

## כוחות בין מולקולאריים במערכות כימיות וביולוגיות

### Intermolecular forces in biology and chemistry

This course aims to introduce various intermolecular and interparticle forces and the role of these forces in determining the properties of various colloidal, polymeric and biological systems. In addition, the course deals with experimental methods and techniques that allow force measurements, such as optical tweezers and Atomic Force Microscopy. Contemporary examples for the use of these techniques and theoretical concepts in scientific studies will also be discussed.

#### Topics:

1. Intro: types of specific and non-specific forces and interactions, time scales and energy scales in biology
2. Van der Waals forces: Keesom, Derjaguin and London dispersion forces
3. Van der Waals forces between macroscopic bodies, Hamaker constant, Derjaguin approximation. VdW forces at work: the case of gecko feet adhesion
4. Molecule-surface interactions, calculating net potential for interacting bodies
5. Interactions between charged surfaces, the concepts of Debye length and osmotic pressure, screening charge, Poisson-Boltzmann equation, DLVO theory
6. Hydrophobic interactions and self-assembly, a focus on membranes
7. Force measurement techniques: overview and useful concepts: beam theory, piezo elements, quadrature photodiodes, and analysis of power spectra.
8. AFM: imaging and Force-distance functions, nanoindentation
9. Optical Tweezers: principles and applications
10. Micropipette aspiration: examples from current literature. The concepts of membrane tension and membrane curvature
11. Magnetic Tweezers and Acoustic Force Spectroscopy
12. Random walk models for force-extension curves of biological molecules, DNA stretching
13. Dynamic force spectroscopy: binding-unbinding transitions, two-state systems, rupture of bonds in series and in parallel, catch-bonds.

#### Books:

1. Jacob Israelachvili- Intermolecular and Surface Forces
2. Rob Phillips- Physical Biology of the Cell
3. Philip Nelson- Biological Physics
4. Mark Leake- Biophysics tools and techniques

### **2 hours per week**

5 HW assignments. Solving at least 4 of the assignments is a pass/fail requirement. An exam will be held at the end of the course. Elective bonus assignments will be given.

Prerequisites: thermodynamics

## תאור הקורס:

בקורס זה נלמד על סוגי כוחות שונים שפועלים בין מולקולות ובין חלקיקים/משטחים, ונבין כיצד כוחות אלה משפיעים על תכונות של חומרים קולואידיים, פולימריים וביולוגיים שונים. נלמד גם על שיטות שמאפשרות מדידה של כוחות בין מולקולות או קולואידיים, כגון לכידה אופטית ומיקרוסקופ כוח אטומי, ונדון בדוגמאות מהספרות העכשווית.

## כוחות בין מולקולאריים במערכות כימיות וביולוגיות

### נושאים:

1. מבוא: סוגי כוחות ואינטראקציות ספציפיים ולא ספציפיים, סדרי גודל של כוחות ואנרגיות במערכות ביולוגיות
2. כוחות ון-דר-ואלס- דביי, קיסום וכוחות דיספרסיה
3. כוחות ון-דר-ולס בין גופים מאקרוסקופיים: גישת המאקר, קירוב דרייגן. כוחות ון-דר-ולס בפעולה: איך לטאות יכולות ללכת על התקרה?
4. אינטראקציות בין גופים ומשטחים
5. אינטראקציות בין גופים טעונים: מרחק דביי, משוואת פואסון-בולצמן, תאוריית DLVO
6. האפקט ההידרופובי והרכבה עצמית, פוקוס על ממברנות
7. איך מודדים כוחות? סקירת מושגים שימושיים: קורות, רכיבים פיזואלקטריים, פוטודיודות
8. מיקרוסקופ כוח אטומי: סריקה ודימות, ננואינדנטציה
9. לכידה אופטית: עקרונות ויישומים
10. שימוש במיקרופיטה מחקר ממברנות, עקמומיות ומתח ממברנות
11. מדידת כוח ע"י מלקחיים מגנטיות וספקטרוסקופיה אקוסטית
12. מודל מבוסס מהלכים אקראיים לתאור מתיחה של מולקולות ביולוגיות
13. ספקטרוסקופיית כוחות דינאמית

## דרישות הקורס:

- 5 ש"ב- חובה להגיש לפחות 4 בציון עובר
- יהיו מטלות רשות שיכולות לזכות בבנוס לציון
- תתקיים בחינה בסיום הקורס