

משימות מתוקשבות לקידום למידה משמעותית בכימיה

ד"ר אורית הרשקוביץ, הטכניון, ד"ר מלכה יאיון, מכון ויצמן.

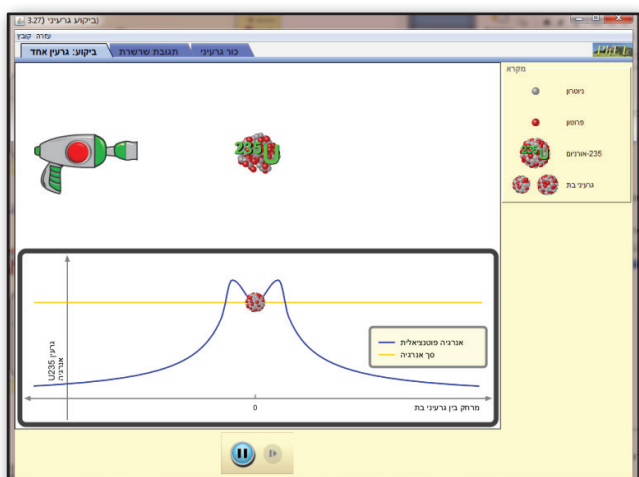
יצירתית, שאילת שאלות (מיומנויות חשיבה מסדר גבוה), טיפול במידע דיגיטלי, אוריינות טכנולוגית, תקשוב במהלך עבודה שיתופית, למידה עצמאית. לצורך כך פותחו במסגרת המרכז הארצי למורי כימיה 20 משימות מתוקשבות, מחציתן במכון ויצמן ומחציתן בטכניון. בהלימה לתכנית הלימודים הקיימת בכימיה. המשימות הופצו לכלל מורי קהיליית הכימיה באמצעות אתר המרכז הארצי למורי הכימיה (בלשונית "פעילויות מתוקשבות"). מדור חדש הנקרא משימות מתוקשבות (כיתות י'-י"א) הוקם במטרה לאפשר לכלל המורים והתלמידים גם להשתמש במשימות וגם לשמש דגם לפיתוח משימות מתוקשבות נוספות.

שילוב טכנולוגיות בהוראה הוא מגמה עכשווית בארץ ובעולם. מעבר להעשרת השיעורים ויצירת עניין והנאה בהוראת הכימיה, נודעת חשיבות נוספת לשילוב אמצעים דיגיטליים בהוראה/למידה. חשיבות זו מתבטאת ביכולת להמחיש ולהראות תופעות, הדמיות של כוחות, חלקיקים ואינטראקציות בתחום הכימיה הסמויים מן העין, ולעתים תלמידים מתקשים להבינם. באמצעות המחשת תופעות ניתן להעמיק את ההבנה ואת הידע של התלמידים ובכך לקדם למידה משמעותית בכימיה. לימוד באמצעות ביצוע משימות מתוקשבות עשוי לכלול מגוון מיומנויות המקדמות למידה משמעותית כגון: חקר, פתרון בעיות, חשיבה

- להכיר את תוצרי תהליך הביקוע
- להכיר התרחשות תגובות שרשרת גרעיניות לא מבוקרות המאפשרות ייצור פצצה ותגובות שרשרת מבוקרות בכור גרעיני.

הנושא משתלב עם סיום הוראת מבנה האטום ומעבר לאיזוטופים וקרינה רדיואקטיבית. לצורך הבנת הסימולציה חשוב לעבור על הרקע התאורטי של משמעות תהליך הביקוע, על משמעות תגובות השרשרת ועל התהליך המתרחש מבחינת העשרת דלק גרעיני ותהליכי בקרה. ניתן להרחיב את הנושא להיבט ההיסטורי של גילוי תהליך הביקוע הגרעיני על-ידי ליזה מייטנר. מעבר לתגלית המדעית החשובה שלה, סיפורה האישי כמדענית, אישה ויהודייה בתחילת המאה העשרים ומאבקה להכרה בעולם המדעי "הגברי" מעורר השראה ולקחים רבים. מומלץ מאוד.

משימה 1 - ביקוע גרעין אחד



תמונה 1. תמונת מסך הפתיחה בסימולציה.

