

להלן תוכנית הלמודים במכניקה בה מסומנים הנושאים שירדו בשנה זו

בצבע ירוק

פרק 1 : קינמטיקה

נושאות	פירוט	נושא
$\bar{x}_{A,B} = \bar{x}_A - \bar{x}_B \Delta \bar{x} = \bar{x}_2 - \bar{x}_1$	- מושגי היסוד "אורך" ו"זמן": מדידתם ויחידותיהם, מערכת היחידות התקינת SI. - המושגים: "ציר מקום", "מערכת ייחוס", "מקום יחסי", "מרחק", "העתק", "דרך".	1.1 מושגי יסוד בתנועה לאורך קו ישר
	- תיאור מקומו של גוף כפונקציה של הזמן על-ידי ההצגות: טבלה, גרף, ביטוי מתמטי. - יתרונות וחסרונות של ההצגות השונות. - תרשים תנועה ("תרשים עקבות").	1.2 תיאור תנועה - מקום כפונקציה של הזמן
$\vec{v} = \frac{\Delta \bar{x}}{\Delta t}$ $x = x_0 + vt$	- תנועה קצובה; המהירות בתנועה קצובה. - תיאור המקום כפונקציה של הזמן (ובקיצור: פונקציית מקום-זמן) על-ידי ביטוי אלגברי ועל-ידי גרף. - המהירות כשיפוע הגרף. - תנועה קצובה למקוטעין. - מהירות ממוצעת.	1.3 תנועה קצובה לאורך קו ישר
$\vec{v}_{A,B} = \vec{v}_{A,S} - \vec{v}_{B,S}$	- יחסיות התנועה. - מהירות יחסית.	1.4 תנועה יחסית
$\vec{v} = \frac{\Delta \bar{x}}{\Delta t}$ $\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \bar{x}}{\Delta t}$	- המושגים: "מהירות ממוצעת", "מהירות רגעית". - מהירות ממוצעת כשיפוע מיתר בגרף מקום-זמן. - מהירות רגעית כשיפוע משיק בגרף מקום-זמן.	1.5 תנועה במהירות משתנה
$v = v_0 + at$ $x = x_0 + \frac{v_0 + v}{2} t \quad x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ $v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$	- תנועה בתאוצה קבועה. - הצגת המקום והמהירות כפונקציה של הזמן ע"י ביטויים אלגבריים וע"י גרפים. - נפילה חופשית, זריקה אנכית.	1.6 תנועה בתאוצה קבועה
$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$ $\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$	- המושגים: "תאוצה ממוצעת", "תאוצה רגעית". - תאוצה ממוצעת כשיפוע מיתר בגרף מהירות-זמן. - תאוצה רגעית כשיפוע משיק בגרף מהירות-זמן.	1.7 תנועה בתאוצה משתנה
	- המושגים: "מקום" ו"העתק" בתנועה במישור. - אפיון הווקטור באמצעות גודל וכיוון, חיבור וקטורים בדרך גאומטרית, שוויון וקטורים, וקטור האפס, וקטור נגדי, וקטור שקול, חיסור וקטורים בדרך גאומטרית. - רכיבים של וקטור, חיבור וקטורים בדרך	1.8, 1.9 מושגי יסוד בתנועה במישור, וקטורים

	אלגברית, כפל וקטור בסקלר.	
$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$ $\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$	- המושגים: "מהירות כווקטור", "תאוצה כווקטור". - כיוון התאוצה בתנועה קצובה על מסלול עקום. - רכיבי תאוצה: רכיב משיקי ורכיב ניצב למשיק (רדיאלי).	1.10 המהירות והתאוצה בתנועה במישור

