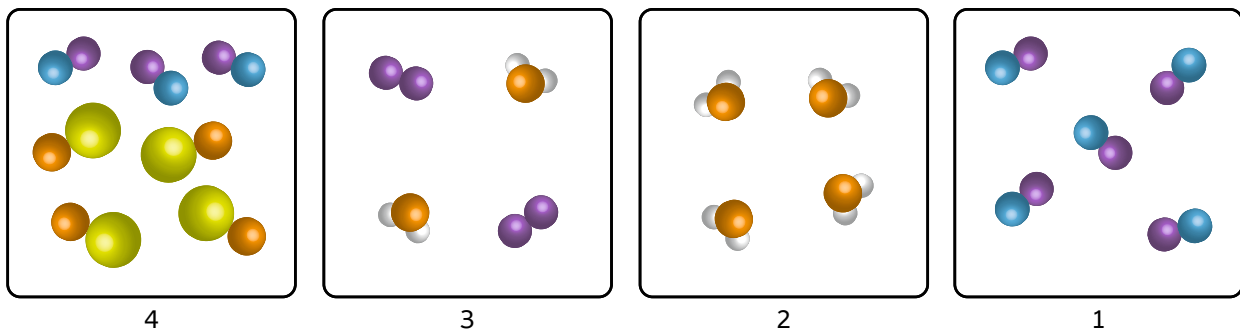
4. היעזרו במודל החלקיקים וציירו במחברת:
- את גז החמצן הנמצא בבולון א (כל מולקולה של חמצן מורכבת משני אטומי חמצן)
 - את גז החנקן הנמצא בבולון ב (כל מולקולה של חנקן מורכבת משני אטומי חנקן)
 - את האוויר הנמצא בבולון ג (כ-79% חנקן וכ-20% חמצן).

5. לפניכם איורים של מודלים למספר חומרים במצב גזי. העזרו במודל החלקיקים והשיבו על השאלות הבאות:

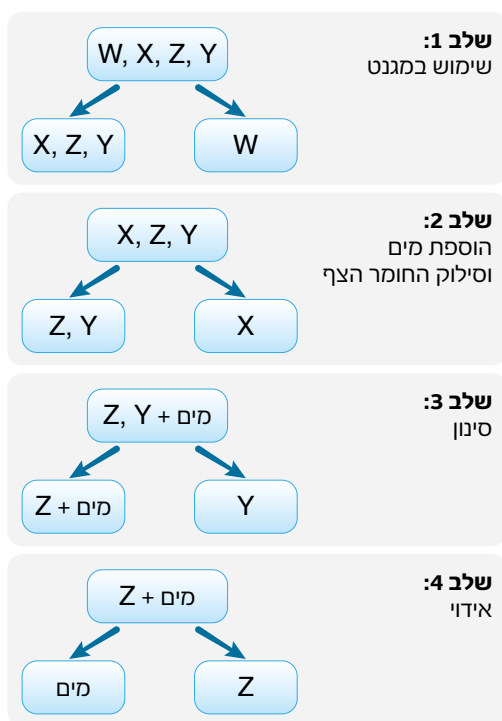
א. ציינו עבור כל איור, אם המודל מתאר יסוד, תרכובת או תערובת.

ב. ציינו עבור כל איור, אם החלקיקים המתוארים מייצגים מולקולות של חומר אחד או יותר.

ג. איזה מהאיורים מתאר תערובת של יסוד ותרכובת?



6. אסתר קיבלה תערובת של מלח, חול, שבבי ברזל וחתיכות קטנות של שעם. היא הפרידה בין חומרי התערובת בארבעה שלבים, כמתואר באיור. האותיות השרירותיות W, X, Y ו-Z מייצגות את ארבעת חומרי התערובת. זהו את החומרים (מלח, חול, ברזל או שעם) והתאימו אותם לאותיות.



חומר W הוא: _____
חומר X הוא: _____
חומר Y הוא: _____
חומר Z הוא: _____

7. תומר נפל מאופניו, והמלח שאותו נשא בשקית, נשפך. הוא אסף את המלח מהקרקע יחד עם חול ועלים, ושם את התערובת חזרה בשקית. העתיקו את הטבלה למחברת ותארו את השלבים שעל-פיהם צריך תומר לפעול כדי להפריד את המלח מהחול והעלים. נמקו כל שלב, היעזרו בדוגמה (שלב 1). ייתכנו יותר מארבעה שלבים או פחות.

