

היחידה הרביעית לתלמידי כימיה – מפרט התכנים

נושא בחירה

הענף: כימיה כללית

הנושא: אנרגטיקה ודינמיקה – שלב שני

היקף: 45 שעות

נושא זה הוא המשך ישיר לנושא חובה: אנרגטיקה ודינמיקה – שלב ראשון. ראו עמ' 88.

מטרת-על

למידה מעמיקה של עקרונות התרמודינמיקה והקינטיקה וקשרי הגומלין ביניהם.

מטרות

- הבנה מעמיקה של השינויים האנרגטיים המלווים תהליך כימי.
 - הכרת העקרונות התרמודינמיים הבסיסיים המכתיבים את התרחשותו של תהליך כימי.
 - העמקה בדינמיקה של תהליך כימי ברמה המיקרוסקופית והמקרוסקופית.
 - הכרת קשרי הגומלין בין האנרגטיקה לדינמיקה בתהליך כימי.
 - בניית הכלים הנחוצים ללימוד היחידה החמישית.
- הערה:** נושאי ההרחבה וההעמקה הרשומים במפרט נועדו לכיתות מתקדמות או לתלמידים מתקדמים, מעבר לשעות המוקצבות.

היחידה הרביעית לתלמידי כימיה – מפרט התכנים

תרמודינמיקה

היקף: 30 שעות

נושא	מושגים	פירוט הנושא • הערות דידקטיות	הצעות ליישומים ודוגמאות
1. תרמודינמיקה	<ul style="list-style-type: none"> חזרה על מושגי יסוד שנלמדו בשלב הראשון 		
2. חוק שימור האנרגיה	<ul style="list-style-type: none"> החוק הראשון של התרמודינמיקה מערכת וסביבה (מערכת פתוחה, סגורה ומבודדת) 	<ul style="list-style-type: none"> הלימוד מתבסס על ההנחה שהתלמידים מכירים את העיקרון שאנרגיה אינה הולכת לאיבוד. מעבר אנרגיה בין מערכת לסביבה 	<ul style="list-style-type: none"> כיצד מוכיחים את חוק שימור האנרגיה (אי-קיומה של מכונת פרפטום מובילה). מערכות ביולוגיות וקישור למצב שיווי-משקל
3. פונקציות מצב	<ul style="list-style-type: none"> לחץ (P) ונפח (V) טמפרטורה (T) אנרגיה (E) אנתלפיה (H) אנטרופיה (S) אנרגיה חופשית (G) תכונות של פונקציות תרמודינמיות פונקציית מצב תנאים סטנדרטיים 	<ul style="list-style-type: none"> הבחנה בין חום (q), טמפרטורה (T), עבודה (w) ואנרגיה חלק זה יהיה במידה מסוימת חזרה על תכנים שנלמדו במסגרת השלב הראשון של אנרגטיקה ודינמיקה. הסבר מדוע חום ועבודה אינם פונקציות מצב הפרש בין שני מצבים (מצב סופי ומצב התחלתי) בשלב זה אין צורך לעסוק בכל הפונקציות, אלא רק בהכרת "פונקציית מצב" ותכונתה העיקרית: גודל פונקציית מצב שווה להפרש בין גודלה במצב הסופי וגודלה במצב ההתחלתי, ואין כל תלות בדרך המעבר בין המצבים. 	<ul style="list-style-type: none"> ניתן לקשר בין פונקציית מצב ותכונותיה לבין אנרגיה פוטנציאלית.