להפעלת הסימולציה לחצו על הכפתור האדום של הרובה. ניוטרון ייפלט ויפגע בגרעין אטום האורניום ^{235}U . מומלץ לבצע את התהליך מספר פעמים. בכל פעם שמסיימים את התהליך יש ללחוץ על כפתור "אפס גרעין" המופיע בסיום הסימולציה.

1. תארו את המתרחש מבחינת החלקיקים המשתתפים בתהליך.
2. משימת אתגר: שימו לב לדיאגרמת האנרגיה כתלות במרחק. מה השתנה מבחינת האנרגיה במהלך תהליך הביקוע?

חלק מהמשימות פותחו על-ידי מורים בהשתלמויות ברחבי הארץ כמו גם על ידי פרחי הוראה בטכניון והותאמו לפרויקט על-ידי ד"ר מלכה יאיון וד"ר אורית הרשקוביץ. לצורך פיתוח המשימות אותרו אתרים ייעודיים המציגים יישומים ובהם אנימציות וסימולציות הקשורות לנושאים מרכזיים הנלמדים בכימיה. בבחירת היישומים הושם דגש על מגוון דרכי הפעלתם בכיתה במטרה שיתאימו לתלמידים שונים ובדרגות קושי שונות. לכל יישומון נבנתה משימה מותאמת הכוללת הנחיות ברורות בכל הנוגע להורדת היישומון ולהפעלתו במחשב או בסמרטפון; נוסחו שאלות מלוות לחקר הנושא המוצג ביישומון; הוגש קישור לידע קודם של התלמיד ולרלוונטיות של הנושא לחיי היומיום וכן נכתב מדריך למורה הכולל הנחיות/הצעות דידקטיות מפורטות למורה כולל תשובות מפורטות לכל השאלות המלוות בדפי התלמיד. המדריכים למורה לכל המשימות הועלו לאתר לדף מיוחד. דף זה מוגן בסיסמה mesimot_teacher ושם משתמש mesimot_teacher.

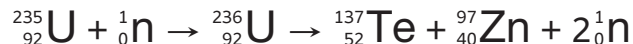
להלן דוגמאות למגוון הנושאים שבהן עוסקות המשימות: איזון ניסוחי תהליכים, מצבי הצבירה של החומר, הטבלה המחזורית - גילוי היסודות ותכונותיהם, אל תוך עולמו של האטום, זיקוק נפט, ביקוע גרעיני, מסיסות מלחים במים, המסת סוכר ומלח במים, שינוי אנרגיה בהמסת חומרים שונים במים, אלקטרושליליות וקוטביות הקשר, קוטביות מולקולות, סטוכיומטריה, מעבדה וירטואלית בנושא חומצות ובסיסים, מדידת pH של חומרים שונים בריכוזים שונים, חומצות שומן ועוד. טבלת המשימות שפותחו מוצגת בנספח 1.

"טעימה" מפעילות מתקשבת בנושא ביקוע גרעיני

הפעילות פותחה ע"י ד"ר אורית הרשקוביץ מהטכניון. (הפעילות מבוססת בחלקה על פעילות שפיתחו רחל אמסטיבוביצקי ונעמי טרושינה - סטודנטיות בקורס: דרכי הוראת הכימיה בטכניון, בהנחיית ד"ר אורית הרשקוביץ). הקשר לתכנית הלימודים:

- מבנה האטום
- תהליכים גרעיניים - ביקוע גרעיני ותהליכי שרשרת
- המערכה המחזורית
- הסימולציה מאפשרת בצורה פשוטה וחזותית לבחון:
 - כיצד ניוטרון גורם לביקוע של גרעין אטום בו הוא פוגע

3. לפניכם תהליך של ביקוע גרעין אורניום 235 על-ידי ניוטרון.

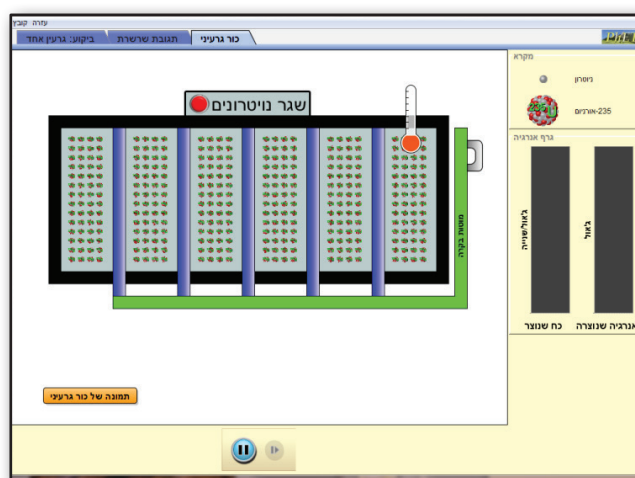


א. מה מספר הפרוטונים ומה מספר הניוטונים בגרעין אורניום 235?

