

# תוכנית הקורס ורשימת קריאה לקורס



סמסטר 1 שנה 2024

**בית ספר:** היחידה ללימודים כלליים

יסודות הפיסיקה המודרנית

**מרצים/ות:**

מר עמי שטיינר [asteiner@runi.ac.il](mailto:asteiner@runi.ac.il)

<b>מספר הקורס:</b>	550	<b>סוג הקורס:</b>	בחירה	<b>שעות שבועיות:</b>	2	<b>נקודות זכות:</b>	2
<b>דרישות הקורס:</b>	עבודה מסכמת	<b>קוד קבוצה:</b>	241055001	<b>שפת לימוד:</b>	עברית		

## נושאי הקורס

**מה זה מדע?** מדוע המציאו בני האדם את המדע? מדוע שאלו שאלות על העולם הפיזי סביבנו (פיזיקה = החוקיות של העולם הפיזי). מה ההבדל בין תצפית מדעית על הטבע לניסוי? **מהי חשיבה מדעית** נבין מהם עקרונות החשיבה המדעית. כיצד נולדת תאוריה מדעית? כיצד היא מתפתחת ומתי היא חדלה להיות רלבנטית? עקרון הסכין של אוקהם. הפרדוקס של דויד יום. האם אלוהים משחק בקוביות? המודלים של קארל פופר ותומס קון להסבר השיטה המדעית. **התפתחות הפיסיקה המודרנית:** נסקור שלושה תחומים מרכזיים בפיסיקה מהעת העתיקה ועד ימינו: **(1) מבנה החומר** התפתחות תפיסת החומר מ-4 היסודות של אריסטו. המודלים של האטום. חלקיקים תת-אטומים ותורת המיתרים. **(2) מבנה היקום** הפרדיגמה של פיתגורס. המודל הגיאוצנטרי של תלמי. המודל ההליוצנטרי של קופרניקוס וגלילאו, תנועת הכוכבים לפי ברהה, קפלר וניוטון. האם היקום סופי? חייו של כוכב. היקום המתפשט וקבוע האבל. תאורית המפץ הגדול והיקום לפי הוקינג. **(3) תורת הקוונטים ותורת היחסות של אינשטיין** נבחן שתי מהפכות מדעיות שהתרחשו ב-100 השנים האחרונות ושינו את תפיסתנו את היקום בו אנו חיים. אלו גילויים הביאו לפיתוחה של תורת הקוונטים. מהם עקרונות התורה הזו ובמה היא שונה מהפיסיקה הקלאסית. נכיר את עקרון אי-הוודאות של הייזנברג, הדואליות בין אנרגיה וחומר. נכיר את תורת היחסות הפרטית והכללית שפיתח אחד מגדולי המדענים בכל הזמנים, אלברט אינשטיין, תורה שחשפה קשר בין מושגי החלל והזמן ושינתה את הבנתנו את היקום בו אנו חיים מהיסוד.

**לא** נדרשת היכרות קודמת עם מדעים, פיסיקה, חלל או מתמטיקה. נדרשת הבנה בסיסית של

מתמטיקה ברמה של 3 יח' לימוד.

מומלץ לצפות בסרטון ההסבר על הקורס כאן: <https://youtu.be/4UIFdmTxBt4>

---

## מטרות הקורס

הקורס מקנה פרספקטיבה מדעית והיסטורית על התפיסות העומדות מאחורי מדע הפיסיקה מימי קדם ועד ימינו. הקורס מקנה עקרונות חשיבה מדעית באופן שימושי גם לתחומים לא מדעיים בהמשך דרככם. הכרת אבני היסוד בפיסיקה והמהפכות שהן עברו מימי קדם ועד המאה העשרים בה התהוותה הפיסיקה המודרנית.

כל זאת, בשפה ברורה וקלה שאינה דורשת רקע מקדים במדע, פיסיקה או מתמטיקה ומאפשרות לכל סטודנט/ית סקרן להבין לעומק רעיונות מורכבים אלו בשפה פשוטה.

---

## מבנה ציון הקורס

ציון סופי: 100% עבודת גמר  
אין תירגול בכיתה. תרגילים עם פתרונות יועלו לאתר הקורס לתרגול עצמי בבית ללא ציון.

---

## תפוקת למידה

הקורס מקנה פרספקטיבה מדעית והיסטורית על התפיסות העומדות בבסיס מדע הפיסיקה מימי קדם ועד ימינו.