פרק 2 : דינמיקה

נושא	פירוט	נוסחאות
2.1 כוחות ומדידתם	- המושג "כוח", כוח הכובד. - תכונת האלסטיות ותכונת הלינאריות של קפיץ. - דינמומטר. - הגדרה ראשונית של יחידת הכוח "ניוטון". - מאזני קפיץ; הגדרה ראשונית למושג "משקל" ככוח הכובד.	$\vec{F} = k\Delta\vec{l}$
2.2 תכונות של כוחות	- הכוח כווקטור. - המושג "כוח שקול". - חיבור כוחות (באופן גאומטרי ובאופן אלגברי). - החוק השלישי של ניוטון.	$\vec{F}_{1,2} = -\vec{F}_{2,1}$
2.3 התמדה	- התמדה. - תנאי להתמדה ( $\sum \vec{F} = 0$ ). - התמדה בציר מסוים.	
2.4 מתיחות, כוח נורמלי וכוח חיכוך	- מתיחות בחתך רחב ומתיחות של חוט. - כוח נורמלי; מודל קפיצים. - אדהזיה; חיכוך קינטי; חיכוך סטטי.	$f_k = \mu_k N$ $f_s \leq \mu_s N$
2.5 ניתוח מצבי התמדה פשוטים	דוגמאות: - גוף נגרר במהירות קבועה על משטח אופקי באמצעות כוח אופקי ובאמצעות כוח נטוי.	
2.6 החוק השני של ניוטון	- הקשר בין כיוון הכוח השקול לבין כיוון התאוצה בתנועה בקו ישר ובמישור. - הקשר בין גודל הכוח השקול לבין גודל התאוצה בתנועה לאורך קו ישר ובמישור ( $a \propto \sum \vec{F}$ ). - המסה של גוף כמדד להתמדתו (מסה התמדית) $m = \frac{\sum F}{a}$ . - הקילוגרם - יחידת המסה ב-SI. - ניסוח החוק השני של ניוטון. - משוואת תנועה.	$\sum \vec{F} = m\vec{a}$
2.7 כוח הכובד, והמסה כמדד לצצמתו	- המסה של גוף כמדד לצצמת כוח הכובד הפועל עליו (מסה כובדית). - מדידת מסה באמצעות מאזני כפות. - צפיפות ומשקל סגולי.	$\rho = \frac{m}{V}$
2.8	דוגמאות:	

	<p>- תנועה על משטח אופקי ועל משטח משופע בהזנחת החיכוך וללא הזנחתו.</p> <p>- תנועת מעלית.</p> <p>- הוראת מאזני קפיץ הנמצאים בתוך מעלית כאשר היא נעה במהירות קבועה, כאשר היא מואצת וכאשר היא נופלת חופשית.</p> <p>- כוחות חיכוך הפועלים על מכונית בהאצה ובבלימה; האצת גוף באמצעות כוח חיכוך.</p> <p>- מד-תאוצה - גוף קשור בחוט לתקרת מכונית מואצת.</p> <p>- האצת שני גופים הקשורים בחוט.</p> <p>- המושגים "דטרמיניזם" ו"יכולת ניבוי".</p>	<p>יישום החוק השני לגבי תנועה לאורך קו ישר</p>
	<p>- זריקה אופקית: הרכיבים האופקיים והאנכיים של המקום, המהירות והתאוצה; התנועה הדו-ממדית.</p> <p>- זריקה משופעת.</p> <p>- הכללה לתנועה בהשפעת כוח קבוע.</p>	<p>2.9 תנועה במישור בהשפעת כוח קבוע</p>
$a_r = \frac{v^2}{R}$ $\Sigma F = m \frac{v^2}{R}$ $\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$ $\omega = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$	<p>- התאוצה והכוח בתנועה קצובה במעגל.</p> <p>- תנועה קצובה במעגל כתנועה מחזורית: זמן-מחזור, תדירות.</p> <p>- מהירות זוויתית בתנועה קצובה במעגל.</p> <p>- דוגמאות לתנועה קצובה במעגל:</p> <p>1. מטוטלת קונית.</p> <p>2. תנועה על כביש מעגלי, אופקי ונטוי.</p> <p>- התאוצה והכוח בתנועה מעגלית שאינה קצובה.</p> <p>- מהירות זוויתית רגעית.</p> <p>- דוגמה לתנועה מעגלית שאינה קצובה: מטוטלת פשוטה.</p>	<p>2.10 תנועה מעגלית</p>
$\vec{v}_{A,B} = \vec{v}_{A,S} - \vec{v}_{B,S}$ $\vec{a}_{A,B} = \vec{a}_{A,S} - \vec{a}_{B,S}$ $w = mg'$	<p>- המושג "גוף חופשי".</p> <p>- החוק הראשון של ניוטון.</p> <p>- כדור הארץ כמערכת ייחוס אינרציאלית בקירוב.</p> <p>- מטוטלת פוקו (איכותי).</p> <p>- עקרון היחסות של גלילאו.</p> <p>- נוסחאות הטרנספורמציה של גלילאו עבור התאוצה (תנועה לאורך קו ישר).</p> <p>- עקרון האקוויולנציה ושימוש בו לניתוח תנועה ביחס למערכות מואצות.</p> <p>- המושגים: "משקל", "כיוון מטה", "כיוון אופקי".</p>	<p>2.11 מערכות ייחוס</p>