היחידה הרביעית לתלמידי כימיה – מפרט התכנים

הצעות ליישומים ודוגמאות	<ul style="list-style-type: none"> • פירוט הנושא - הערות דידקטיות 	מושגים	נושא
	<p style="text-align: center;">- אם כוללים את המשוואות:</p> $\Delta E = q + W \quad W = - P\Delta V$ <p style="text-align: center;">ניתן להוכיח שהאנתלפיה שווה לשינוי החום כאשר הלחץ קבוע. (תנאי זה חל על מרבית התהליכים המבוצעים במעבדה או במערכות טבעיות.)</p>	<p style="text-align: center;">הצעת העמקה:</p> <ul style="list-style-type: none"> • הגדרת האנתלפיה • הוכחת הגדרת האנתלפיה: <li style="text-align: center;">$H = E + PV$ • הוכחת החוק הראשון בצורה מתמטית 	<p style="text-align: center;">4. אנתלפיה</p>
<p style="text-align: center;">- המושג "אנתלפיית התהוות תקנית" מצריך קביעה שרירותית של נקודת התייחסות. ניתן להמחיש זאת על ידי אנלוגיה של קביעת גובהו של הר בעזרת קביעת גובה 0 של פני הים, או על ידי אנרגיה פוטנציאלית ומישור הייחוס בגובה 0.</p>	<p style="text-align: center;">- יש להדגיש ולהראות בחישובים שגודלו של שינוי אנתלפיה של תהליך יכול להיות חיובי או שלילי.</p> <p style="text-align: center;">- חשוב מאוד להראות שכל עוד שומרים על מגיבים ותוצרים מסוימים, התוצאה היא זהה אם מחשבים בעזרת אנתלפיות התהוות, או אם מחשבים בעזרת אנתלפיות קשר.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • אנתלפיית התהוות תקנית 	
<p style="text-align: center;">- מהשערת אבוגדרו נובע שבין מולקולות גז אידאלי אין כוחות בין-מולקולריים.</p> <p style="text-align: center;">- ניזול גזים וכוחות בין-מולקולריים</p>	<p style="text-align: center;">הרחבה:</p> <ul style="list-style-type: none"> • חוקי הגזים האידאליים • מדוע חייבת להתקיים טמפרטורה מינימלית (האפס המוחלט). 	<p style="text-align: center;">הרחבה:</p> <ul style="list-style-type: none"> • מושג הטמפרטורה המוחלטת 	<p style="text-align: center;">גזים</p>

היחידה הרביעית לתלמידי כימיה – מפרט התכנים

נושא	מושגים	פירוט הנושא • הערות דידקטיות	הצעות ליישומים ודוגמאות
5. הכוח המניע להתרחשות תהליכים כימיים (באופן איכותי)	<ul style="list-style-type: none"> • ספונטניות של תהליך • אנטרופיה 	<ul style="list-style-type: none"> • הבנה שתהליך ספונטני איננו בהכרח אקסותרמי – צריך לבנות אצל הלומד את התפיסה שאקסותרמיות ואנדותרמיות אינן מדד לספונטניות. – מומלץ לקשר לשיווי משקל שנלמד בעבר. – בשלב הראשון המושג "ספונטניות" יינתן כמושג איכותי. • הקניית המושג נטייה טבעית, כלומר חוק טבע, תהיה באופן איכותי מתוך הדגמות. • הבנה שניתן לכמת אנטרופיה 	<ul style="list-style-type: none"> – תהליכי המסה וערבוב כהדגמה לכך שתהליכים ספונטניים אינם בהכרח אקסותרמיים; אידוי כדוגמה לתהליך ספונטני למרות היותו אנדותרמי. – המושג "אנטרופיה" יודגם על ידי ערבוב, המסה ותהליכים מעולם מדעי החיים.
6. הכוח המניע להתרחשות תהליכים כימיים (באופן כמותי)	<ul style="list-style-type: none"> • כימות הספונטניות • אנרגיה חופשית, ΔG° • החוק השני של התרמודינמיקה • הקשר המתמטי בין ΔS, ΔH, ΔG וחישובים • חיזוי הספונטניות של תהליך 	<ul style="list-style-type: none"> • המושג "אנרגיה חופשית" כצורך במדד לספונטניות של תהליך • הקישור התפיסתי בין הנטייה לאי-סדר ובין אנרגיה • צימוד של תהליכים כאמצעי לדחיפה של תהליך רצוי – ספונטניות של תהליך, גם כתלות בטמפרטורה, כולל גרפים פשוטים 	<ul style="list-style-type: none"> – שימוש במערכת Self-assembly – הרחבה: הגידול באנטרופיה ביקום כגורם לירידת טמפרטורה – התאחי כמערכת המשתמשת באנרגיה כדי לא להגיע לשיווי-משקל עם הסביבה – צימוד תהליכי הנשימה התאית: ATP ADP
7. שיווי-משקל ותרמודינמיקה	<ul style="list-style-type: none"> • הקשר בין ΔG לקבוע שיווי-משקל 	<ul style="list-style-type: none"> – חישובים פשוטים 	<ul style="list-style-type: none"> – תהליך האבדן להפקת NH_3

