



תאריך: _____

סילבוס - תוכנית הוראה לקורס ביוכימיה: מבנה ותפקוד של חלבונים, אנזימטיקה ומטאבוליזם

פרופ' משה דסאו, ד"ר רון אורבך, | הפקולטה לרפואה בגליל ע"ש
עזריאלי

Biochemistry: Proteins' structure and function, Enzymatics, and |81449
metabolism

שיעור+תרגיל	סוג הקורס:
4 נ"ז	היקף נ"ז:
תשפ"ו	שנת לימודים:
א'	סמסטר:
ימי א' ו-ה' בשעות 10:15-12:00	יום ושעה:
יום ראשון 16:00-18:00 (פרופ' משה דסאו)	שעת קבלה:
moshe.dessau@biu.ac.il , ron.orbach@biu.ac.il	מייל מרצה:
https://lemida.biu.ac.il/course/view.php?id=109196	קישור לאתר למדה:



תיאור הקורס ומטרות למידה

תקציר הקורס

קורס זה נועד להקנות לסטודנטים לרפואה הבנה מעמיקה ויסודית של עקרונות הביוכימיה, תוך התמקדות במבנה ותפקוד של חלבונים, מנגנוני פעולה של אנזימים, והמסלולים המטבוליים המרכזיים המתרחשים בגוף האדם. נושאים אלו נלמדים תוך שימת דגש על הרמה המולקולרית-מנגנונית ועל הרגולציה של תהליכים ביוכימיים בתנאים פיזיולוגיים ופתולוגיים כאחד.

הקורס מדגיש את הרלוונטיות הקלינית של נושאים אלו ומטרתו להעניק לסטודנטים כלים להבנה מושכלת של תהליכים ביולוגיים החיוניים לרפואה: החל מוויסות פעילות אנזימתית ותגובות מטבוליות בתאים ורקמות, דרך הבנת מנגנוני מחלה כמו סוכרת, פגיעה מטבולית בכבד ומחלות גנטיות, ועד להבנת הבסיס הביוכימי של מנגנוני מחלה.

הקניית ידע זה מהווה תשתית הכרחית ללימודי המשך בקורסים מתקדמים כדוגמת ביולוגיה של התא, ביולוגיה מולקולרית, פרמקולוגיה, פתופיזיולוגיה ורפואה קלינית. היכולת להבין את הקשר בין תהליכים ביוכימיים לבין מצבים קליניים היא חיונית להבנת מצבי חולי מורכבים וטיפולם.

מטרות/תוצרי הלמידה

הבנה מעמיקה של נושאים רבים בביולוגיה וברפואה אינה אפשרית ללא הבנתם של עקרונות היחסים בין מבנה לתפקוד של חלבונים, כיצד עובדים אנזימים ומה תפקידם בתא. הבנת המסלולים המטבוליים העיקריים הם עמוד השידרה של המאזן האנרגטי בתא ובגוף ברמה הפיסיולוגית. ידע מוצק של מסלולים אלו יעניק בסיס רחב עליו ניתן יהיה ללמוד תהליכי מחלה שונים ולהבינם לעומק. הקורס יעסוק במגוון נושאים המהווים את הבסיס ללימודי המשך בביולוגיה מולקולרית, פיסיולוגיה, ופתולוגיה ויאפשר העמקה בנושאים רלוונטיים בהמשך. להלן תחומי הידע:

- הכרת הנושאים והתחומים בהם עוסקת הביוכימיה
- הכרת מושגים בסיסיים בביוכימיה כמפורט בתוכנית הלימוד
- הבנת מושגים בסיסיים במבנה ותפקוד של מאקרומוולקולות כמפורט בתוכנית הלימוד
- כיצד מתבצעת קטליזה אנזימטית
- עקרונות יסוד בקינטיקה אנזימטית של מיכאליס מנטן, אנזימים אלוסטרים ומעכבים שונים
- הבנת מושגים בסיסיים במטאבוליזם והבקרה על המסלולים השונים כמפורט בתוכנית הלימוד
- תרגול פתרון בעיות איכותיות וכמותיות בתחומי הלימוד
- פיתוח חשיבה ביוכימית לצורך פתרון בעיות מדעיות וקליניות

ידע

- הלומדים יתארו מהן אבני הבניין של מאקרומוולקולות, כיצד הן מגיבות לשינויים סביבתיים וכיצד הן חוברות ליצירת מאקרומוולקולה מתפקדת
- הלומדים יתארו כיצד ניתן לחקור חלבונים, להפרידם וכיצד לנתח תוצאות של ניסויים ביוכימיים בחלבונים
- הלומדים ידעו כיצד לנתח תגובה אנזימטית, מהם המשתנים בתגובה וכיצד ניתן לעכבה.
- הסטודנטים יתארו את מסלולי הקטאבוליזם והאנאבוליזם השונים ויוכלו לתאר את יחסי הגומלין בין המסלולים השונים בבריאות ובמצבי מחלה

- הלומדים יתארו כיצד המטבוליזם התאי מושפע בהתאם לרקמה ולאיבר בהם הוא מתרחש. הם ידעו מהם תהליכי הבקרה על המסלולים השונים.

