



# Full Syllabus



## Course Title

**Biochemistry**

## Lecturers

**Dr. Tsaffrir Zor and Prof. Gali Prag**

## Teaching assistances

**Noam Hadin and Yarden Yesharim**

## Course requirements

**Biologists:** First Year Courses - Introduction to Biology A, General Chemistry, Organic Chemistry, Physical Chemistry

**Chemists:** Introduction to Biology for Chemists, General Chemistry 1+2, Introduction to Organic Chemistry, Organic Chemistry 1, Kinetics, Thermodynamics

## Final grade components

80% exam, 10% short weekly quizzes (shield), 10% two household chores (shield)

## Course objectives:

The biochemistry course provides the molecular basis for understanding basic processes that occur in the flora and fauna world.

The main objectives of the course are to understand:

- 1) Understanding the molecular basis for protein role-structure relationships
- 2) Description of enzyme mechanisms of action
- 3) The complexity of a biochemical pathway
- 4) Importance, diversity and behavior of the control mechanisms
- 5) The central route to creating ATP

## Course structure

Prof. Gali Prague: Proteins and Enzymes.

21 academic hours.

Dates: 22-23/2, 1-2/3, 8-9/3, 15-16/3, 22-23/3, 29-30/3, 5-6/4

Dr. Zafrir Tzur: Going signals + metabolism.

21 academic hours.

Dates: 10/4 (completion) , 26-27/4, 3/5, 10-11/5, 17-18/5, 25-26/5, 31/5-1/6, 7-8/6

## Course schedule

Class no. / Date

Subject and Requirements (assignments, reading materials, tasks, etc.)

1-2<sup>nd</sup>

**Introduction:** What is biochemistry, chemical elements in the animal world, chirality - how chirality teaches about germ theory and infectious diseases and how this understanding allows war on pollutants.



# Full Syllabus



	<b>Bonds, amino acids and proteins:</b> covalent bonds and non-covalent bonds, hydrophilic and hydrophobic, ions and zwitterion, amino acid structure, peptide bond, dihedral angles.
3 <sup>rd</sup>	<b>Bonds, amino acids and proteins:</b> continued
4-5 <sup>th</sup>	Structure and role in proteins: structure: primary, secondary (the relationship between dehydrat angles and secondary structure), tertiary and quadrilateral in proteins, preservation of sequences. Structures and functions of protein complexes. Connections between proteins and membranes, connections between proteins and DNA
6 <sup>th</sup>	<b>Methods in biochemistry:</b> protein expression and purification, cloning, separation methods, chromatography, gel filtering, SDS-PAGE, Western blot
7-8 <sup>th</sup>	<b>Methods in biochemistry:</b> continued
9 <sup>th</sup>	<b>Methods in Biochemistry</b> (continued): Tracking protein-protein interaction, 2Hyb systems, pulldown, quantifying Zika intensity with MST, AUC, SPR, ITC <b>Determine protein structure:</b> X-ray crystallography, cryo-EM, (AlphaFold and NMR will only be mentioned)
10-11 <sup>th</sup>	<b>Determine protein structure:</b> continued
12 <sup>th</sup>	<b>Protein folding:</b> theory of Anfinsen, chaperons, HSPs, NAF and J-Proteins, proteostasis, triage. <b>Regulation of proteins, post-translation modifications:</b> Breakdown of proteins in prokaryotes: the breakdown of abnormal proteins, the breakdown of normal proteins as a regulatory system, the SsrA/tmRNA-Clp system.
13-14 <sup>th</sup>	<b>Regulation and breakdown of proteins in eukaryotes:</b> the ubiquitin system, the lysosome, how proteins reach lysosome, ESCRT and autophagia, the proteasome, how proteins reach the proteasome
15 <sup>th</sup>	<b>Enzymology-1:</b> Structure of simple enzymes, Complex of enzymes and substrate, the Michalis-Manten equation, acid catalysis and at the base. Enzymatic mechanism - how lizing works, substrate-assisted mechanism. Characterization and determination of $K_{cat}$ and $K_M$
16-17 <sup>th</sup>	<b>Enzymology-1:</b> (continued)
18 <sup>th</sup>	<b>Enzyology-2:</b> Enzymatic inhibitors: competitive, noncompetitive, covalent, mixed. Why delay if it can be destroyed? – PROTAC mechanisms (PROteolysis TARgeting Chimera) in nature and medicine.
19-20 <sup>th</sup>	<b>Enzyology-3:</b> Allosteric, cooperativeness; Structure and function of hemoglobin and myoglobin; oxygen affinity and allosteric regulation, Bohr Effect, regulation through carbon dioxide and BPG
1 <sup>st</sup> Recording Completion Day	Intercellular and intracellular communication Presentation 1 - Principles
Passover vacation	Self-study – bioeneractics (introduction to metabolism), sugar structure a) Bioeneractics: p. 505-511, 517-527, b) Sugar structure: p. 243-248
Recording	<b>Intercellular and intracellular communication</b> Presentations 2a + 2b - GPCRs
Recording	<b>Intercellular and intracellular communication</b> Presentation 3 - Enzyme Receptors
Hour I - In Class Hour II-Recording	Hour I (Live Lesson) – Expansion + Q&A ( <b>Bioenergetic and Signals</b> ) Hour II - <b>Glycolysis</b> - Part 1