ב. במה דומים ובמה נבדל אורניום 235 מאורניום 236? האם הם איזוטופים?

ג. אורניום טבעי המופק מעפרות אורניום מורכב בעיקר משני איזוטופים: ${}^{235}\text{U}$ (~99.3%), ${}^{238}\text{U}$ (~0.7%). מה ההבדל בין שני איזוטופים אלו?

משימה 2 - כור גרעיני



2. תמונת המסך בסימולציית ביקוע בכור גרעיני.

סימולציה זו מדמה תהליכי ביקוע בכור גרעיני. בקרה על פעולת הכור מבוצעת באמצעות העלאה והורדה של מוטות הבקרה. מדוע דרושים מוטות בקרה? הבקרה בכור נדרשת כדי שמספר הניוטונים המשתתפים בתהליך יהיה גדול מספיק כדי שתהליך השרשרת ימשך, אך לא גדול מדי, שמא יתבקע כל החומר הבקיע בבת אחת. נמצא כי ניוטרונים אטיים עדיפים לצורך זה על ניוטרונים מהירים, ויכולים להביא לקצב הביקוע הרצוי. אם הניוטון נע במהירות (האנרגיה הקינטית שלו גבוהה), אזי רבים הסיכויים שהוא ייהדף מעל הגרעין שבו פגע; אבל אם הוא אטי, רבים יותר הסיכויים שייבלע בו. את הניוטונים מאיטים באמצעות חומרים כמו גרפיט או מים (במיוחד מים כבדים).

לבת הכור מכילה את מוטות הדלק, חומר ממתן ומוטות בקרה שליפים. מוטות הדלק מכילים את החומר הבקיע ${}^{235}\text{U}$ או ${}^{239}\text{Pu}$. תפקידו של החומר הממתן הוא לספוג חלק מהאנרגיה של הניוטונים המשתחררים ולהאט מהירות תנועתם כדי לאפשר את תהליך הביקוע. מוטות הבקרה עשויים חומר בולע ניוטרונים, ה"מתחרה" עם החומר הבקיע על קליטת הניוטונים המשתחררים. יש בכור מנגנון המאפשר החדרה של מוטות הבקרה לתוך הֶלְבָה או שליפתם מתוכה החוצה, כדי לפקח על כמות ה"דלק" המשתתפת בפועל בביקוע. מקורן של רוב התקלות שהתגלעו בכורים גרעיניים, ובפרט בצ'רנוביל, היה טיפול לא נכון במנגנון הבקרה.

- נסו לירות ניוטרונים ברמות פתיחה שונות של מוטות הבקרה. מה מתרחש?
- הסבירו מה יקרה בכור גרעיני שהמוטות בו יהיו פתוחים לגמרי או סגורים לגמרי? בדקו זאת באמצעות הסימולציה.
- ישראל מודאגת מאוד מהעובדה שאיראן מעשירה אורניום. היא טוענת שהיא מעשירה אורניום לצורך הפקת אנרגיה בכור גרעיני בלבד. בהסכם האחרון הסכימו האיראנים להימנע מהעשרה של למעלה מ-20% אורניום 235. הסבירו מדוע חשוב לדאוג לכך שהעשרת האורניום לא תעלה על אחוז זה?

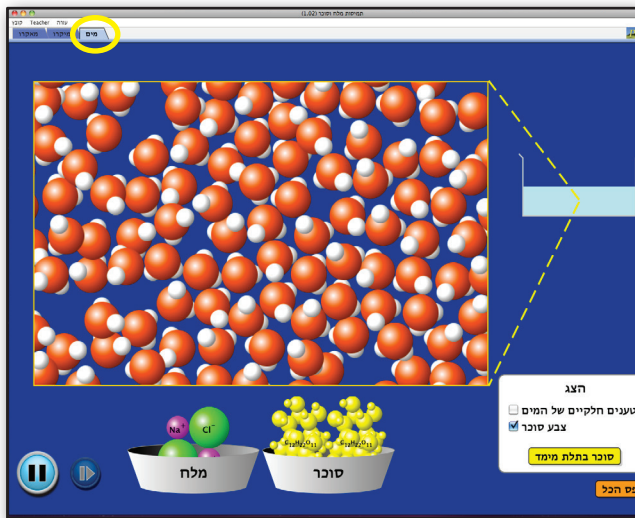
"טעימה" מפעילות מתקשבת בנושא המסה של מלח וסוכר במים

הפעילות פותחה ע"י נורית דקלו.