מיומנויות

קורס זה מהווה בסיס חיוני בלימודי הרפואה, ומטרתו להקנות הבנה מעמיקה של העקרונות המרכזיים בביוכימיה ומטבוליזם. הקורס עוסק במבנה ותפקוד של חלבונים, מנגנונים אנזימטיים, מסלולים מטבוליים מרכזיים ודרכי הבקרה על תהליכים אלו. דגש מיוחד ניתן לחיבור בין הרמה המולקולרית לבין הרמה הפיזיולוגית והקלינית.

במהלך הקורס ירכשו הסטודנטים מיומנויות שיאפשרו להם:

- **לנתח מבנה חלבונים** – הסטודנטים ילמדו כיצד המבנה הראשוני, השניוני, השלישוני והרביעוני של חלבון משפיע על תפקודו, יעריכו את תפקוד החלבון בהתאם לאינטראקציות מבניות, ויזהו שינויים מבניים העלולים להוביל לירידה או שינוי בפעילות הביולוגית.
- **לנתח תוצאות של ניסויי אנזימטיקה** – הלומדים יפתחו מיומנות בהבנת ניסויים כמותיים לקביעת מהירות תגובה אנזימטית, יזהו פרמטרים מרכזיים כמו K_M ו- V_{max} , ויוכלו להסיק מסקנות על מנגנון הפעולה של האנזים הנחקר.
- **לאפיין את השפעתם של מעכבים שונים** – הסטודנטים ילמדו להבחין בין סוגי עיכוב (תחרותי, לא תחרותי, בלתי הפיך ועוד), לנתח את השפעתם על קינטיקת האנזים, ולהסיק כיצד עיכובים אלו מתקשרים למצבים קליניים או לפעולה של תרופות.
- **לנתח מסלולים מטבוליים מרכזיים** - להכיר לעומק את שלבי הגליקוליזה, מעגל החומצה הציטרית, ונתיבי פירוק וסינתזה של פחמימות, חלבונים ושומנים. הסטודנטים ילמדו לזהות נקודות בקרה עיקריות ולהבין כיצד המסלולים מתואמים בהתאם לצרכים המטבוליים של הרקמה והמצב ההורמונלי.
- **להעריך מצבים מטבוליים שונים** – הסטודנטים ינתחו תרחישים קליניים ויפענחו מהם התהליכים המטבוליים המעורבים, כולל ויסות הורמונלי, מעברי אנרגיה ושינויים ברמות מטבוליטים, תוך קישור למצב הפיזיולוגי או הפתולוגי של המטופל.

הקורס מעודד חשיבה אינטגרטיבית ושימוש בכלים ביוכימיים לניתוח בעיות רפואיות מורכבות, מתוך הבנה שהידע הביוכימי אינו רק תיאורטי – אלא חלק בלתי נפרד מתהליך קבלת ההחלטות הקליניות של הרופא.



למידה פעילה - תכנון מהלך השיעורים:

מומלץ לחזור על הנושאים הבאים:

Chemical, physical, evolutionary and genetic foundations. Weak interactions in aqueous solutions, Weak acids and bases, definition of pKa and pH

(Lehninger's Principles of Biochemistry, 8th edition – בספר הקורס 2-36 עמודים)

Week	Lecture #	Content	Pages	
			Lehn.	Stryer
W1	1 23/10/2025	Water the ultimate biological solvent, Buffers, The Henderson-Hasselbalch Equation, Amino acids as weak acids and bases, stereo-isomers (D/L), titration curve of Amino acids, zwitterions. The peptide bond, Ionization behavior of peptides, isoelectric point (pI), the chemical groups of different amino acids.	59-63 70-83	33-40
	2 26/10/2025	The primary structure of proteins, polypeptide sequencing (Edman's degradation), Mass Spec. methods, Biochemical importance of polypeptides' sequences	90-98	41-44 118-125
	27/10/2025	תרגול 1		
W2	3 30/10/2025	Overview of protein structure, secondary structures, tertiary structures, quaternary structures, Protein's denaturing and folding	106-134	41-55
	4 2/11/2025	Separation of proteins, chromatography (Ion exchange, SEC, Affinity) and electrophoresis (SDS-PAGE), Quantification of proteins.	115-156	100-112
	3/11/2025	תרגול 2		
W3	5 6/11/2025	Protein function: Reversible ligand binding (Hb- O ₂ /CO ₂), Complementary interactions (Ab-Antigen), Protein interactions modulated by chemical energy.	147-170	68-94
	6 9/11/2025	Enzymes: Enzymatic reaction rate, thermodynamics, and equilibria. Transition state, binding energy and reaction specificity/catalysis. Enzyme Kinetics (Michaelis-Menten model for enzymatic kinetics). Inhibition mechanisms.	177-201	141-172
	10/11/2025	תרגול 3		
W4	7 13/11/2025	Examples for enzymatic reactions: Chymotrypsin as a model for enzymatic reaction, Hexokinase induced fit mechanism, Lysozyme and enolase.	203-223	180-189 210-216
	8 16/11/2025	Regulatory enzymes: Allosteric enzymes, allosteric kinetics, reversible covalent modifications, proteolytic cleavage as regulatory mechanism, blood coagulation proteolytic cascade.	226-242	

