מכניקה – אלי סלוצקין

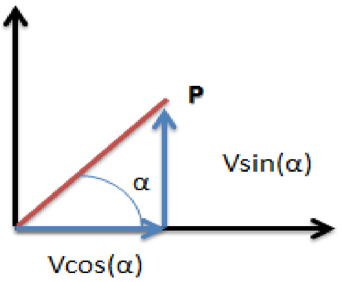
הרצאה I:

<u>לשאלות</u>: 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.

<u>דרישות בקורס</u>: 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.

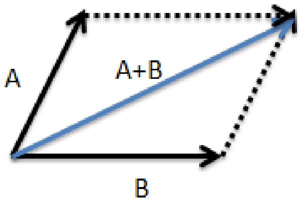
<u>מבנה הקורס</u>: הקדמה קצרה במתמטיקה, קינמטיקה, חוקי ניוטון, אנרגיה, תנע זוויתי, בעיות פיזור של חלקיקים, בעיית קפלר, גוף קשיח וצפיד.
חקר המכניקה התחיל אצל קפלר וניוטון לפני מאות שנים. במאה ה20 נבנו התיאוריות החדשות של תורת הקוונטים והיחסות שטוענות שבמקרים מיוחדים אין חוקי המכניקה הקלאסית מתקיימים.

<u>הקדמה מתמטית לקורס</u>:



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

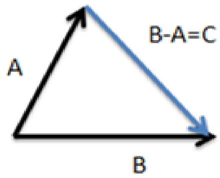
<u>חיבור וקטורים</u>:



ניתן להגדיר את החיבור הווקטורי בדרך הגיאומטרית או האלגברית. ע״פ הדרך הגיאומטרית נשתמש בשיטת המקבילית:
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.
נגדיר הצגת וקטורים ע״י וקטורי יחידה: $\vec{V} = A_x\hat{x} + A_y\hat{y}$.

<u>מכפלת וקטורים</u>: קיימות שתי מכפלות בין וקטורים. מכפלה סקלרית ווקטורית. המכפלה הסקלרית נותנת סקלר, והווקטורית נותנת וקטורץ שני פעולות שונות לחלוטין.
מכפלה סקלרית: $\vec{A} \cdot \vec{B} = |A||B| \cos\theta$ כאשר הזווית שבינהם היא θ. למעשה, ההיטל של A על B הוא $A\cos(\theta)$. ומכפילים את הרכיב הזה בB. 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 הסימון המקובל בחשבון הוקטורי היום היה מהנדס בשם GIBBS. הכפלת A בעצמו (סקלרית) ייתן את הבא: $\vec{A} \cdot \vec{A} = |A||A| \cos(0) = A^2$. הכפלת וקטורים בצורה סקלרית תיתן אפס אם ורק אם אחד מהם וקטור האפס או שהם מאונכים זה לזה.
תכונות: $\vec{A} \cdot c\vec{B} = |A||cB|cos\theta = c|A||B|cos\theta = c\vec{A} \cdot \vec{B}$. הכפלה סקלרית של ווקטורים היא דיסטריביוטיבית, ז״א שמתקיים $\vec{A}(\vec{B} + \vec{C}) = \vec{A} \cdot \vec{B} + \vec{A} \cdot \vec{C}$. כמו כן מתקיים $\vec{A} \cdot \vec{B} = \vec{A} \cdot (B_x\hat{x} + B_y\hat{y}) = \vec{A} \cdot B_x\hat{x} + \vec{A} \cdot B_y\hat{y}$
$= (A_x\hat{x} + A_y\hat{y})B_x\hat{x} + (A_x\hat{x} + A_y\hat{y}) \cdot B_y\hat{y} = A_x\hat{x}B_x\hat{x} + A_y\hat{y}B_x\hat{x} + A_x\hat{x}B_y\hat{y} + A_y\hat{y}B_y\hat{y}$
ומכיוון וע״פ הגדרת המכפלה הסקלרית $\hat{y}\hat{x} = 0$ נקבל $= A_xB_x + A_yB_y$. למסקנה: $\vec{A} \cdot \vec{B} = A_xB_x + A_yB_y$.

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 $\vec{A}+\vec{B}=(A_x+B_x)\hat{x}+(A_y+B_y)\hat{y}+(A_z+B_z)\hat{z}$. המכפלה הסקלרית מוגדרת באותה דרך $\vec{A}\cdot\vec{B}=|A||B|\cos\theta$ ובשיטה בה נתונות הקואורדינאטות של הווקטור: $\vec{A}\cdot\vec{B}=A_x\mathrm{B_x}+A_y\mathrm{B_y}+A_z\mathrm{B_z}$.

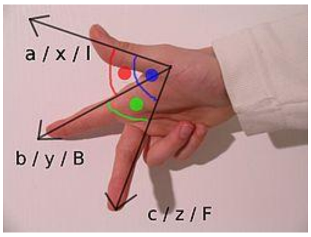


נוכיח את משפט הקוסינוסים בעזרת ווקטורים.

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

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

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