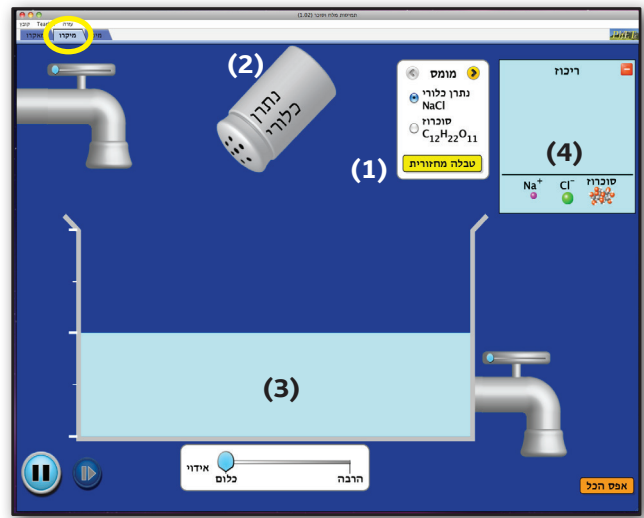
הקשר לתכנית הלימודים:

- מבנה וקישור
- מסיסות במים של חומרים יוניים ומולקולריים ברמת המיקרו והמאקרו.
- ההשפעה של הוספת מים, של הוספת מומס או של אידוי על ריכוז התמיסה ועל המוליכות שלה.
- רמות הבנה בכימיה: רמת המיקרו, הסמל, המאקרו והתהליך.

הפעילות היא אחת מתוך עשרות פעילויות במדעים של אתר PhET של אוניברסיטת קולורדו. חלקן תורגמו לעברית. הפעילות שמוצגת כאן מאפשרת תרגול של מעברים בין צורות ייצוג מולקולריות (נוסחת מבנה, רישום מקוצר, נוסחת



תמונה 4. תיאור ברמת המיקרו של תהליך ההמסה שכולל מולקולות מים - יישומון של PhET "תמיסות מלח וסוכר".



תמונה 3. תיאור ברמת המיקרו של תהליך ההמסה - יישומון של PhET "תמיסות מלח וסוכר".

טבלה 1: המסת חומרים שונים במים

המומס	החלקיקים המופיעים בתמיסה	ציור מספר חלקיקים	ניסוח תהליך ההמסה במים
נתרן כלורי $\text{NaCl}_{(s)}$			
סוכרוז $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11(s)}$			
סידן כלורי $\text{CaCl}_{2(s)}$			
נתרן חנקתי $\text{NaNO}_{3(s)}$			
גלוקוז $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_{6(s)}$			

בחירת המומסים (1).
לאחר שסימנתם את המומס, פזרו בעזרת המלחייה (2) את המומס לתוך מכל המים (3). החלקיקים המומסים וריכוזם היחסי יופיעו בחלונית הריכוז (4).
אל תשכחו לאפס (5) לפני שאתם משנים את המומס.
עליכם לבדוק את ההיבטים המופיעים בטבלה 1 עבור כל אחד מהמומסים.

משימה 2 - המסת סוכר ומלח במבט מיקרוסקופי שכולל מולקולות מים.

עברו לתיאור מיקרוסקופי של תהליך ההמסה על ידי לחיצה על לשונית "מים" (כמסומן בתמונה 4).

מבנה מלאה, מודל ממלא מרחב) וכן קישור בין ארבע רמות ההבנה בכימיה: רמת המיקרו, הסמל, המאקרו והתהליך. מומלץ לבצע את הפעילות אחרי הפעילות של מסיסות של חומרים יוניים ומולקולריים טובים. עדיף לקיים את הפעילות בחדר מחשבים.