	17/11/2025	תרגול 4		
W5	9 20/11/2025	Biological membranes: Storage lipids, lipids as structural elements in membranes, Biological membranes and their dynamics, Solute Transport across Membranes	367-389	352-375 381-394
	10 23/11/2025	Carbohydrates: mono- and di-saccharides, polysaccharides, polysaccharides as storage	229-258	324-347
	17/11/2025	תרגול 5		

W6	11 20/11/2025	Mid-semester Quiz (בווחן)+Discussion		
	12 23/11/2025	Bioenergetics and biochemical reaction types. Introduction to Metabolism.	465-487 496-502	446-467
	24/11/2025	תרגול 6		
W7	13 27/11/2025	Glycolysis, Feeder pathways for glycolysis, Fermentation, Gluconeogenesis and Pentose Phosphate pathway	510-538 546-555	469-501 609-636
	14 30/11/2025	Metabolic Regulation, Regulation of Glycolysis and Gluconeogenesis, principles in Glycogen metabolism	539-545 556-573	502-514 637-662
	1/12/2025	תרגול 7		
W8	15 4/12/2025	Pyruvate to Acetyl-CoA, The Citric Acid Cycle, Regulation of the Citric Acid Cycle	574-600	515-542
	16 7/12/2025	Oxidative Phosphorylation and Photophosphorylation: Red-Ox potential, Electron-transfer in Mitochondria	659-674	543-560
	8/12/2025	תרגול 8		
W9	17 11/12/2025	ATP synthesis, Regulation of Oxidative Phosphorylation, Mitochondria in Thermogenesis, fate of cytosolic NADH (malate-aspartate shuttle).	674-699	561-584
	18 14/12/2025	Metabolic Fates of Amino Groups, The Urea Cycle.	625-638	697-728
	15/12/2025	תרגול 9		
W10	19 25/12/2025	Fatty Acid catabolism: Digestion, mobilization and transport of fats (Triacylglycerol), Oxidation of Fatty Acids, Ketone Bodies.	601-624	
	20 28/12/2025	Overall catabolism regulation		

	15/12/2025	תרגול 10		
W11	1/1/2026	Lipids Biosynthesis, Synthesis of Triacylglycerol	744-763	
	4/1/2026	Membrane Phospholipids, Cholesterol, Steroids: Biosynthesis, Regulation, and Transport	764-787	
	15/12/2025	תרגול 11		
W12	8/1/2026	Biosynthesis of amino acids: overview of nitrogen metabolism, biosynthesis of amino acids principles	795-814	
	11/1/2026	Molecules derived from amino acids	817-822	
	15/12/2025	תרגול 12		
W13	15/1/2026	Hormones structure and function and Tissue specific metabolism	842-857	
	18/1/2026	Hormonal regulation of fuel metabolism	859-865	
	15/12/2025	תרגול 13		
W14	22/1/2026	Obesity and regulation of body mass metabolic pathology (Diabetes, hunger, etc.)	867-878	
	25/1/2026	חזרה לבחינה		

Prof. Moshe Dessau

Dr. Ron Orbach

ציין סופי 

משקל בציון הסופי	תיאור התוצר
25 %	בוחן אמצע (מגן)
75 %	מבחן מסכם

- ציון עובר בבוחן והמבחן – 60. ציון עובר בקורס – 60. ישנה חובת מעבר של המבחן הסופי. בוחן המגן **אינו** יכול להעביר את הקורס.
- לבוחן האמצע לא יהיה מועד ב' (יהיה מועד מיוחד למילואימניקים בלבד). במידה וסטודנט לא ניגש לבוחן המגן, הציון הסופי יתבסס על המבחן המסכם בלבד.

דרישות הקורס 

- **תרגילים** – אין חובת הגשה של התרגילי הבית.
- **נוכחות** – חובת נוכחות של לפחות 80% מהשיעורים. סטודנט שלא יעמוד במכסת הנוכחות לא יוכל לגשת לבחינה.

דרישות קדם

שם הקורס	מס' הקורס
כימיה כללית ופיסיקאלית	81441
כימיה אורגנית לרפואנים	81442
ביולוגיה של התא	81447

ביבליוגרפיה: תכנים לקריאה, צפיה והאזנה (רצוי עדכני):

- התכנים בקורס מתבססים על שני הספרים הבאים:
- Lehninger, Principles of Biochemistry, 8th edition
 - Stryer, Biochemistry, 10th edition