שלב	תיאור הפעולה שעל החומר לבצע	הנימוק לביצוע השלב
1	לסנן את התערובת במסננת	כדי לסלק את העלים ולקבל מלח וחול בכלי נפרד
2		
3		
4		

8. מזקקים תערובת המכילה את שלושת הנוזלים א, ב, ג. טמפרטורות הרתיחה של הנוזלים:

נוזל א 56°C

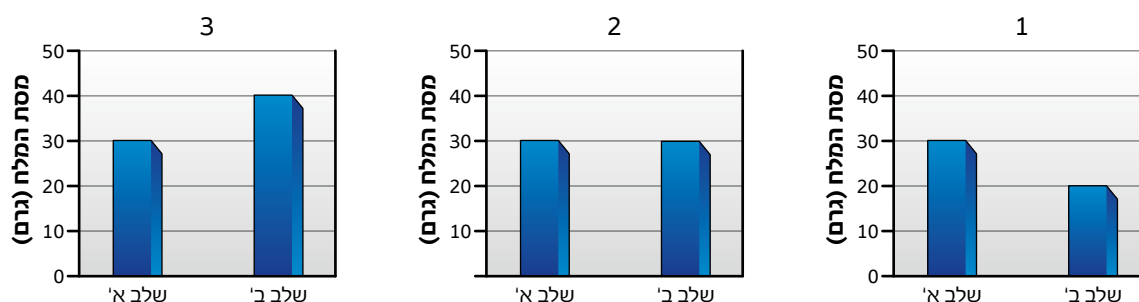
נוזל ב 220°C

נוזל ג 180°C

א. איזה נוזל מהנוזלים שבתערובת יופרד ראשון בתהליך הזיקוק? נמקו את תשובתכם.

ב. איזה נוזל מהנוזלים שבתערובת יופרד אחרון בתהליך הזיקוק? נמקו את תשובתכם.

9. תלמידים ערכו ניסוי כדי לבדוק האם וכיצד משתנה מסה של חומר כאשר ממיסים אותו במים. בשלב א' התלמידים מדדו את מסת המלח והמיסו אותו במים. בשלב ב' הם חימומו את מי המלח, אידו את המים ומדדו שוב את מסת המלח. איזה גרף מהגרפים הבאים מתאר בצורה הטובה ביותר את מסת המלח (כמות המלח) במהלך שני שלבי הניסוי? נמקו את תשובתכם.



10. איזה משפט מהמשפטים הבאים מתאר תהליך המסה של מוצק בנוזל לקבלת תמיסה?

א. חלקיקי המומס מתפזרים בין חלקיקי הממס ומוקפים בהם

ב. חלקיקי החומר המוצק שהומס אינם משנים את מיקומם בתמיסה

ג. חלקיקי החומר המומס נעלמים

ד. החומר המומס הופך ממוצק לנוזל

11. האוויר הוא:

- א. תרכובת של גזים שאיננה ניתנת להפרדה
- ב. תרכובת של גזים הניתנת להפרדה באמצעות זיקוק
- ג. תערובת של גזים שאיננה ניתנת להפרדה
- ד. תערובת של גזים הניתנת להפרדה באמצעות זיקוק

12. בסדום אפשר למצוא גושי מלח בישול המכוסים בגרגירי חול ובאבק. הציעו דרך שבאמצעותה אפשר לקבל מלח נקי. תארו בעזרת תרשים את שלבי ההפרדה וציינו את התכונה המפרידה בכל שלב.

13. במה שונה תערובת מי מלח מתערובת של מלח ופלפל? ציינו לפחות שני הבדלים.

14. במהלך הפרק התנסיתם בהפרדת תערובת של המוצקים קמח ומלח בישול באמצעות שיטת ההפרדה: סינון באמצעות נפה. ישנם מוצקים כגון מלח בישול וחול שהם בעלי גרגירים בגודל דומה, ועל כן אי אפשר להפרידם על-ידי סינון באמצעות נפה.

- א. הציעו דרך להפרדת תערובת של חול ומלח בישול.
- ב. ציינו אילו תכונות מפרידות יסייעו לכם להפריד את התערובת.
- ג. הוסיפו תרשים זרימה להפרדת התערובת.

15. בטון משוריין הוא חומר מרוכב. קראו בפרק את "מידע והרחבה" בנושא חומרים מרוכבים. היעזרו במקורות מידע נוספים על בטון משוריין וענו על השאלות הבאות:

- א. מהם המרכיבים של בטון משוריין?
- ב. במה שונה בטון משוריין מבטון רגיל?
- ג. באילו תחומים ומוצרים עושים שימוש בבטון משוריין?
- ד. עמודי תמיכה של מבנים עשויים מבטון משוריין. אילו בונים עמודים אלו מבטון רגיל, העמודים היו עבים מאוד. הסבירו מדוע.

