

האוניברסיטה העברית בירושלים

מכון רקח לפיסיקה

קורס מס' 77307 – מבוא לפיסיקה סטטיסטית

מרצה: ד"ר אבי שילר
בנין דנציגר ב', חדר 211
טל' 65-85239
avraham@phys.huji.ac.il

סילבוס

1. תרמודינמיקה:

משוואת המצב של גז אידיאלי; התפלגות מקסוול; החוק הראשון והחוק השני של התרמודינמיקה; מעברי לג'נדר; האנרגיה החופשית של Helmholtz, האנטלפיה, האנטלפיה החופשית והפוטנציאל הגרנד-קנוני; יחסי מקסוול; משוואת אויילר; קיבול החום, מקדם ההתפשטות האיזוברי והקומפרסביליות.

2. מספר המצבים המיקרוסקופיים:

פרהמגנט אידיאלי – ההגעה להתפלגות מצבים גאוסיאנית; צפיפות המצבים של חלקיק חופשי בודד במימדים שונים; צפיפות המצבים הרב-חלקיקית עבור N חלקיקים חופשיים; זיהוי האנטרופיה עם לוג מספר המצבים; הדגמה מפורשת עבור גז אידיאלי; הפרדוקס של Gibbs ופתרונו הקוונטי.

3. תורת הצברים (Ensembles):

- הצבר המיקרוקנוני לתאור מערכות סגורות: ההנחה הבסיסית של הצבר המיקרוקנוני – הסתברות אחידה; ההנחה הארגודית; הגדרה אלטרנטיבית של האנטרופיה.
- הצבר הקנוני לתאור מערכות בטמפרטורה נתונה: התפלגות בולצמן; פונקציית החלוקה הקנונית ויחסה לאנרגיה החופשית של Helmholtz; שקילות התאור באמצעות הצבר הקנוני והמיקרוקנוני; זיהוי קיבול החום עם הפלקטואציות באנרגיה במסגרת הצבר הקנוני.
- הצבר הגרנד קנוני לתאור מערכות עם מספר חלקיקים משתנה: התפלגות בולצמן; פונקציית החלוקה הגרנד קנונית ויחסה לפוטנציאל הגרנד קנוני; שקילות התאור באמצעות הצבר הקנוני והגרנד קנוני; זיהוי הקומפרסביליות עם הפלקטואציות במספר החלקיקים במסגרת הצבר הגרנד קנוני.

4. מערכות חד-חלקיקיות (בעיקר במסגרת הצבר הקנוני):

מערכות חד-חלקיקיות ותאורן במסגרת הפיסיקה הסטטיסטית הקלאסית; פונקציית החלוקה החד-חלקיקית; חוק דלטון; משפט החלוקה השווה; משפט Bohr–von Leeuwen; האוסילטור ההרמוני

הקוונטי; תנודות בגביש (פונונים) כאוסף של אוסילטורים הרמוניים; מודל איינשטיין ומודל Debye; חוק Dulong–Petit; פוטונים וקרינת גוף שחור; חוק סטפן-בולצמן והתפלגות פלנק.

5. חלקיקים קוונטיים:

חלקיקים זהים; פרמיונים (Fermions) ובוזונים (Bosons); גזים אידיאליים של בוזונים ושל פרמיונים; התפלגויות בוז-איינשטיין ופרמי-דיראק – דריבציה במסגרת הצבר המיקרוקונוני ובמסגרת הצבר הגרנד קונוני; גז אידיאלי של בוזונים – תופעת התעבות בוז; גז אידיאלי של פרמיונים – אנרגיית פרמי, ים פרמי, פיתוח Sommerfeld, סוספטיביליות Pauli.

6. מבוא למעברי פאזה:

סיווג של מעברי פאזה לסדר ראשון וסדר שני; מעבר גז-נוזל – גז ואן-דר-ואלס ובניית מקסוול; משוואת Clausius-Clapeyron; קבלת משוואת ואן-דר-ואלס במסגרת הפיסיקה הסטטיסטית; מבוא למעברי פאזה מגנטיים – מודל Ising; פתרון מודל Ising החד-מימדי וגישת השדה הממוצע (Mean-field) למימדים גבוהים מאחד.

ביבליוגרפיה:

1. Greiner, Neise and Stroker, "Thermodynamics and Statistical Mechanics," QC 311 G7413.
2. F. Reif, "Fundamentals of Statistical and Thermal Physics," QC 174.8 R453.
3. C. Kittel, "Elementary Statistical Physics," QC 174.8 K58.
4. L. E. Reichl, "A Modern Course in Statistical Physics," QC 174.8 R45.
5. עמית וורבין, "פיסיקה סטטיסטית", הוצאת האוניברסיטה הפתוחה