פרק 3 : התנע ושימורו

נושא	פירוט	נוסחאות
<p>3.1 מתקף, תנע והקשר ביניהם</p>	<p>- המושג "מתקף" של כוח קבוע וייצוגו באמצעות ביטוי מתמטי.</p> <p>- מתקף של כוח משתנה בגודלו, וייצוגו באמצעות הישטחי הנתחם ע"י עקומת כוח-זמן וציר הזמן.</p> <p>- המתקף הכולל הפועל על גוף.</p> <p>- המושג "תנע" וייצוגו באמצעות ביטוי מתמטי.</p> <p>- המתקף הכולל הפועל על גוף כשינוי התנע של הגוף.</p> <p>- הכוח כקצב שינוי התנע.</p>	$\vec{J} = \vec{F}\Delta t$ $\vec{J} = \Sigma \vec{F}dt$ $\vec{p} = m\vec{v}$ $\vec{J} = \Delta\vec{p}$ $\Sigma \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$
<p>3.2 חוק שימור התנע</p>	<p>- המושג "מערכת סגורה".</p> <p>- שימור תנע במערכת דו-גופית סגורה.</p> <p>- חוק שימור התנע.</p>	$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2$ $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots$ $\vec{P} = \text{Const.}$

	- התנגשויות. - רתע. - שימור תנע במהלך אינטראקציה. - הנעה רקטית (איכותי).	3.3 יישומים של חוק שימור התנע
--	---	----------------------------------

פרק 4 : אנרגיה מכנית ושימורה

נושא	פירוט	נוסחאות
4.1 אנרגיה קינטית, עבודה והקשר ביניהן	<ul style="list-style-type: none"> <li>- המושג "אנרגיה קינטית".</li> <li>- עבודה הנעשית על גוף נקודתי:</li> <li>(1) כאשר המסלול הוא קו ישר והכוח קבוע - ייצוג העבודה באמצעות נוסחה.</li> <li>(2) כאשר המסלול הוא קו ישר והכוח משתנה - ייצוג העבודה כ'שטח' המתאים.</li> <li>(3) כאשר המסלול הוא קו עקום והכוח משתנה - ייצוג רעיון החישוב באמצעות חלוקה להעתקים קטנים. תחושב במפורט עבודת הכוח השקול בתנועה מעגלית קצובה.</li> <li>- "משפט עבודה-אנרגיה" - הוכחה עבור מקרים (1) ו-(2) לעיל והרחבה (ללא הוכחה) למקרה (3).</li> </ul>	$E_k = \frac{1}{2} mv^2$ $W = \vec{F} \cdot \Delta \vec{x}$ $W = \int_{x_1}^{x_2} \vec{F}_x \cdot dx$ $W_{\text{כוללת}} = \Delta E_k$
4.2 אנרגיה פוטנציאלית	<ul style="list-style-type: none"> <li>- כוחות משמרים וכוחות שאינם משמרים.</li> <li>- אנרגיה פוטנציאלית כובדית.</li> <li>- אנרגיה פוטנציאלית אלסטית.</li> </ul>	$U_G = mgy$ $U_{sp} = \frac{1}{2} kx^2$
4.3 שימור אנרגיה מכנית	<ul style="list-style-type: none"> <li>- אנרגיה מכנית כוללת.</li> <li>- שימור האנרגיה המכנית.</li> </ul>	$W_{A \rightarrow B} = E_B - E_A$ $E_A = E_B$
4.4 תנועה במעגל אנכי	<ul style="list-style-type: none"> <li>- שיקולי כוחות ואנרגיה.</li> <li>- היתקנות מן המסלול המעגלי.</li> </ul>	
4.5 היבטים אנרגטיים בהתנגשות	<ul style="list-style-type: none"> <li>- המרות אנרגיה בהתנגשות פלסטית; אנרגיה פנימית.</li> <li>- התנגשות אלסטית; המהירות היחסית בהתנגשות אלסטית.</li> </ul>	$\vec{v}_1 - \vec{v}_2 = -(\vec{u}_1 - \vec{u}_2)$
4.6 הספק ונצילות	<ul style="list-style-type: none"> <li>- המושגים "הספק" ו"נצילות".</li> </ul>	$P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$

פרק 6 : תנועה הרמונית פשוטה

נושא	פירוט	נוסחאות
6.1 תנועה מחזורית, תנודות, תנודות	<ul style="list-style-type: none"> <li>- תנועה מחזורית ואפיונה על-ידי זמן מחזור, תדירות ותדירות זוויתית.</li> </ul>	תנועה מחזורית:

