



# סילבוס מפורט

## שם הקורס

פיסיקה קוונטית מתקדמת

## מרצה

פרופ' רון ליפשיץ

## מתרגל

מר אורי פלג

## מבנה הקורס

פרוט הנושאים	שבועות
<u>רענון והרחבה של מושגי יסוד</u> : בדגש על (א) דינמיקה קוונטית בתמונות השונות (שרדינגר, הייזנברג ואינטראקציה). (ב) אינטגרלי מסילה של פיינמן. (ג) תורת הפרעות התלויה בזמן. (ד) אוסצילטור הרמוני (תכונות של אופרטורי סולם, מצבים קוהרנטיים והגבול הקלאסי).	שבועות 1-3
<u>קוונטיזציה של שדות</u> : השיטה הקוונטית, יחסי החילוף הקוונטיים בין השדה לצפיפות התנע, קוונטיזציה של שדה אלסטי ופונונים, אופרטורי חיסול ויצירה בוזוניים, קוונטיזציה של השדה האלקטרומגנטי ופוטונים. אנרגית הוואקום וכוח קזימיר. אינטראקציה של מטען עם שדה א"מ קלאסי ועם שדה א"מ קוונטי, בליעה וקרינה מאטומים, פליטה ספונטנית ומאולצת, מעברי קרינה אטומיים וזמני חיים, כללי ברירה, פיזור של אור (ראמאן, תומסון וריילי).	שבועות 4-7
<u>קוונטיזציה שנייה של מערכות רבות-חלקיקים</u> : פונקצית גל רב-חלקיקית, יצירה וחסול של פרמיונים, כתיבת ההמילטוניאן הרב-חלקיקי בעזרת אופרטורי חיסול ויצירה. גז פרמיונים חופשיים ופונקציית הקורלציה הדו-גופית. גז פרמיונים עם אינטראקציה (בקרום הרטרי, הרטרי-פוק ומודל הגיליוס). סכימה לתיאור מערכת רבת-חלקיקים המכילה אלקטרונים ובוזונים, רנורמליזציה למסת האלקטרון, שינוי האינטראקציה האפקטיבית בין אלקטרונים, זוגות קופר. לכסון ההמילטוניאן בעזרת טרנספורמציות קוונטיות (בוגוליובוב), רקע לתאורית BCS לעל-מוליכות.	שבועות 8-11
<u>פיסיקה קוונטית יחסותית</u> : משוואת קליין-גורדון ומשוואת דיראק. ספינורים, מטריצות גאמא והתנהגות תחת טרנספורמצית לורנץ. אלקטרון יחסותי חופשי והאינטרפרטציות של דיראק ופיינמן. פרדוקס קליין. אלקטרון יחסותי בשדה אלקטרומגנטי והגבול הלא יחסותי. (אם יישאר זמן – קוונטיזציה שנייה של משוואת דירק).	שבועות 12-13

## דרישות הקורס

**חלה חובת הגשה מלאה של כל התרגילים**, כלומר עדיפה הגשה מאוחרת (באישור) מאשר אי-הגשה בכלל. התרגילים מהווים חלק חשוב ומרכזי בקורס – יש לעשות מאמץ כדי להגישם בצורה המושלמת ביותר. אם אינכם מבינים משהו, היעזרו זה בזה, עיבדו ביחד על התרגילים (בתנאי שאת הפתרון עצמו תכתבו באופן עצמאי) ונצלו את שעות הקבלה שלנו. יש להסביר בפרוט את כל שלבי החישוב ולהקפיד על סדר וכתב יד קריא וברור של התרגילים המוגשים.

## הרכב הציון הסופי

הציון הסופי בקורס יורכב משקלול של התרגילים והמבחן. כל תרגיל אשר יוגש בזמן ויקבל ציון עובר יזכה את המגיש/ה אותו ב-1% מהציון הסופי. המבחן בסוף הקורס יהווה את יתרת הציון מהגשה מלאה. יש לקבל ציון עובר במבחן כדי לעבור את הקורס. המבחן יערך בחומר פתוח (אך ללא ספרים או צילומים מספרים).



## ספרות עיקרית

1. G. Baym, *"Lectures on quantum mechanics"*.
2. J.J. Sakurai, *"Advanced quantum mechanics"*.
3. J.D. Bjorken and S.D. Drell, *"Relativistic quantum mechanics"*.

## ספרות מומלצת לקריאה נוספת

4. R. Shankar, *"Principles of Quantum Mechanics"*.
5. E. Merzbacher, *"Quantum mechanics"*.
6. L.I. Schiff, *"Quantum mechanics"*.
7. P.A.M. Dirac, *"The principles of quantum mechanics"*.
8. J. von Neumann, *"Mathematical foundations of quantum mechanics"*.
9. D.S. Koltun and J.M. Eisenberg, *"Quantum mechanics of many degrees of freedom"*.
10. H.J. Lipkin, *"Quantum mechanics: New approaches to selected topics"*.
11. J.D. Bjorken and S.D. Drell, *"Relativistic quantum fields"*.
12. V.B. Berestetskii, E.M. Lifshitz, and L.P. Pitaevskii, *"Quantum Electrodynamics"* (Volume 4 of the Landau-Lifshitz series).
13. M.O. Scully and M.S. Zubairy, *"Quantum optics"*.
14. O. Madelung, *"Introduction to solid state theory"*.
15. M. Tinkham, *"Introduction to superconductivity"*.
16. R.P. Feynman and A.R. Hibbs, *"Quantum mechanics and path integrals"*.
17. R.P. Feynman, *"QED: The strange theory of light and matter"*.
18. A. Zee, *"Quantum field theory in a nutshell"*.

## ספרות להשלמת רקע חסר ורענון מתואר ראשון

19. J.J. Sakurai, *"Modern quantum mechanics"*.
20. L.D. Landau and E.M. Lifshitz, *"Quantum mechanics (Nonrelativistic theory)"*.
21. C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, and F. Laloe, *"Quantum mechanics"*.
22. K. Gottfried, *"Quantum mechanics, Vol.1: Fundamentals"*.
23. David J. Griffiths, *"Introduction to Quantum Mechanics"*.

Also, the first chapters in many of the books listed above.