נספח 1: מילון מונחים

המונח	ההגדרה
אלקטרוליזה	תהליך כימי של פירוק תרכובת בעזרת זרם חשמלי.
בסיס	חומר שה-pH שלו גדול מ-7, המשנה את צבעו של נייר לקמוס מאדום לכחול.
זיקוק	שיטה להפרדת תערובת אחידה של נוזלים שונים המבוססת על טמפרטורות הרתיחה השונות של הנוזלים בתערובת.
חומצה	חומר שה-pH שלו קטן מ-7, המשנה את צבעו של נייר לקמוס מכחול לאדום.
חוק שימור המסה (חוק שימור החומר)	בכל התהליכים הכימיים והפיזיקליים נשמרת המסה הכללית של החומרים המשתתפים בתהליך. כלומר סכום מסות המגיבים זהה לסכום מסות התוצרים (הגדרה מדעית שלמה מתייחסת לתהליכים המתרחשים במערכת סגורה).
יון	חלקיק טעון במטען חשמלי. יון חיובי - אטום (או חלקיק) שבו מספר האלקטרונים קטן ממספר הפרוטונים. יון שלילי - אטום (או חלקיק) שבו מספר האלקטרונים גדול ממספר הפרוטונים.
חומר בוחן (אינדיקטור)	חומר המשמש לזיהוי חומרים מסוימים. לדוגמה: קובלט כלורי משנה צבעו מכחול לוורוד בנוכחות מים ולכן משמש לזיהוי מים.
כרומטוגרפיה	שיטה להפרדת תערובת המבוססת על ההבדל ביכולת של חומרים להסתפח לחומר נתון. לדוגמה: סיפוח חומר לנייר סופג.
מוליך למחצה	חומר שמוליכותו החשמלית תלויה בגורמים חיצוניים כגון אור וטמפרטורה, על כן בתנאים מסוימים הוא מוליך זרם חשמלי ובתנאים אחרים אינו מוליך.
מסג (או סגסוגת)	תערובת אחידה במצב מוצק שאחד ממרכיביה המרכזיים הוא מתכת, ושאר המרכיבים הם מתכות ו/או פחמן שהותכו יחד.
סולם pH	סדרת ערכים בין 0 ל-14 המשמשים לדירוג של מידת החומציות והבסיסיות של חומרים בתמיסות (0 - חומר בעל דרגת חומציות גבוהה מאוד, 14 - חומר בעל דרגת בסיסיות גבוהה מאוד, 7 - תמיסה ניטרלית).
סינון	שיטה להפרדת תערובת לא אחידה של מוצק ונוזל או של תערובת מוצקים בעלי גרגרים בגודל שונה.
סריג יוני	מבנה מסודר בעל צורה גאומטרית מסוימת של יונים חיוביים ויונים שליליים.
שינוי כימי	שינוי בהרכב החומר ובתכונותיו הגורם ליצירת חומר או חומרים חדשים הבנויים מחלקיקים שונים מאלו של חומר המוצא (המגיב). לדוגמה: החלדה של ברזל.

שינוי פיזיקלי	שינוי שבמהלכו הרכב החומר ותכונותיו אינם משתנים. לדוגמה: שינוי מצב צבירה.
תהליך קולט אנרגיה (תהליך אנדותרמי)	תהליך כימי שבמהלכו נקלטת אנרגיה מהסביבה.
תהליך פולט אנרגיה (תהליך אקסותרמי)	תהליך כימי שבמהלכו נפלטת אנרגיה לסביבה.
תהליך סתירה (תגובת סתירה)	תהליך כימי בין חומצה ובסיס שבו נוצרים חומרים בעלי pH ניטרלי.
תהליך בעירה (תגובת בעירה)	תהליך כימי שבו חומר מגיב עם חמצן. התהליך מלווה בפליטת חום, אור או להבה, או צירוף שלהם.
תהליך כימי	תהליך שבו נוצרים (אחד או יותר) חומרים חדשים - תוצרים, שהרכביהם ותכונותיהם שונים מאלה של חומרי המוצא - המגיבים.
תכונה מפרידה	תכונה המאפשרת להפריד חומרים בתערובת כיוון שהיא מתבטאת באופן שונה בחומרי התערובת. לדוגמה: מסיסות חומר במים.
תמיסה	תערובת אחידה שמכילה ממס ומומס.
תמיסה רוויה	תמיסה המכילה את הכמות המרבית של מומס שאפשר להמיס בכמות מסוימת של ממס.
תערובת לא אחידה (הטרוגנית)	תערובת של שני חומרים או יותר שבה אפשר להבחין בין החומרים.
תערובת אחידה (הומוגנית)	תערובת של שני חומרים או יותר שבה אי אפשר להבחין בין החומרים.
תרכובת	חומר המורכב לפחות משני סוגי אטומים של יסודות שונים.
תרכובת יונית	תרכובת המורכבת מיונים חיוביים ויונים שליליים.
תרכובת מולקולרית	תרכובת המורכבת ממולקולות זהות הבנויות מאטומים שונים.

[illegible]

סיווג קבוצות הסיכון של חומרים מוכנים

סמלי הקבוצה			מספר קבוצת הסיכון	שם קבוצת הסיכון
 	 		1	חומרי נפץ
			2	גזים
			3	נוזלים דליקים
			4	חומרים מסוכנים במגע עם:
			5	חומרים מחמצנים
			6	חומרים רעילים
			7	חומרים רדיואקטיביים
			8	חומרים קורוזיביים (מאכלים)
			9	חומרים מסוכנים שונים
				חומר דליק
				חומר דליק ביותר
				מסוכן לסביבה