"טעימה" מהפעילות לתלמיד

משימה 1 - המסת סוכר ומלח במבט מיקרוסקופי.

בפעילות זו נבדוק תהליכי המסה של מספר חומרים ברמה המיקרוסקופית וברמת הסמל.
לחצו על לשונית "מיקרו" להופעת המסך המופיע בתמונה 3. עליכם להשוות בין המומסים השונים שאותם תבחרו בחלונית

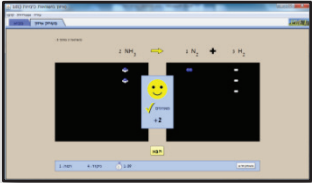
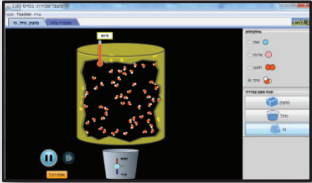
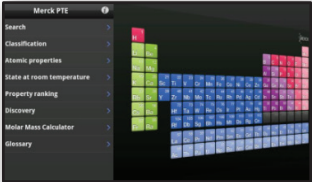

ענו על השאלות הבאות:

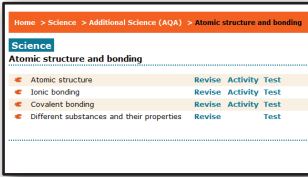
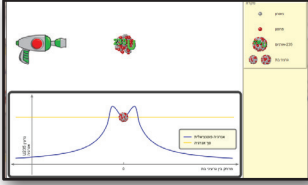
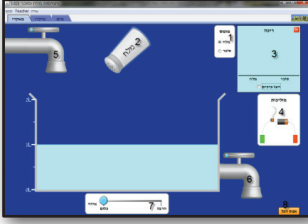
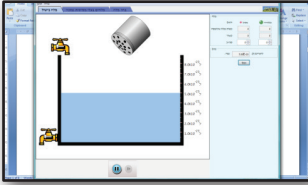
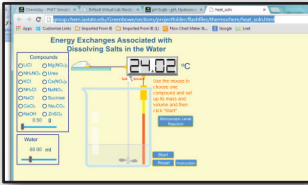
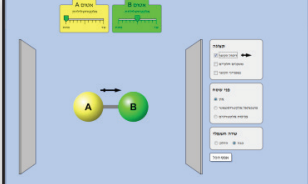
1. הכניסו למים את המלח וצפו בהמסתו. תארו ברמה המיקרוסקופית את תהליך המסת המלח במים. התייחסו למבנה החלקיקי של הממס (מים) והמומס (מלח), לקשרים המתפרקים ולקשרים הנוצרים בתהליך ההמסה.

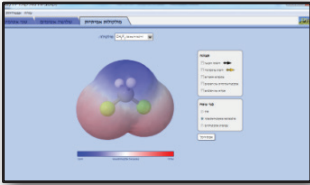
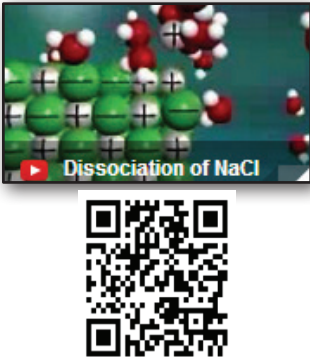
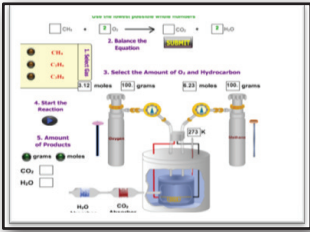
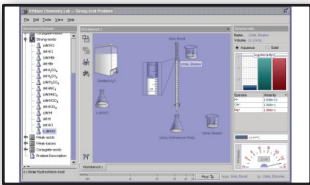
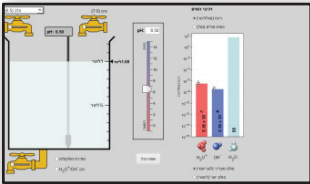
2. הכניסו למים את הסוכר וצפו בהמסתו. תארו ברמה המיקרוסקופית את תהליך המסת הסוכר במים. התייחסו למבנה החלקיקי של הממס (מים) והמומס (סוכר) לקשרים המתפרקים ולקשרים הנוצרים בתהליך ההמסה. צפו בהסבר של תהליכי ההמסה במים בקישור הבא.
 3. הקישורים לפעילויות המלאות בנספח 1.