בתום הקורס הסטודנטים ידעו:

- מה זה מדע? מהי השיטה המדעית הנהוגה בימינו בכל תחומי המדע
  - היכרות עם ההיסטוריה של המדע. מה היו התגליות החשובות ביותר במדע (בנושאים המתוארים בסילבוס) לאורך השנים, עד היום.
  - הבנה פילוסופית של המדע. כיצד התפתח המדע לאורך השנים והמאות? כיצד יודעים עם תיאוריה מדעית נכונה או לא ואיך תאוריה אחת נופלת וחדשה מחליפה אותה.
  - הבנה טובה של מושגים ותפיסות בתחומי המדע הבאים: מבנה החומר, מבנה היקום, תורת הקוונטים ותורת היחסות של אינשטיין
  - כלים לחשיבה ביקורתית ולוגית אותם נלמד במסגרת היכרות עם תורות ותגליות מדעיות חשובות בכל הזמנים.
- 


## שעות קבלת מרצה

בדרך כלל אפשר להפגש בכל שבוע לפני או אחרי ההרצאה. ובמידת הצורך, יש לקבוע מפגש במועד אחר בתאום עם המרצה.

---

שעות קבלת מתרגל   
אין תרגול בקורס.

---

פרטי עוזר הוראה   
אין עוזר הוראה ואין שעות תירגול בקורס

---

הערות נוספות   
מומלץ לצפות בסרטון ההסבר על הקורס כאן: <https://youtu.be/4UIFdmTxBt4>

---

רשימת קריאה 

להלן **רשימת קריאה** המלווה את הקורס. הרשימה המלאה מיועדת בעיקר לסטודנט/ית שרוצה להתעמק בנושאים שסיקרנו אותו במהלך הקורס כדי להבין קצת יותר לעומק את החומר והנושאים עליהם דיברנו. חלק קטן מהספרים נפגוש במהלך הקורס וניתן קטעים מהם לקריאה במהלך הקורס. רוב החומר כאן הוא חומר להעמקה מעבר לדרישות הקורס.

ספרים 1-8 יזכרו וילוו אותנו במהלך הלימודים.

ספרים 9-18 מיועדים **לקורא המתעניין מעבר לחובות הקורס.**

בנוסף, ינתנו לינקים למגוון סרטונים הממחישים תופעות ותאוריות מדעיות חשובות במהלך הקורס בשקפים של חומרי הלימוד.

**כל החומרים (למעט המסומנים בכוכביות) מתאימים לקהל ללא רקע פיסיקלי או מתמטיקה רחב.**

. 1

**"היסטוריה של המדע לצעירים מכל הגילים"** מאת ויליאם ביינום ( 2016 )

אם תקראו בחייכם ספר אחד בלבד על מדע - זה הספר שאתם צריכים לקרוא. סקירה נפלאה של הנקודות

העיקריות בהיסטוריה של המדע. מי החוקרים, מה הם גילו וכיצד אוסף התגליות הללו יוצרים יחד סיפור מדהים של התפתחות מדעית מימי קדם ועד ימינו אנו.

. 2

**"היקום של אינשטיין"** מאת מיצ'ו קאקו ( 2004 )

סיפורו האישי המדהים של אלברט אינשטיין, משולב בהסברים מדעיים על התאוריות השונות שפיתח במהלך חייו עם

דגש על תורת היחסות הפרטית והכללית. ספר זה נותן רקע כללי ומדעי מתאים לקהל מדעי ושאינו

מדעי כאחד ומבט ייחודי ורענן על התיאוריות של איינשטיין, על חייו, על דרכי חשיבתו ועל הגורמים אשר השפיעו על עבודתו

המדעית של אחד המדענים המשפיעים ביותר על המדע בכל הדורות. **הספר ילווה אותנו בפרק על תורת היחסות של איינשטיין.**

. 3

(**"A Brief history of Time"**, Stephen Hawking (1988

הספר תורגם גם לעברית בשם: **"קיצור תולדות הזמן"**. גדול האסטרופיסיקאים בימנו מספר על חקר היקום והחלל תוך שהוא מקשר אותן להתפתחויות בתחום תורת היחסות ופיסיקה קוונטית ומסביר את המשמעויות הפילוסופיות לגבי מרחב וזמן ותחילת היקום. כפי שכותב הוקינג בהקדמה: אחד מחבריו הזהיר אותו שכל נוסחא בספר תקטין את היקף המכירות פי 2. הוקינג לקח ברצינות את האזהרה והצליח להסביר את מכלול הנושאים וההישגים בתחום תוך שהוא מזכיר אך ורק נוסחא אחת בלבד.

