

מכניקה – אלי סלוצקין

הרצאה I:

לשאלות: 03-7384506, eli.sloutskin@biu.ac.il. בשליחת המייל יש לדאוג שהנושא יהיה באנגלית או לפחות באותיות לטיניות. חדר A/208 בבנין 206. (קומה שנייה). ניתן לתאם פגישות עם המתרגלים בנוסף לאלו של המרצה.

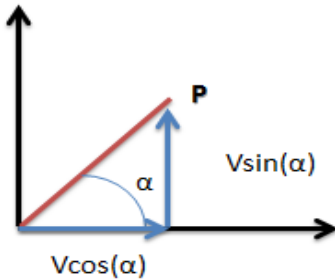
דרישות בקורס: נוכחות אינה חובה. מבנה הציון: מבחן (70%), שלושה בחנים (24%), תרגילי בית (6%). כל התרגילים הם חובה, רק אחד מהם ייבדק. חובה להביא את דף התרגיל לשעת התרגול. אתר המחלקה הינו www.ph.biu.ac.il, שם בוחרים בכפתור בשם <Academics><Courses><86-115>Files. יתקיים מועד מיוחד לתיקון הבחנים שיוחסרו. הספר שלפיו המרצה מלמד הוא: An Introduction to Mechanics שנכתב ע"י D. Kleppner & R.J. Kolenkow.

ספר נוסף: Mechanics by Berkley, Kittel, Knight & Ruderman. באתר הקורס מופיע לינק לספר חדש בעברית. קיימים סיכומי הרצאות באתר המחלקה, <Academics><Others><83-102>Files. באתר הקורס מופיעים סרטונים המכילים את החומר.

מבנה הקורס: הקדמה קצרה במתמטיקה, קינמטיקה, חוקי ניוטון, אנרגיה, תנע זוויתי, בעיות פיזור של חלקיקים, בעיית קפלר, גוף קשיח וצפיד.

חקר המכניקה התחיל אצל קפלר וניוטון לפני מאות שנים. במאה ה-20 נבנו התיאוריות החדשות של תורת הקוונטים והיחסות שטוענות שבמקרים מיוחדים אין חוקי המכניקה הקלאסית מתקיימים.

הקדמה מתמטית לקורס:



ווקטורים: גדלים עם כיוון. סימונו $\vec{V} = V \cdot \hat{v}$. ווקטור הוא מרחק בין שתי נקודות עם כיוון מאחת לשנייה. הווקטור אינו תלוי במערכת צירים. בפיסיקה מקובל לתאר ווקטור ע"י כך שהוא יוצא ממערכת הצירים, ונקודה P תתאר ווקטור בצורה (x, y) . ניתן לראות שע"פ משפט פיתגורס מתקבל האורך הרצוי. $\vec{V} = (V_x, V_y)$. מכפלת ווקטור בסקלר

$$\text{מוגדרת ע"י } \hat{v} = \frac{\vec{V}}{|\vec{V}|} \cdot a\vec{V} = (aV_x, aV_y)$$

חיבור וקטורים:

ניתן להגדיר את החיבור הווקטורי בדרך הגיאומטרית או האלגברית. ע"פ הדרך הגיאומטרית נשתמש בשיטת המקבילית:

$$\text{או בדרך האלגברית: } A + B = (A_x, A_y) + (B_x, B_y) = (A_x + B_x, A_y + B_y)$$

חיבור וקטורים הוא קומוטטיבי, ז"א $A+B=B+A$. ונגדיר את החיסור של וקטור על עצמו ע"י וקטור האפס, ז"א $\vec{A} - \vec{A} = 0$. כיוונו אינו מוגדר.

$$\text{נגדיר הצגת וקטורים ע"י וקטורי יחידה: } \vec{V} = A_x \hat{x} + A_y \hat{y}$$

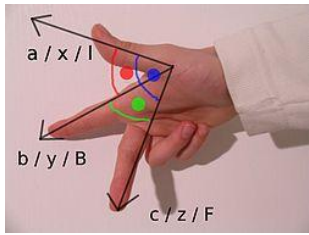
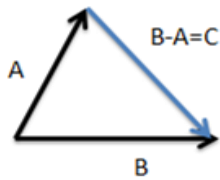
מכפלת וקטורים: קיימות שתי מכפלות בין וקטורים. מכפלה סקלרית ווקטורית. המכפלה הסקלרית נותנת סקלר, והווקטורית נותנת וקטור שני פעולות שונות לחלוטין.