# Full Syllabus



Recording	Glycolysis - Part 2 gluconeogenesis (53 mins)
Recording	<b>Control of glycolysis and gluconeogenesis</b> – Part 1 (46 minutes, slides 1-14)
Hour I Recording Hour II- Class	1 <sup>st</sup> hour – <b>Control of glycolysis and gluconeogenesis</b> – Part 2 (43 minutes, slides 15-15) 2 <sup>nd</sup> Hour (Live Lesson) – Expansion + Q&A (Glycolysis, <b>gluconeogenesis</b> , Control)
Recording	Glycogen metabolism - Part 1 (36 minutes)
Recording	Glycogen Metabolism - Part 2 (44 minutes) The pentose phosphate cascade (26 mins)
Hour I- Class Hour II Recording	<b>Live lesson – expansion</b> + Q&A (glycogen, pentose phosphate cascade, PDH and Krebs Krebs Circle) <b>Oxidative Phosphorylation</b> – Part A (Oxidation, Transparencies 1-22) (42 minutes)
Recording	<b>Oxidative Phosphorylation</b> <b>Part 2</b> (ROS and coupling, slides 22-37) (34 minutes) <b>Part 3</b> (Phosphorylation, slides 37-54, without both videos, with the dance video) (41 mins) <b>Part 4</b> (Shuttles and Regulation, Slides 54-22) (31 minutes) ("At the expense" first hour on 7/6/22)
Class (only one hour)	Live Lesson – Expansion + Q&A (Oxidative Phosphorylation) Living Lesson – <b>Integration of Metabolism</b>
Class	<b>Integration of Metabolism</b>

## Required course reading

Nelson & Cox / Lehninger - principles of biochemistry, 6<sup>th</sup> edition  
 Before Lesson 1 - Introduction: Pages 11-28, 47-55, 58-68  
 Before lesson 18 (glycolysis) –  
 a) Bioenergetics (Introduction to Metabolism): Pages 505-511, 517-527  
 b) Sugar structure: pages 243-248

