

היחידה הרביעית לתלמידי כימיה – מפרט התכנים

נושא בחירה

הענף: **ביוכימיה**

הנושא: **ביוכימיה של חלבונים וחומצות גרעין**

היקף: **45 שעות**

הרעיון המרכזי

מטרת הביולוגיה המודרנית היא להסביר את תהליכי החיים בכלים מולקולריים. לכימיה תפקיד מרכזי בכל תהליכי החיים, ולכן חשוב שללומדים כימיה בהיקף רחב יזדמן להתנסות בלימוד ובחקר של היבטים כימיים בביולוגיה.

בניית מושגי היסוד בביוכימיה מתבצעת דרך הבנה שאבני הבניין הכימיות, דהיינו החומצות האמיניות והבסיסים, הן חומר הגלם לאבני הבניין הביולוגיות – החלבונים וחומצות הגרעין. במילים אחרות, הטיפול וההבנה של מערכות ביולוגיות נעשה מתוך עבודה עם אבני בניין ביולוגיות שתכונותיהן נגזרות מאבני הבניין הכימיות.

למבנית זו יתרונות אחדים: לתלמידי הכימיה, שרובם אינם לומדים ביולוגיה, תהיה הכרות, ולו חלקית, עם מדעי החיים. מאחר שלביוכימיה המולקולרית יש תפקיד חשוב בעובדה שהביולוגיה היא כיום בחזית המחקר המדעי, תהיה יחידה זו תוספת מרעננת לתכנית הלימודים בכימיה.

המטרה: הקניית ידע ביסודות הכימיה הביולוגית והקניית מושגי יסוד במדעי החיים.

המלצה לשיטות למידה-הוראה : הוראה פרונטלית בליווי המחשה במחשב, סרטונים וקריאה מודרכת.

הערה כללית

אין חובה שכל הנושאים המפורטים להלן ייכנסו למסגרת הלימודית, על כן חלוקת השעות המוצעת אינה מחייבת. המטרה היא להביא את התלמיד להבנה כיצד פועלת מערכת ביולוגית המבוססת על ביופולימרים, וכיצד ניתן להשתמש בידע זה לצורכי האנושות.

היחידה הרביעית לתלמידי כימיה – מפרט התכנים

שעות	המלצות דידקטיות	מושגים	פירוט תת-הנושא	הנושא
2	– תיאור תא בעזרת המחשה ממוחשבת	<ul style="list-style-type: none"> • חיים • הומאוסטאזיס • תא 	<ul style="list-style-type: none"> • הגדרת מושגים ודיון על המושג "חיים" 	1. מבוא למדעי החיים
16	<ul style="list-style-type: none"> – המחשה ממוחשבת – המחשה בעזרת מודלים תלת-ממדיים – הדגמת תכונות של חלבונים בכיתה או במעבדה 	<ul style="list-style-type: none"> • חומצה אמינית (ח"א) • דו-יון • קשר פפטידי • מבנה ראשוני, שניוני ושלישוני • קשרי מימן-גופרית 	<ul style="list-style-type: none"> • מבנה החומצות האמיניות ותכונותיהן • התכונות של חומצה אמינית כדו-יון • החומצות האמיניות בטבע • מאפייני הקשר הפפטידי • מבנה החלבונים בטבע, הגורמים המשפיעים על מבנה החלבונים • תפקיד קשרי מימן וגופרית בייצוב מבני החלבון • תפקידי החלבונים • החלבונים כאנזימים • קינטיקה אנזימטית (הרחבה) 	2. מחומצות אמיניות לחלבונים; ביופולימרים (חלק 1)