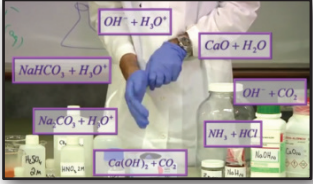
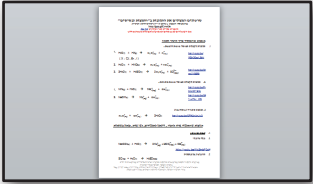
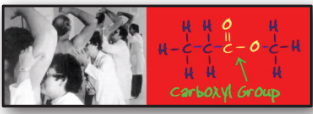

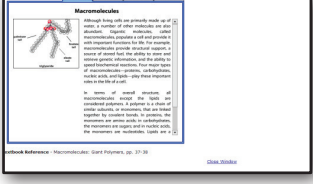
נספח 1

טבלת תיאור כללי של המשימות המתוקשבות שפותחו

מס'	שם המשימה	הקשר לנושאים מתכנית בלימודים	היישומון המרכזי במשימה והקישור אליו (על-ידי לחיצה על תמונת היישומון)	קישור למשימה המתוקשבת באתר המרכז הארצי למורי כימיה
1	איזון ניסוחי תהליכים	כתיבת ניסוחים מאוזנים, חוק שימור החומר והמסה.		http://stwww.weizmann.ac.il/chemcenter/Page.asp?id=1118
2	מצבי צבירה	מצבי צבירה, סוגי חומרים, תיאור ברמה המאקרוסקופית-מיקרוסקופית וברמת הסמל.		http://stwww.weizmann.ac.il/chemcenter/Page.asp?id=1119
3	הטבלה המחזורית - גילוי היסודות ותכונותיהם	הטבלה המחזורית, קביעת מצב צבירה בהתאם לערכים נתונים של טמפרטורת היתוך.	 אין קישור ליישומון כי הוא פועל כ-app בסמרטפון	http://stwww.weizmann.ac.il/chemcenter/Page.asp?id=1120
4	"הזהב השחור" - חוקרים נפט ברשת	מבנה וקישור, חומרים מולקולריים. תרכובות פחמן, פחממנים. הקשר בין נקודת רתיחה וסוג הפחמימן.		http://stwww.weizmann.ac.il/chemcenter/Page.asp?id=1138

<p>http://stwww.weizmann.ac.il/chemcenter/Page.asp?id=1137</p>		<p>מושגי יסוד - אטום, אלקטרון, פרוטון, ניוטרון, מסה אטומית, מספר אטומי, איזוטופים, מול שפת הכימאים - סמלים של יסודות, רמות הבנה בכימיה - מאקרו, מיקרו וסמל.</p>	<p>אל תוך עולמו של האטום</p>	<p>5</p>
<p>http://stwww.weizmann.ac.il/chemcenter/Page.asp?id=1136</p>		<p>מבנה האטום, תהליכים גרעיניים - ביקוע גרעיני ותהליכי שרשרת המערכה המחזורית.</p>	<p>ביקוע גרעיני - לטוב ולרע</p>	<p>6</p>
<p>http://stwww.weizmann.ac.il/chemcenter/Page.asp?id=1135</p>		<p>מסיסות במים של חומרים יוניים ומולקולריים ברמת המיקרו והמאקרו. ההשפעה של הוספת מים, הוספת מומס או אידוי על ריכוז התמיסה ועל המוליכות שלה.</p>	<p>המסת סוכר ומלח במים</p>	<p>7</p>
<p>http://stwww.weizmann.ac.il/chemcenter/Page.asp?id=1134</p>		<p>חומרים יוניים, מלחים, מסיסות של חומרים יוניים במים, חומרים קשיי תמס, שיקוע תמיסות, תמיסה רוויה.</p>	<p>מסיסות מלחים במים</p>	<p>8</p>
<p>http://stwww.weizmann.ac.il/chemcenter/Page.asp?id=1133</p>		<p>שינויי אנרגיה בתגובה כימית, תגובות אקסותרמיות ואנדותרמיות, ניסוח תגובות המסה של חומרים יוניים.</p>	<p>שינויי אנרגיה בהמסת חומרים שונים במים</p>	<p>9</p>
<p>http://stwww.weizmann.ac.il/chemcenter/Page.asp?id=1132</p>		<p>אלקטרושליליות הקשר קוטבי, קוטביות הקשר, קביעת פיזור המטען על פני קשר.</p>	<p>אלקטרושליליות וקוטביות הקשר</p>	<p>10</p>