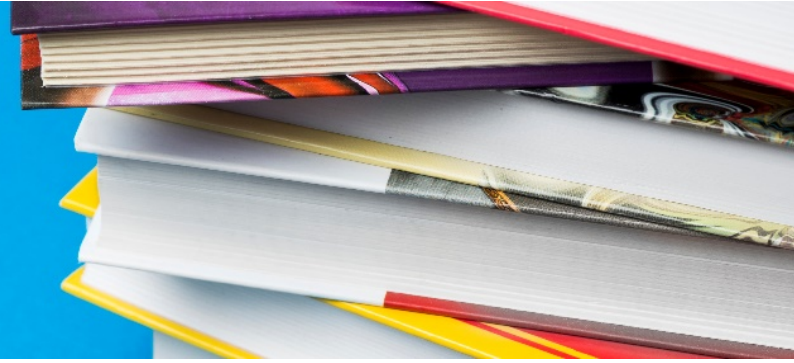
## Optional course reading

Nelson & Cox / Lehninger - principles of biochemistry, 6<sup>th</sup> edition  
 Amino acids 76-84  
 Primary, secondary, tertiary and quaternary structure of proteins 96-105, 115-121  
 Isolate and characterize proteins 89-96  
 Membrane proteins 385-433  
 Denaturation and folding proteins 143-156  
 Protein Breakdown 1139-1147  
 Enzymes, Enzymatic Catalysis Mechanisms 189-200  
 Enzymatic kinetics, Michalis-Mantan equation 200-207  
 Enzyme Inhibition and Control, Alistria 207-214, 226-223  
 Intercellular and intracellular communication 433-457  
 Glycolysis 568-575  
 Gluconogneza 568-575  
 Control glycolysis and gluconogenza 588-612



TEL AVIV אוניברסיטת תל אביב  
UNIVERSITY תל אביב

# Full Syllabus



Pyruvate de Hydrogenesis, Krebs Circuit 633-656  
Glycogen Metabolism 612-627  
Pantose Phosphate Track 575-580  
Oxidative Phosphorylation 528-537, 731-763  
Integration of metabolism 939-960

## Comments

Reading the English course book is highly recommended.

In addition to this book (Lehninger - principles of biochemistry) there are many parallel books that mostly bear the simple name "Biochemistry". There is no significant difference between the different books.

For example: Biochemistry (7'th edition) / Berg, Tymoczko & Stryer

Recently, Prof. Nir Ben Tal and Dr. Amit Kessel published an excellent book that would provide additional views and therefore we highly recommend reading and expanding your knowledge with it

**Introduction to Proteins: Structure, Function, and Motion, Second Edition (Chapman & Hall/CRC Computational Biology Series)**"



# Full Syllabus



<b>שם הקורס</b>	
ביוכימיה	
<b>מרצים</b>	
פרופ' גלי פראג (שיעורים 1-14), ד"ר צפריר צור (שיעורים 15-27)	
<b>סמסטר</b>	
ב'	
<b>דרישות הקורס</b>	
ל <b>ביוולוגים</b> : קורסי שנה א' - מבוא לביוולוגיה א', כימיה כללית, כימיה אורגנית, כימיה פיסיקלית ל <b>כימאים</b> : מבוא לביוולוגיה לכימאים	
<b>הרכב הציון הסופי</b>	
80% מבחן, 20% (מגן) – בחנים קצרים (כ-6 בחנים לכל מרצה)	
<b>מטרות הקורס:</b>	
קורס הביוכימיה נותן את הבסיס המולקולארי להבנת תהליכים בסיסים המתרחשים בעולם החי והצומח. מטרת הקורס המרכזיות הן להבין את:	
1) הבנת הבסיס המולקולארי לקשרי מבנה-תפקיד בחלבונים	
2) תיאור מנגנוני פעולת אנזימים	
3) המורכבות של מסלול ביוכימי	
4) חשיבות, מגוון ואופן הפעולה של מנגנוני הבקרה	
5) המסלול המרכזי ליצירת ATP	
<b>מבנה הקורס</b>	
פרופ' גלי פראג: חלבונים ואנזימים. 21 שעות אקדמיות. תאריכים: 23/2-22 , 2/3-1 , 9/3-8 , 16/3-15 , 23/3-22 , 30/3-29 , 6/4-5	
ד"ר צפריר צור: הולכת סיגנלים + מטבוליזם. 21 שעות אקדמיות. תאריכים: 10/4 (השלמה) , 27/4-26 , 3/5 , 11/5-10 , 18/5-17 , 26/5-25 , 1/6-31/5 , 8/6-7	
תאריך / מס' שיעור	נושא השיעור ותכני השיעור
(1) שעתיים ג' 22/2/2022	<b>מבוא:</b> מה היא הביוכימיה, יסודות כימיים בעולם החי, כיראליות- כיצד כיראליות מלמדת על תיאורית הנבט ומחלות זיהומיות וכיצד הבנה זו מאפשרת מלחמה במזהמים. <b>קשרים, חומצות אמינו וחלבונים:</b> קשרים קוולנטים וקשרים שאינם קוולנטים, הידרופיליות והידרופוביות, יונים וצוויטריונים, מבנה חומצות אמינו, הקשר הפפטידי, זוויות דהידרליות.
(2) שעה ד' 23/2/22	<b>קשרים, חומצות אמינו וחלבונים:</b> המשך