היחידה הרביעית לתלמידי כימיה – מפרט התכנים

שעות	המלצות דידקטיות	מושגים	פירוט תת- הנושא	הנושא
16	<p>– המחשה על ידי מחשב באמצעות תוכנות המאפשרות חקירה תלת-ממדית של מקרומולקולות</p> <p>• שימוש במודלים במעבדה</p>	<ul style="list-style-type: none"> • פורנים ופירימידינים • נוקלאוטיד • DNA • מבנה דו-גדילי • RNA • מבנה חד-גדילי • שעתוק 	<ul style="list-style-type: none"> • תיאור כללי של הבסיסים הפורנים והפירימידינים, המרכיבים את חומצות הגרעין • הסוכר ריבוז, תפקידו ומבנהו בחומצות הגרעין • תיאור נוקלאוטידים <li style="text-align: center;">RNA ו- DNA: • הרכב כימי ומבנה מרחבי • DNA – הזוגיות והמבנה המרחבי של הסליל הכפול • RNA – גדיל אחד יוצר מבנים תלת ממדיים <li style="text-align: center;">מ- DNA ל- RNA: • מנגנון השעתוק. היכן נעשה השעתוק? • מיהם האנזימים העיקריים המבקרים ומפעילים את תהליך השעתוק? 	<p>3. מבסיסים לחומצות גרעין; ביופולימרים (חלק 2)</p>

היחידה הרביעית לתלמידי כימיה – מפרט התכנים

שעות	המלצות דידקטיות	מושגים	פירוט תת-הנושא	הנושא
11	<p>– שימוש בתוכנות מחשב וסרטונים לצורך המחשה</p> <p>– חלק מהתהליכים יודגמו בכיתה במערכת וירטואלית.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • התרגום • הקוד הגנטי 	<p>מ- RNA לחלבון:</p> <ul style="list-style-type: none"> • מנגנון התרגום. היכן מתקיים תהליך התרגום? • מהו התפקיד והמבנה של הריבוזומים שבהם מתקיים תהליך התרגום? • הקוד הגנטי 	<p>4. מחומצות גרעין לחלבונים; אינטראקציות בין ביופולימרים</p>
		<ul style="list-style-type: none"> • רסטריקציה • שיבוט • פלסמידים • DNA chips 	<ul style="list-style-type: none"> • חיתוך באמצעות אנזימים. • רסטריקציה של גנים • כיצד קוראים רצף של גן • הדמיון בין קביעת רצף DNA לחלבון • עקרונות שיבוט של גנים • עקרונות קביעת רצף גנים (DNA) • הפלסמידים ותפקידם בטבע • שיטות מהירות (high through put) • לקביעת רצף הגנום וה- DNA chips • שימוש בשיטות לשיבוט גנים בפלסמידים 	<p>5. מהבנה ליישום; יסודות בהנדסה גנטית ובביוטכנולוגיה</p>

היחידה הרביעית לתלמידי כימיה – מפרט התכנים

פירוט הנושא בענף ביוכימיה

הנושא ביוכימיה של חלבונים וחומצות גרעין הוא נושא מורכב וחדש בתכנית הלימודים לכימאים, על כן הוא מובא להלן בפירוט יתר, החל מתת-נושא 2.

תת-נושא 2. מחומצות אמיניות לחלבונים – ביופולימרים (חלק 1)

מטרת פרק זה היא להציג בפני הלומדים את החומצות האמיניות ואת הפולימר שהן יוצרות – החלבון, ולהקנות להם את ההבנה הבסיסית שהטבע "עובד" עם אבני בניין ביולוגיות (ביופולימרים) הנגזרות מאבני בניין כימיות (מונומרים). נקודת המוצא היא המבנה הכללי של החומצה האמינית.

מבנה החומצות האמיניות ותכונותיהן

- משמעות הקבוצה האמינית והקבוצה הקרבוקסילית הקובעות את הפולריות של החומצה האמינית.
- המושג pI (pH איזואלקטרי).
- תפקיד הקבוצה הכללית R בחומצות האמיניות.
- מיון החומצות האמיניות לפי תכונותיהן הכימיות: הידרופוביות, חומציות, בסיסיות וכו'.

הקשר הפפטידי – כיצד הוא נוצר ומה הן תכונותיו (מחומצה אמינית לפולימר)

- הכימיה של הקשר הפפטידי.
- תיאור החלבון כפולימר; הקצה האמיני והקצה הקרבוקסילי.

מבנה חלבונים בטבע, הגורמים המשפיעים על מבנה החלבונים

- המבנה הראשוני, השניוני, השלישוני והרביעוני.
- הגורמים המשפיעים על יציבות המבנה השלישוני, קשרי מימן, גשרי גופרית.
- גורמים פיזיקליים המשפיעים על המבנה המרחבי של החלבון: טמפרטורה, pH, חוזק יוני של התמיסה שבה החלבון נמצא.