**הספר ילווה אותנו בפרק על מבנה היקום.**

. 4

**מסע אל שחר היקום** מאת אמיר אקסל ( 2012 )

**מנין באנו, ממה אנו עשויים ולאן מועדות פנינו? מה קרה במפץ הגדול? כמה ממדים יש ליקום? האם יש אנטי-יקום, ואם אין, כיצד נעלם האנטי-חומר? מה טיבו של החומר האפל הממלא את הגלקסיות? האם יש סכנה שפעילות המאיץ תיצור חור שחור שיבלע את עולמנו? אמיר אקסל מוביל אותנו לתוך חדרי הבקרה של צר"ן ברגעי מפתח ומציג לפנינו את הצוות הבינלאומי של המדענים השואפים להגשים את התקוות המזהירות שנתלו במאיץ.**

אקסל מסביר את המושגים המדעיים הנחוצים להערכת התגליות העתידות לנבוע מהמכונה הגדולה הזאת כאשר תופעל במלוא עוצמתה. לצורך כתיבת הספר ריאין אקסל שלושה-עשר חתני פרס נובל בפיסיקה ומדענים רבים נוספים – פיסיקאים, קוסמולוגים ומתימטיקאים – ובעזרתם הוא מוביל אותנו למסע תגליות מרתק אל התרחשות שיש בכוחה לשנות את תפיסתנו את העולם.

**הספר נמצא בספריה וילווה אותנו בפרק על תורת הקוונטים.**

. 5

**מופע הזיקוקין של היקום** מאת עמיר לוינסון ( 2012 )

פיצוצים קוסמיים מסתוריים המתרחשים ללא הרף ברחבי היקום הם תיעוד להתפתחותו של היקום, שהחלה לפני קרוב ל 14- מיליארד שנים במפץ גדול. הפיצוצים הללו קשורים למגוון רחב של תופעות אסטרונומיות שנחשפו בעשורים האחרונים. הספר סוקר בשפה פשוטה וברורה – תוך שימוש באיורים ובתצלומים מרהיבים שצילמו טלסקופים חדישים ולוויינים – את מגוון התופעות הקיצוניות שמציג היקום, ומספר את הסיפורים המרתקים שהובילו לחשיפתן. נתיחם לנושאים המוסברים בספר בצורה יפה וברורה גם בפרק על מבנה החומר (בעיקר התיאוריות המודרניות בנושא שיוצגו בסוף פרק זה) וגם בפרק על מבנה היקום.

**הספר נמצא בספריה וילווה אותנו בפרק על מבנה היקום**

. 6

(**"Quantum Generations"** by Helge Kragh (1999

סקירה היסטורית-מדעית של הישגי הפיסיקה המודרנית מסוף המאה ה 19- ועד ימינו. הספר מראה

כיצד התפתחה

הפיסיקה הקוונטית כשרשרת של תגליות חדשות, וניסיונות נועזים למצוא מודלים חדשים שיסבירו את הסתירות

שהתגלו בפיסיקה הקלאסית. הספר מדגיש את הרעיונות שמאחורי המדע ואינו דורש הכרה מוקדמת עם התאוריות

המדעיות. **הספר ילווה אותנו בפרק על תורת הקוונטים.**

.8

**Cosmic Queries: StarTalk's Guide to Who We Are, How We Got Here, and Where We're**

(**Going**", by Neil deGrasse Tyson (2021

סקירה רחבה ומקיפה של הנושאים בהם עוסקים אסטרופיסיקאים בחקר היקום. הספר נותן נקודת מבט ייחודית של אחד המדענים המובילים בהנגשת מדע בימינו – ניל דה גראס טייסון. בספר זה מצליח המחבר לגעת בנושאים מורכבים בפיסיקה באופן קל להבנה ומרתק. מומלץ לקרוא בחום גם מעבר להקשר הקורס.

.9

(**Astrophysics for People in a Hurry**", by Neil deGrasse Tyson (2017"

ספר מדע פופולרי של האסטרופיסיקאי הנודע, ניל דה-גראס טייסון. הספר נותן הצגה רחבה על תחומי המחקר באסטרופיסיקה בשפה ברורה ולא מקצועית ומאפשר לקרוא להחשף למסתרי היקום ולאופן בו אנו חוקרים ומגלים תגליות על היקום בצורה מרתקת.

.10

(**The Story of Western Science**", Susan Wise Bauer (2015"

סיפורו של המדע כפי שהתפתח בתרבויות המערב, מהתקופה הטרום מדעית, דרך ראשיתה של הפילוסופיה

המדעית והפילוסופים הקדם סוקראטיים ביוון, ועד למדע כפי שהתעצב בתקופת הרנסאנס והמהפיכה התעשייתית

באירופה. המחברת מדגימה, בשפה קולחת ובדוגמאות מרתקות, כיצד התפתחו תאוריות מדעיות בתקופות השונות

ומציגה בפני הקורא, באופן מרתק, את תולדות המדע בתרבות המערבית.