# Full Syllabus



<p><b>מבנה ותפקיד בחלבונים:</b> מבנה: ראשוני, שניוני (הקשר בין זוויות דהידרליות למבנה שניוני), שלישוני ורביעוני בחלבונים, שימור רצפים. מבנים ופונקציות של מתחמי חלבונים. קשרים בין חלבונים וממברנות, קשרים בין חלבונים ודנ"א.</p>	<p>(3) שעתיים ג' 1/3/22</p>
<p><b>שיטות בביוכימיה:</b> ביטוי וטיהור חלבונים, שיבוט, שיטות הפרדה, כרומטוגרפיה, ג'ל פילטרציה, SDS-PAGE, Western blot.</p>	<p>(4) שעה ד' 2/3/22</p>
<p><b>שיטות בביוכימיה:</b> המשך</p>	<p>(5) שעתיים ג' 8/3/22</p>
<p><b>שיטות בביוכימיה (המשך):</b> מעקב אחרי אינטראקציית חלבון-חלבון, מערכות 2Hyb, pull-down, כימות עוצמת הזיקה בעזרת MST, AUC, SPR, ITC, קביעת מבנה חלבונים: cryo-EM, x-ray crystallography.</p>	<p>(6) שעה ד' 9/3/22</p>
<p><b>קביעת מבנה חלבונים:</b> המשך</p>	<p>(7) שעתיים ג' 15/3/22</p>
<p><b>קיפול חלבונים:</b> התאוריה של אנפינסן, שפרונים, HSPs, NAF and J-Proteins, פרוטאוסטיזיס, טריאג'. <b>רגולציה של חלבונים, מודיפיקציות שלאחר תרגום</b> <b>פירוק חלבונים בפרוקריוטים:</b> פירוק חלבונים בלתי תקינים, פירוק חלבונים תקינים כמערכת רגולטורית, פירוק חלבונים בפרוקריוטים (SsrA-Clp).</p>	<p>(8) שעה ד' 16/3/22</p>
<p><b>רגולציה ופירוק חלבונים באוקריוטים:</b> מערכת היוביקוויטין, הליזוזום, כיצד מגיעים חלבונים לליזוזום, ESCRT ואוטופגיה, הפרוטאזום, ERAD.</p>	<p>(9) שעתיים ג' 22/3/22</p>
<p><b>אנימולוגיה-1:</b> מבנה אנזימים פשוטים, הקומפלקס של אנזים וסובסטרט, משוואת מיכאליס-מנטן, קטליזה של חומצה ובבסיס. מכניזם אנזימטי - כיצד פועל ליזוזום, substrate-assisted mechanism. איפיון וקביעה של <math>K_M</math> ו <math>k_{cat}</math>.</p>	<p>(10) שעה ד' 23/3/22</p>
<p><b>אנימולוגיה-1 המשך</b></p>	<p>(11) שעתיים ג' 29/3/22</p>
<p><b>אנימולוגיה-2:</b> מעכבים אנזימטיים: תחרותי, לא תחרותי, קוולנטי, מעורב. למה לעכב אם אפשר להשמיד? - מנגנוני PROTAC (PROteolysis TArgeting Chimera) בטבע וברפואה.</p>	<p>(12) שעה ד' 30/3/22</p>
<p><b>אנימולוגיה-3:</b> אלוסטריה, קואופרטיביות, המוגלובין ומיוגלובין מבנה ותפקיד, הזיקה לחמצן ורגולציה אלוסטרית, אפקט Bohr, רגולציה דרך פחמן דו חמצני ו-BPG.</p>	<p>(13) שעתיים ג' 5/4/22</p>
<p><b>אנימולוגיה-3:</b> המשך</p>	<p>(14) שעה ד' 6/4/22</p>
<p></p>	<p></p>
<p><b>תקשורת בין-תאית ותוך-תאית</b> מצגת 1 - עקרונות</p>	<p>(15) הקלטה א' 10/4/22 יום השלמה</p>
<p>אין שיעורים <b>לימוד עצמי - ביואנרגטיקה (מבוא למטבוליים), מבנה סוכרים</b> (: ביואנרגטיקה: עמ' 511-505, 527-517, (ב) מבנה סוכרים: עמ' 248-243</p>	<p>חופשת פסח <b>לימוד עצמי</b></p>