<p>http://stwww.weizmann.ac.il/chemcenter/Page.asp?id=1131</p>		<p>קשר קוטבי, קוטביות הקשר וקוטביות מולקולה.</p>	<p>קוטביות מולקולות</p>	<p>11</p>
<p>http://stwww.weizmann.ac.il/chemcenter/Page.asp?id=1130</p>	 <p>אין קישור ליישומון כי הפעילות מפנה להרבה אתרים</p>	<p>פעילות ההיכרות עם קודונים ותשבץ קשורה לסיכום בנושא סוגי חומרים.</p>	<p>סיכום כיתה יוד - פעילות עם קודונים QR</p>	<p>12</p>
<p>http://stwww.weizmann.ac.il/chemcenter/Page.asp?id=1129</p>		<p>תגובות שרפה' חוק שימור החומר ואיזון תגובות; שימוש בנוסחאות לחישובים סטוכיומטריים (מול, מסה, מסה מולרית).</p>	<p>סטוכיומטריה "באש ובמים"</p>	<p>13</p>
<p>http://stwww.weizmann.ac.il/chemcenter/Page.asp?id=1128</p>		<p>התנסות בעבודה מעבדתית וירטואלית, תוך כדי הכרת כלי המעבדה השונים וכללי עבודה. ניתן להרחיב את השימוש בפעילות המוצעת לחקר של טיטרציות כאשר משנים ריכוזים, כמויות או סוג החומצה והבסיס.</p>	<p>מעבדה וירטואלית בנושא חומצות ובסיסים</p>	<p>14</p>
<p>http://stwww.weizmann.ac.il/chemcenter/Page.asp?id=1127</p>		<p>סולם pH ריכוז תמיסות, ריכוז יוני הידרוניים, ריכוז יוני הידרוקסיל, השפעת ריכוז תמיסות על pH, חומצות ובסיסים חזקים וחלשים.</p>	<p>מדידת pH של חומרים שונים בריכוזים שונים</p>	<p>15</p>

<p>http://stwww.weizmann.ac.il/chemcenter/Page.asp?id=1126</p>	 <p>הקישור לדף הראשי, הפעילות מפנה לסרטונים רבים</p>	<p>הכרה של תגובות עם מים של מגוון חומצות ובסיסים, תגובות שתירה ועוד. שימוש באינדיקטורים. כתיבת ניסוחי תהליכים.</p>	<p>חומצות ובסיסים על המרקע - "נגיעות"</p>	<p>16</p>
<p>http://stwww.weizmann.ac.il/chemcenter/Page.asp?id=1125</p>	 <p>הקישור לדף הראשי, הפעילות מפנה לסרטונים רבים</p>	<p>דף התגובות בנושא חומצות ובסיסים שפורסם על ידי פיקוח הוראת הכימיה.</p>	<p>ניסויים מוסרטים על פי דף התגובות בנושא חומצות ובסיסים</p>	<p>17</p>
<p>http://stwww.weizmann.ac.il/chemcenter/Page.asp?id=1124</p>		<p>דף תגובות מקושר לסרטונים של הניסויים המתאימים (אין כאן מדריך למורה).</p>	<p>סרטונים המציגים את התגובות ב"חומצות ובסיסים"</p>	<p>18</p>
<p>http://stwww.weizmann.ac.il/chemcenter/Page.asp?id=1123</p>		<p>תרכובות פחמן: זיהוי קבוצות פונקציונליות, שימושים.</p>	<p>הכול במשפחה! היכרות עם קבוצות פונקציונאליות</p>	<p>19</p>
<p>http://stwww.weizmann.ac.il/chemcenter/Page.asp?id=1122</p>		<p>מבנה וקישור, חומצות שומן (טעם של כימיה).</p>	<p>חומצות שומן - מבנה, מיון וצורות ייצוג</p>	<p>20</p>
<p>http://stwww.weizmann.ac.il/chemcenter/Page.asp?id=1121</p>		<p>מבנה וקישור, כימיה של מזון - שומנים.</p>	<p>מאקרומולקולות מהחיים - התמקדות בשומנים</p>	<p>21</p>