.11

) **An Introduction to the Standard Model of Particle Physics**" by Noel Cottingham (1998"

כיצד התפתחה הבנתנו את מבנה החומר מאז גילוי האלקטרון ע"י J.J. Thompson לפני יותר ממאה שנה ועד ימינו.

.12

) **dinger's Cat**" by Helge Kragh (1984**In Search of Schr**"

הספר עוסק במשמעויות הפילוסופיות של עקרון אי הוודאות של שרדינגר, עקרון המהווה חלק מתורת הקוונטים ואשר

יש לו משמעויות פילוסופיות על אפשרות הבחירה החופשית למשל. הספר משלב הסברים על העקרון הפיסיקלי

בבסיס התאוריה עם דיון מפורט במשמעויות הפילוסופיות שלו ומיועד לקהל הקוראים הרחב.

.13

**"The Tao of Physics" by Fritjof Capra (1975"**

הפסיקה המודרנית, תורת הקוונטים, תורת היחסות, תורת הכוחות המאוחדים, מגלים קווי דימיון רבים עם עקרונות

פילוסופיים מתרבות המזרח הרחוק הקדום. הספר סוקר את קווי הדמיון האלו תוך שהוא מעשיר את הקורא הן

בסודות פילוסופית המזרח והן בעקרונות הפסיקה המודרנית.

.14

**\*\*\* "The Ideas of Particle Physics" by G.D. Coughlan & J.E. Dodd (1984"**

ספר המיועד למדענים עם רקע מתמטי מוצק, המתאר את משפחות החלקיקים היסודיים, מגדיר את פעולת ארבעת

הכוחות היסודיים של הטבע (כח המשיכה, הכח הא"מ, הכח החזק והכח החלש) ומנסח באופן מתמטי מדויק את

התהליכים והאינטראקציות המתרחשים בין החלקיקים לכוחות היסודיים במגוון תרחישים.

.15

**\*\*\* "Quantum Physics" by R. Eisberg & R. Resnick (1985"**

תאור מפורט של המודלים הפיסיקליים מאחורי הפיתוחים העיקריים של הפסיקה המודרנית ותורת הקוונטים בפרט.

כולל: המודל הקלאסי והקוונטי לקרינה תרמית, האפקט הפוטואלקטרי, הפוטון של אנשטיין, אפקט קומפטון, האטום של בוהר, הדואליות של חומר וגלים, עקרון אי הודאות, מודלי האטום הקלטיים והקוונטיים, משוואת שרדינגר, טיפול קוונטי באטומים בודדים, מולקולות וחומר במצב מוצק, רדיואקטיביות, חלקיקים אלמנטריים. הספר כולל הסברים ברמה גבוהה של פיסיקה ומהווה חומר עזר משלים לנלמד בקורס. **הספר נמצא בספרייה.**

.16

**"Six easy Pieces", Richard P. Feynman et al. (1963"**

ששה מאמרים יפים וקצרים המסבירים לקורא הלא מיומן, מהם יסודות המדע ומדגים כיצד נחקרו מספר נושאים

מרכזיים במדע הפיסיקה במאה העשרים כגון: מבנה האטום, חק שימור האנרגיה, תורת הכבידה ותורת היחסות,

פיסיקה קוונטית. **הספר נמצא בספרייה.**

**\*\*\* (The Feynman lectures on Physics** by Richard P. Feynman et.al. (1968"

יסודות הפיסיקה (מכניקה, חשמל ותורת היחסות) כפי שניתנו ע"י ריצ'רד פיינמן, אחד מהפיסיקאים הגדולים בדורנו, לתלמידי שנה ראשונה באוניברסיטה. הספר כולל פיתוחים מלאים של התורות הבסיסיות בפיסיקה ומאפשר לקורא להבין את הנוסחאות מאחורי הנושאים הנלמדים בקורס.

ניתן להעזר גם בספרי הלימוד (בעברית) של ד"ר יורם אשל:

**"מכניקה לתיכון ולאוניברסיטה", "גלים ואופטיקה", "פיסיקה מודרנית". הספר נמצא בספרייה.**

**(A biography of the World's Most Famous Equation** by David Bodanis (2000 "

בראיון עם השחקנית קמרון דיאז היא נשאלה אם יש משהוא שהיתה רוצה לדעת. תשובתה היתה: מה משמעות הנוסחה. תשובה זאת הביאה את המחבר לכתוב את הספר שמוקדש כולו להסבר הנוסחה המפורסמת בעולם.

הספר משלב הסברים על האיש שהגה אותה – אלברט איינשטיין – חייו ופועלו, יחד עם סקירה של ההתפתחויות המדעיות שהביאו למציאתה והמשמעויות שלה מפיתוח פצצת אטום ועד להתפוצצויות על השמש.