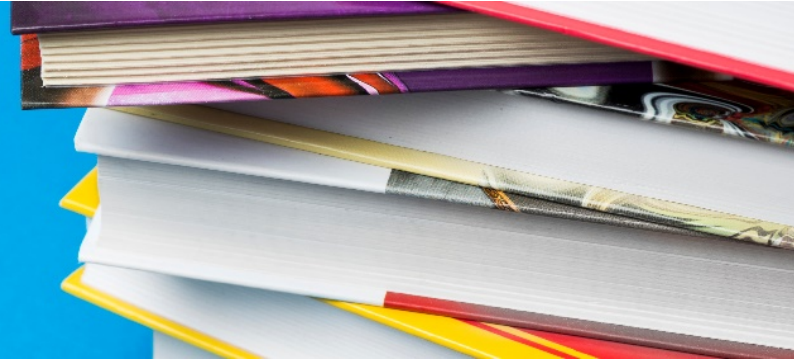
# Full Syllabus



<p><b>תקשורת בין-תאית ותוך-תאית</b> מצגות 2a + 2b - GPCRs</p>	<p>(16) הקלטה ג' 26/4/22</p>
<p><b>תקשורת בין-תאית ותוך-תאית</b> מצגת 3 – רצפטורים אנזימים</p>	<p>(17) הקלטה ד' 27/4/22</p>
<p>שעה ו' (שיעור חי) – הרחבה + שאלות ותשובות (ביואנרגטיקה והולכת סיגנלים) שעה וו – <b>גליקוליזה</b> – חלק א'</p>	<p>(18) ג' 3/5/22 שעה ו' בכיתה שעה וו- הקלטה</p>
<p><b>אין שיעור (יום הזיכרון)</b></p>	<p>ד' 4/5/22</p>
<p><b>גליקוליזה</b> – חלק ב' <b>גלוקונאוגנזה</b> (53 דקות)</p>	<p>(19) הקלטה ג' 10/5/22</p>
<p><b>בקרה על הגליקוליזה והגלוקונאוגנזה</b> – חלק א' (46 דקות, שקפים 1-14)</p>	<p>(20) הקלטה ד' 11/5/22</p>
<p>שעה ו' – <b>בקרה על הגליקוליזה והגלוקונאוגנזה</b> – חלק ב' (43 דקות, שקפים 15- הסוף) שעה וו (שיעור חי) – הרחבה + שאלות ותשובות (גליקוליזה, גלוקונאוגנזה, בקרה)</p>	<p>(21) ג' 17/5/22 שעה ו' הקלטה שעה וו- בכיתה</p>
<p><b>מטבוליזם הגליקוגן</b> – חלק א' (36 דקות)</p>	<p>(22) הקלטה ד' 18/5/22</p>
<p><b>מטבוליזם הגליקוגן</b> – חלק ב' (44 דקות) <b>מסלול הפנטוז פוספט</b> (26 דקות)</p>	<p>(23) הקלטה ג' 25/5/22</p>
<p><b>פירובאט דה-הידרוגנז (PDH) ומעגל קרבס</b> (54 דקות)</p>	<p>(24) הקלטה ד' 26/5/22</p>
<p>שיעור חי – הרחבה + שאלות ותשובות (גליקוגן, פנטוז פוספט, PDH ומעגל קרבס) <b>Oxidative Phosphorylation</b> – חלק א' (חמצון, שקפים 1-22) (42 דקות)</p>	<p>(25) ג' 31/5/22 שעה ו' בכיתה שעה וו- הקלטה</p>
<p><b>Oxidative Phosphorylation</b> חלק ב' (ROS וצימוד, שקפים 22-37) (34 דקות) חלק ג' (זרחון, שקפים 37-54, ללא שני הסרטונים, עם סרטון הריקוד) (41 דקות) חלק ד' (Shuttles ורגולציה, שקפים 54-הסוף) (31 דקות) ("על חשבון" השעה הראשונה ב-7/6/22)</p>	<p>(26) הקלטה ד' 1/6/22</p>