היחידה הרביעית לתלמידי כימיה – מפרט התכנים

קינטיקה

היקף: 15 שעות

נושא	מושגים	פירוט הנושא • - הערות דידקטיות	הצעות ליישומים ודוגמאות
1. דינמיקה של תהליכים כימיים	<ul style="list-style-type: none"> • מהירות תהליך – חזרה • על מושגים משלב I 	<ul style="list-style-type: none"> • הבנה מקרוסקופית של מהירות התגובה • הבנה מיקרוסקופית של המושג "מנגנון התהליך" 	<ul style="list-style-type: none"> - דוגמאות שונות הנגזרות מעולם התעשייה והביוכימיה
2. מדידה של מהירות תהליך כימי	<ul style="list-style-type: none"> • קבוע מהירות 	<ul style="list-style-type: none"> - חשוב להבהיר שהגדלים ניתנים לכימות (למשל: מדידה כמותית של מהירות תהליך. העובדה שהמהירות איננה קבועה יכולה להבהיר היטב את ההבדל בין מהירות התהליך לבין קבוע המהירות, שהוא קבוע בטמפרטורה נתונה.) - יש לקבוע את כמות קבלת תוצר כתלות בזמן וכתלות בריכוז המגיב. מכאן מחשבים את מהירות התהליך ואת תלות מהירות התהליך בריכוז המגיב. במילים אחרות: בכל נקודת זמן מתקבלת משוואה של קו ישר, שהשיפוע שלו הוא k. [מגיב] k = מהירות התהליך 	<ul style="list-style-type: none"> - מומלץ מאוד לשלב את הנלמד עם הדגמות ופעילות מעבדתית שתכלול: מדידה של כמות מגיב או כמות תוצר המתקבלת כתלות בזמן, וחישוב מהירות שינוי הריכוז של המגיב או התוצר. מומלצת מאוד עבודה עם Excel. - דוגמאות מתאימות: (1) פירוק מי-חמצן על ידי זרז אי-אורגני או אנזים; (2) מעקב אחר תהליך בעזרת מדידה של שינוי צבע או פליטת גז.
3. הגורמים המשפיעים על מהירות תהליך	<ul style="list-style-type: none"> • משוואת קצב • תלות מהירות התהליך בריכוז 	<ul style="list-style-type: none"> • רישום מהירות תהליך על פי קבלת תוצרים או היעלמות מגיבים • הבנה שקיימת סקאלה רחבה מאוד של קבועי מהירות 	<ul style="list-style-type: none"> • דוגמאות לקבועי מהירות גבוהים ונמוכים בטבע ובמעבדה (ניסוי או אמצעי המחשה אחר)

היחידה הרביעית לתלמידי כימיה – מפרט התכנים

הצעות ליישומים ודוגמאות	<ul style="list-style-type: none"> • פירוט הנושא – הערות דידקטיות 	מושגים	נושא
<ul style="list-style-type: none"> – דוגמאות לתהליכים מסדר ראשון (גם אם המתמטיקה לא תטופל). דוגמאות מומלצות: דעיכה רדיואקטיבית (אם נלמדה בעבר). 	<ul style="list-style-type: none"> – ייתכן שהמושג "זמן מחצית החיים" כבר מוכר. • הבנה שתהליך יכול להתרחש בכמה דרכים ושהשיקול האנרגטי הוא שמכריע. 	<p>הרחבה:</p> <ul style="list-style-type: none"> • סדר תהליך (סדר ראשון, סדר שני) 	
<ul style="list-style-type: none"> – אפשר לתת דוגמאות לקינטיקה הטרוגנית (על פני משטחים). – יש לעשות שימוש נרחב בביוכימיה: הבנה כיצד חומרים רבים יכולים להימצא בסמיכות מקום (בתא החי) ולא להגיב זה עם זה, למרות שמבחינה אנרגטית הדבר אפשרי. (הבנה כזאת תמחיש את חשיבות הזרזים). 	<ul style="list-style-type: none"> • התפלגות מהירויות החלקיקים בתלות בטמפרטורה (אנרגיה קינטית). התהליך מתרחש החל ממהירות חלקיקים מסוימת ומעלה. 	<p>העמקה:</p> <ul style="list-style-type: none"> • תהליך חד-שלבי ורב-שלבי • שלב קובע מהירות • אנרגיית שפעול – מצב מעבר • התנגשויות פוריות ולא-פוריות – סיכוי להתרחשות תהליך • זרז, אנזים 	<p>מהירות תהליכים ברמה מיקרוסקופית</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • קבלת תוצרים מותנית לעתים בתרמודינמיקה של התהליך ולעתים בקינטיקה; שליטה על הקינטיקה עשויה להכתיב קבלת תוצרים מסוימים שאינם מועדפים תרמודינמית. 	<p>העמקה:</p> <ul style="list-style-type: none"> • בקרה תרמודינמית של תהליך, מול בקרה קינטית שלו 	