מכפלה סקלרית: $\vec{A} \cdot \vec{B} = |\vec{A}||\vec{B}| \cos \theta$ כאשר הזווית שביניהם היא θ . למעשה, ההיטל של A על B הוא $A \cos(\theta)$. ומכפילים את הרכיב הזה ב-B. כפל סקלרי הוא קומוטטיבי, ז"א $\vec{A} \cdot \vec{B} = \vec{B} \cdot \vec{A}$. ניתן לראות זאת גם בדרך הגיאומטרית.

מי שהמציא את הוקטורים היה מהנדס בשם GIBBS. הכפלת A בעצמו (סקלרית) ייתן את ה- A^2 : $\vec{A} \cdot \vec{A} = |\vec{A}||\vec{A}| \cos(0) = A^2$. הכפלת וקטורים בצורה סקלרית תיתן אפס אם ורק אם אחד מהם וקטור האפס או שהם מאונכים זה לזה.

תכונות: $\vec{A} \cdot c\vec{B} = |\vec{A}||c\vec{B}| \cos \theta = c|\vec{A}||\vec{B}| \cos \theta = c\vec{A} \cdot \vec{B}$. הכפלה סקלרית של ווקטורים היא דיסטריבוטיבית, ז"א שמתקיים $\vec{A} \cdot (\vec{B} + \vec{C}) = \vec{A} \cdot \vec{B} + \vec{A} \cdot \vec{C}$. כמו כן מתקיים $\vec{A} \cdot (\vec{B} + \vec{C}) = \vec{A} \cdot \vec{B} + \vec{A} \cdot \vec{C}$. $\vec{A} \cdot \vec{B} = \vec{A} \cdot (B_x \hat{x} + B_y \hat{y}) = \vec{A} \cdot B_x \hat{x} + \vec{A} \cdot B_y \hat{y} = B_x \vec{A} \cdot \hat{x} + B_y \vec{A} \cdot \hat{y}$ ולאחר עוד כמה פיתוחים נקבל $A_x B_x + A_y B_y$. למסקנה: $\vec{A} \cdot \vec{B} = A_x B_x + A_y B_y$. להוכיח בצורה מלאה בתור תרגיל בית.

עד כאן היה דו מימד, עכשיו נתעסק בתלת מימד. $\vec{V} = (V_x, V_y, V_z) = V_x \hat{x} + V_y \hat{y} + V_z \hat{z}$. החיבור מוגדר באותה דרך, ז"א $\vec{A} + \vec{B} = (A_x + B_x) \hat{x} + (A_y + B_y) \hat{y} + (A_z + B_z) \hat{z}$. המכלה הסקלרית מוגדרת באותה דרך $\vec{A} \cdot \vec{B} = |\vec{A}||\vec{B}| \cos \theta$. ובשיטת ה"כובעים": $\vec{A} \cdot \vec{B} = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z$.



נוכיח את משפט הקוסינוסים בעזרת ווקטורים.

$$\vec{C}^2 = (\vec{B} - \vec{A}) \cdot (\vec{B} - \vec{A}) = A^2 - 2A \cdot B + B^2 = A^2 + B^2 - 2|A| \cdot |B| \cos \theta$$

מ.ש.ל

ניתן לראות שמשפט הקוסינוסים הוא קונסיסטנטי עם הגדרת המכפלה הסקלרית.

מכפלה וקטורית: מכפלה של וקטור באחד ע"י וקבלת וקטור המאונך לשניהם. גודל

הוקטור הינו $|\vec{A} \times \vec{B}| = |A||B|\sin \theta$. את כיוונו ניתן לחשב בעזרת כלל יד ימין.

תכונות מיוחדות: $\vec{A} \times \vec{A} = 0, \vec{A} \times \vec{B} = -\vec{B} \times \vec{A}$. וגם $\hat{x} \times \hat{y} = \hat{z}, \hat{x} \times \hat{x} = 0, \hat{x} \times \hat{z} = -\hat{y}$.