היחידה הרביעית לתלמידי כימיה – מפרט התכנים

תפקוד חלבונים – האנזימים

- חשיבות המבנה המרחבי לספציפיות של החלבון: החלבונים שמהם עשויים האנזימים קובעים את הספציפיות של כל תהליך כימי בתא. כל שינוי בטמפרטורה, בחוזק היוני או ב-pH ישפיע על המבנה המרחבי של החלבון, ומכאן על תפקודו.
- תפקודם של חלבונים כזרזים:
 - כיצד פועלים הזרזים הביולוגיים?
 - אתר פעיל ותכונותיו.
 - קישור אלוסטרי לאנזים (קישור תרכובת באתר שונה מהאתר הפעיל, דבר המשפיע על תכונות האתר הפעיל, למשל על האפיניות).
- קבוצות פרוסטטיות (prosthetic groups) וחשיבותן לפעילות האנזימים בטבע. (קבוצה פרוסטטית היא אטום מתכת או מולקולה אורגנית המשתתפים באתר הפעיל, לדוגמה: קבוצת הֶם של ציטוכרום C, ויטמינים בחלבונים).
- קבועים קינטיים בפעילות אנזימים: קבועי קישור, מהירות וזיקה.

תת-נושא 3. מבסיסים לחומצות גרעין – ביופולימרים (חלק 2)

עוד פולימרים שהטבע עושה בהם שימוש נרחב הן חומצות הגרעין (אבני הבניין הביולוגיות), הבנויות ממונומרים (אבני בניין כימיות) שהם הבסיסים. המבנה של חלק זה, ביופולימרים (2), דומה למבנה הפרק הקודם, ביופולימרים (1). תחילתו בהבנת התכונות של הבסיסים ומבנה הנוקלאוטיד המרכיב את הפולימר – חומצת הגרעין. בשלב השני יכירו הלומדים ויבינו את מבנה הפולימר DNA על מרכיביו, את מבנה הסליל הכפול ומהם המאפיינים הכימיים המאפשרים מבנה זה. התלמידים יכירו את התפיסה שלפיה חומצות הגרעין נושאות את המידע הגנטי באמצעות קודים. המידע מורכב מארבעה בסיסים: שני פורינים ושני פרימידינים.

בשלב השלישי התלמידים יכירו את מבנה ה-RNA החד-גדילי, את תכונותיו הכימיות ואת האופן שבו הוא נוצר. יש להקדיש זמן להוראת התפיסה ש-RNA נוצר לפי התבנית של אחד מגדילי ה-DNA. עובדה זו חשובה גם להבנתו של מנגנון שכפול ה-DNA לפני חלוקת התא.

היחידה הרביעית לתלמידי כימיה – מפרט התכנים

תת-נושא 4. מחומצות גרעין לחלבונים – אינטראקציה בין ביופולימרים

מטרת פרק זה היא להקנות ידע על הבסיס הכימי בביולוגיה המולקולרית של המערכת התורשתית של התא, ולהסביר כיצד המידע הגנטי מתורגם לחלבונים. לסיום, נלמד כיצד המידע המצוי ב-RNA מתורגם לחלבון. לשם כך נפצח עם התלמידים את הקוד הגנטי ולאחר מכן נסביר את הבסיס הכימי ליצירת חלבונים. נתאר את "השחקנים הראשיים" בתהליך זה – הריבוזומים, ה-RNA השליח (mRNA) וה-RNA הנשא (tRNA).

תת-נושא 5. מהבנה ליישום – יסודות בהנדסה גנטית ובביוטכנולוגיה

בפרק זה ניישם את העקרונות שנלמדו בשני הפרקים הקודמים. עקרונות ההנדסה הגנטית הוא זה: באמצעות אנזימים חותכי DNA ופולסמידים (חלקיקי DNA מחוץ לכרומוזום), ניתן לגרום לתאים לבצע תפקידים השונים מתפקידם המקורי. בטכנולוגיות אלה משתמשים בחקר מחלות ובתהליכים ביוטכנולוגיים.