<p>הרמוניות</p> <p>תנודות (תת-משפחה של תנועות מחזוריות).</p> <p>תנודות הרמוניות: התבנית המתמטית של הכוח כפונקציה של המקום.</p>	<p>תנודות (תת-משפחה של תנועות מחזוריות).</p> <p>תנודות הרמוניות: התבנית המתמטית של הכוח כפונקציה של המקום.</p>	<p>הרמוניות</p>
<p>כאשר: <math>p(t)</math> - מקום הגוף ברגע <math>t</math>.</p> $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$ $\Sigma \vec{F} = -c\vec{x}$	<p>הצגת משוואת התנועה ופתרון כללי של המשוואה.</p> <p>משמעות הקבועים המופיעים בפתרון הכללי של המקום כפונקציה של הזמן.</p> <p>פיתוח ביטויים מתמטיים למהירות ולתאוצה כפונקציה של הזמן.</p> <p>פיתוח ביטוי לזמן-המחזור.</p>	<p>6.2</p> <p>נוסחאות קינמטיות לתיאור תנועתו של אוסצילטור הרמוני</p>
$-c\vec{x} = m\ddot{\vec{x}}$ $x(t) = A \cos\left(\sqrt{\frac{c}{m}}t + \phi\right)$ $x(t) = A \cos(\omega t)$ $v(t) = -A\omega \sin(\omega t)$ $a(t) = -A\omega^2 \cos(\omega t)$ $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$	<p>תנודות גוף הקשור לקפיץ אנכי: ניתוח כוחות וניתוח המרות אנרגיה.</p> <p>תנודות מטוטלת פשוטה - קירוב זוויות קטנות; פיתוח נוסחה לזמן-המחזור.</p> <p>השוואה בין גרף "כוח-מקום" בתנועה הרמונית לבין גרף "כוח-מקום" בתנודות שאינן הרמוניות.</p>	<p>6.3</p> <p>דוגמאות: תנודות גוף הקשור לקפיץ אנכי ותנודות של מטוטלת פשוטה</p>

פרק 7: כבידה

נושא	פירוט	נוסחאות
<p>7.1</p> <p>רקע היסטורי וחוקי קפלר</p>	<p>פיתגורס: מודל גאוצנטרי.</p> <p>אריסטו: עולם תת-ירחי ועולם על-ירחי.</p> <p>תלמי: תיאור מסלול כוכב לכת ע"י מעגל משני ומעגל ראשי.</p> <p>קופרניקוס: מודל הליוצנטרי, יתרונותיו וחסרונותיו.</p> <p>טיכו ברהה: תצפיותיו האסטרונומיות.</p> <p>גלילאו גליליי: תגליותיו באמצעות הטלסקופ (פני הירח, שביל החלב, ירחי צדק, מופעי נוגה).</p> <p>יוהן קפלר: שלושת החוקים.</p>	$T^2 = kr^3$ $\left(\frac{\bar{r}_1}{\bar{r}_2}\right)^3 = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2$
<p>7.2</p> <p>חוק הכבידה</p>	<p>הביטוי לכוח הכבידה בקירוב שבו המסלולים הם מעגליים.</p> <p>יחס תאוצות הנפילה החופשית, של עצם על פני הארץ ושל הירח בכיוון הארץ, שווה ליחס ההפוך של מרחקי הגופים ממרכז הארץ.</p> <p>ניסוח חוק הכבידה.</p> <p>ניסוי קבנדיש: חישוב מסה של גרם שמים על פי תאוצת הנפילה החופשית על פניו <math>g^*</math>.</p> <p>הצלחות נוספות לתאוריית הכבידה: גילוי נפטון, הסבר תופעת הגיאות והשפל (איכותי).</p> <p>תנועת לוויינים במסלולים מעגליים; חישוב מסת כוכב על פי נתוני לוויין שלו.</p>	$F = G \frac{Mm}{r^2}$ <p>לגבי גרם שמים כדורי</p> $g^* = \frac{GM}{r^2}$

$U_G = -\frac{GMm}{r}$ $E_k = -\frac{U_G}{2}$ $E = -\frac{GMm}{2r}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- המושגים: "עצמת שדה הכבידה", "שדה הכבידה", "שדה אחיד", "שדה רדיאלי".</li> <li>- יתרונות תיאור הכבידה באמצעות המושג "שדה".</li> <li>- שדה הכבידה כשדה משמר.</li> <li>- הביטוי המתמטי לאנרגיה הפוטנציאלית הכבידתית.</li> <li>- המרות אנרגיה בשדה הכבידה.</li> <li>- גודל מהירות המילוט ואנרגיית קשר.</li> </ul>	<p style="text-align: right;">7.3 המושג "שדה", עבודה ואנרגיה בשדה הכבידה</p>
---	---	--