<p>שיעור חי – הרחבה + שאלות ותשובות (Oxidative Phosphorylation) <b>אינטגרציה של מטבוליזם</b></p>	<p>(27) ג' 7/6/22 בכיתה, רק שעה אחת!</p>
<p>שיעור חי – <b>אינטגרציה של מטבוליזם</b> (המשך)</p>	<p>(28) ד' 8/6/22</p>



# Full Syllabus



## בכיתה

### קריאת חובה

Nelson & Cox / Lehninger - principles of biochemistry, 6'th edition

לפני שיעור 1 – הקדמה: עמודים 28-11, 55-47, 68-58  
לפני שיעור 18 (גליקוליזה) –

- (1) ביואנרגטיקה (מבוא למטבוליזם): עמודים 511-505, 527-517  
(2) מבנה סוכרים: עמודים 248-243

### קריאת רשות

Nelson & Cox / Lehninger - principles of biochemistry, 6'th edition

חומצות אמיניות 76-84  
מבנה ראשוני, שניוני, שלישוני ורביעוני של חלבונים 96-105, 115-121  
בידוד חלבונים ואפיונם 89-96  
חלבונים ממברנליים 385-433  
דנטורציה וקיפול חלבונים 143-156  
פירוק חלבונים 1139-1147  
אנזימים, מנגנוני קטליזה אנזימטית 189-200  
קינטיקה אנזימטית, משוואת מיכאליס-מנטן 200-207  
עיכוב אנזימים ובקרה, אלוסטריה 207-214, 226-223  
תקשורת בין-תאית ותוך-תאית 433-457  
גליקוליזה 568-575  
גלוקונאוגנזה 568-575  
בקרה על גליקוליזה וגלוקונאוגנזה 588-612  
פירובט דה-הידרוגנז, מעגל קרבס 633-656  
מטבוליזם הגליקוגן 612-627  
מסלול הפנטוז פוספט 575-580  
Oxidative Phosphorylation 528-537, 731-763  
אינטגרציה של מטבוליזם 939-960

### הערות

הקריאה בספר הקורס באנגלית היא יותר ממומלצת.  
בנוסף לספר זה (Lehninger - principles of biochemistry) ישנם ספרים רבים מקבילים הנושאים רובם את השם הפשוט "Biochemistry". אין הבדל משמעותי בין הספרים השונים.  
לדוגמא: Biochemistry 7'th edition( / Berg, Tymoczko & Stryer