



## המחלקה למתמטיקה

סמסטר 25-2024-א

שם הקורס הסתברות וסטטיסטיקה יישומית לפיזיקה

מספר קורס 201.1.9691

עמוד הקורס ברשת

<https://www.math.bgu.ac.il/he/teaching/fall2025/courses/applied-prob-physics>

מרצה אחראי ד"ר יוסף שטראוס, <strauss@post.bgu.ac.il>, חדר 109-

שעות קבלה <https://www.math.bgu.ac.il/he/teaching/hours>

### תקציר

### דרישות והרכב ציון הקורס<sup>1</sup>

### נושאי לימוד

1. ספירת המצבים. קומבינטוריקה. חלקיקים ניתנים ולא ניתנים להבדלה. מערכים מסודרים ולא מסודרים. תמורות עם החזרה ובלי החזרה. צירופים עם ובלי החזרה. מערכת ספינים של  $1/2$ . גז תאי. פרמיונים, פארה-פרמיונים, בוזונים. 2. ניסויים נשנים, תוצאות. הסתברות לפי תדירויות, לפי ביס ולפי קולמוגורוב, קשר בין הגישות. ניסויים ניתנים ולא ניתנים לשחזור. הסתברות ביקום שגודלו סופי. הסתברות ביקום מתפשט. הסתברות שתלויה בזמן. חוקי ההסתברות. מאורעות ותוצאות זרים. הסתברות מותנית. כלל ביס. הסתברות גאומטרית. פרדוקס של ברטרנד. 3. משתנים מקריים. מ?מ בדידים. הסתברות של מ?מ. פונקציות של מ?מ. ממוצע (תוחלת), שונות, מומנטים. ספין  $1/2$  ופרמגנטיות. התפלגות בינומית. מספרים גדולים. המצב המסתבר ביותר. מאורעות נדירים. דעיכה רדיואקטיבית. התפלגות פואסון. אנטרופית המידע. עקרון אנטרופיה מירבית ללא אילוצים. התפלגות אחידה. עקרון אנטרופיה מירבית עם אילוצי אנרגיה. התפלגות בולצמן. 4. גז חלקיקים במרחב המהירויות. מ?א רציף. צפיפות ההסתברות. ממוצע (תוחלת), שונות, מומנטים. פונקציית דלתא. התפלגות מקסוול (נורמלית, גאוסית). מומנט מגנטי מאותר בשדה מגנטי. פרמגנטיות קלאסית. פלקטואציות של מגנט. התפלגויות נצפות אחרות: חורים שחורים. רוחב הקו: התפלגות ברייט-ווינגר. אנטרופיה. התפלגות אחידה. התפלגות של גודל החלקיק בארסס, התפלגות של מסות ביקום: התפלגות לוג-נורמלית. התנגשויות במאיץ: מהתפלגות בינומית להתפלגות פואסון. 5. התפלגויות רב-משתנים רציפות. התפלגות משותפת ושולית. גז בשלושה ממדים. הרכיב המסתבר ביותר והגודל המסתבר ביותר של מהירות. הסתברויות איזוטרופיות ולא-איזוטרופיות. טנזור הלחצים בפלזמה. שונות משותפת וקורלציה. החלפת משתנים

<sup>1</sup> דרישות הקורס יכולות להשתנות במהלך השבועיים הראשונים של הסמסטר, ויש לשים לב להודעות באתר הקורס



בהתפלגויות משותפות. אלומות בפלזמה. קרינה קוסמית: ספקטרום האנרגיות והתפלגות זוויתית. קווריאנס כנגד אי-תלות. 6. חוקי מספרים גדולים. התפלגות גאוסית כגבול של התפלגויות בינומית ופואסון. אי-שוויון צ'בישב. מ?מ בלתי תלויים. סכום של מ?מ בלתי תלויים. קונבולוציה (קיפול). קיפול של התפלגויות גאוסיות. משפט הגבול המרכזי. יישומים ומגבלות של המשפט: רכיב המהירות של מולקולות הגז, פיזור קולון, איבוד האנרגיה של חלקיק העובר ששכתב הגז (התפלגות לנדאו). 7. סטטיסטיקה בפיזיקה: מנתונים להשערה. סדר הפעולות: הנחה תאורטית, בניית ניסוי, מדידת פרמטרים מתאימים, הערכת אי-ודאויות, כימות הסכמה עם התאוריה, קבלת התאוריה או דחייתה. דוגמאות: חיפוש של בוזון היגס, חומר אפל ביקום, שבירת אינווריאנטיות CP. 8. מדידות ושגיאות. התפשטות השגיאות. התפלגות נמדדת מול התפלגות אמיתית: קיפול עם פונקציית הפרדה (מכשיר מדידה). הנחה על התפלגות נורמלית של שגיאות במדידות. עיוות של התפלגות נמדדת: רוחב הקו. 9. מדידות, מדגם, אוכלוסיה, סטטיסטיקה המדגם. ממוצע ושונות של מדגם. משפט הגבול המרכזי בסטטיסטיקה. שערך פרמטרים: גישת תדירויות וגישה בייסית. הסקה בייסיאנית. הסתברות פריורית ופוסטרירית. פונקציית הנראות. נראות מקסימלית. דוגמאות: מרחק מהשמש ומרכז הגלקסיה, התפלגות המסות מניסוי LIGO. 10. ניסויים במאיץ: יישומי חי בריבוע. דרגות חופש. פרמטרים לא ידועים (מטרד). תפקיד אי-ודאויות (הערכת יתר מול המעטה). שיערוך ללא הטיה (נטאי). פונקציית קורלציה. 11. בדיקת השערות. השערות פשוטות ומורכבות. מבחנים סטטיסטיים. נוימן-פירסון, נראות מוכללת, סטודנט, פישר. מבחן ההלימות. 12. (אם נשאר זמן) מהלך אקראי. תהליכי דיפוזיה. 13. ?? (אם נשאר זמן) שיטות מונטה-קרלו. ??????