

# להלן תוכנית הלימודים בחשמל בה מסומנים הנושאים שירדו

## בצבע ירוק

נושא: אלקטרומגנטיות  
פרק 1: חוק קולון והשדה האלקטרוסטטי

נושאות	פירוט	נושא
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- שני סוגי מטען חשמלי והכוחות הפועלים ביניהם.</li> <li>- מוליכים ומבודדים - מבוא על המבנה החשמלי של חומרים.</li> <li>- השראה אלקטרוסטטית.</li> <li>- המושג "שיווי-משקל אלקטרוסטטי": הימצאות המטען העודף של המוליך על פני המוליך והצטופפותו באזורי חודים.</li> <li>- תנועת מטענים במעבר בין מצבים של שיווי-משקל אלקטרוסטטי - "זרמים חשמליים חולפים".</li> <li>- שימור המטען החשמלי.</li> </ul>	1.1 תופעות חשמליות(הצגה איכותית בלבד)
$F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$ $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- "חוק קולון" - חוק הכוח בין מטענים חשמליים נקודתיים.</li> <li>- המושג "מטען חשמלי נקודתי".</li> <li>- קולון - יחידת המטען החשמלי.</li> <li>- קיום מטען יסודי (אלמנטרי).</li> <li>- השוואה בין כוחות חשמליים וכוחות כבידה.</li> <li>- "עקרון הסופרפוזיציה" של כוחות חשמליים.</li> </ul>	1.2 חוק קולון
$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ $\vec{E} = \sum_{i=1}^n \vec{E}_i$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- שדות בתחומים שונים של הפיזיקה.</li> <li>- השדה החשמלי (האלקטרוסטטי) הנוצר ע"י מטען נקודתי - הגדרה ויחידות.</li> <li>- עקרון הסופרפוזיציה והשימוש בו לחישוב שדות חשמליים.</li> <li>- תיאור שדות חשמליים בעזרת קווי שדה.</li> </ul>	1.3 השדה האלקטרוסטטי, המושג "שדה" בפיזיקה
$\phi_E = \int \vec{E} \cdot d\vec{A}$ $\phi_E = \frac{\sum q}{\epsilon_0}$ <p>(דרך משטח סגור)</p> $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- המושג "שטף חשמלי".</li> <li>- חוק גאוס והקשר עם חוק קולון.</li> <li>- חישוב של שדות חשמליים בעזרת חוק גאוס במקרים פשוטים:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• סביב מטען נקודתי.</li> <li>• בתוך ומחוץ לקליפה טעונה.</li> </ul> </li> <li>- השדה החשמלי האחיד בין לוחות קבל (ללא הוכחה).</li> </ul>	1.4 חוק גאוס, הקשר בין חוק גאוס לחוק קולון

פרק 2: פוטנציאל חשמלי, קיבול וקבלים

נושא	פירוט	נוסחאות	פעילויות מומלצות
2.1 פוטנציאל והפרש פוטנציאלים	<ul style="list-style-type: none"> <li>- המושגים "כוח משמר", "שדה משמר".</li> <li>- השדה האלקטרוסטטי כשדה משמר.</li> <li>- "אנרגיה פוטנציאלית" ו"הפרש פוטנציאלים" בשדה האלקטרוסטטי.</li> <li>- "וולט" - יחידת הפוטנציאל.</li> <li>- הפוטנציאל של מטען נקודתי ושל מערך מטענים נקודתיים.</li> <li>- חישוב הפרש פוטנציאלים.</li> <li>- פוטנציאל של כדור מוליך טעון.</li> <li>- "הארקה".</li> <li>- חיבור שני מוליכים טעונים.</li> <li>- משטחים שווי-פוטנציאל וקווי שדה.</li> <li>- הקשר בין הפרש פוטנציאלים ושדה חשמלי.</li> <li>- האצה של מטענים על-ידי שדות חשמליים.</li> <li>- הטיה של אלומת אלקטרונים בשדה חשמלי אחיד.</li> <li>- יישומים: "תותח אלקטרונים", אוסילוסקופ.</li> <li>- היחידה "אלקטרון-וולט" (eV).</li> </ul>	$V_{A,B} = -\int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{r}$ $V = \frac{W}{q}$ $V = \sum \left( \frac{kq}{r} \right)$ $E = -\frac{\Delta V}{\Delta r}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ניסוי או הדמיה: מדידת הפרש פוטנציאלים בקרבת כדור מוליך טעון.</li> <li>- ניסוי: מיפוי שדה חשמלי בעזרת משטחים שווי-פוטנציאל באמבט אלקטרוליטי או בנייר מוליך.</li> <li>- הדמיות מחשב להמחשת שדות ופוטנציאלים שונים.</li> <li>- ניסוי: הטיה חשמלית של אלומת אלקטרונים בשפופרת טלטרון.</li> <li>- הדגמה: האוסילוסקופ כמד-מתח.</li> </ul>
2.2 קיבול וקבלים	<ul style="list-style-type: none"> <li>- המושג "קיבול חשמלי".</li> <li>- "פרד" - יחידת הקיבול החשמלי.</li> <li>- המושג "קבל".</li> <li>- הקיבול של קבל-לוחות - תלות הקיבול בפרמטרים.</li> <li>- הקבוע הדיאלקטרי, הסבר איכותי לתכונות של דיאלקטרן.</li> <li>- חיבור קבלים במקביל ובטור.</li> <li>- האנרגיה של מוליך טעון.</li> <li>- דיון וטיפול איכותי בטעינה ופריקה של קבל.</li> <li>- שימושים של קבלים.</li> </ul>	$C = \frac{q}{V}$ $C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{d}$ $U = \frac{1}{2} qV$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ניסוי: מדידות קיבול של קבלים.</li> <li>- ניסוי או הדמיה: תלות הקיבול של קבל-לוחות בפרמטרים.</li> </ul>

פרק 3: מעגלי זרם ישר

נושא	פירוט	נוסחאות
3.1 הזרם החשמלי ועצמת הזרם החשמלי	<ul style="list-style-type: none"> <li>- הגדרת הזרם החשמלי ועצמתו.</li> <li>- תופעות לוואי של הזרם החשמלי.</li> <li>- הזרם הרגעי כשיפוע גרף מטען-זמן.</li> <li>- המטען כשטח שמתחת לגרף זרם-זמן.</li> <li>- יחידת עצמת הזרם והקשר בין עצמת הזרם החשמלי למהירות הסחיפה של האלקטרונים.</li> </ul>	$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ $I = nqAv$
3.2 המתח	<ul style="list-style-type: none"> <li>- הגדרת המתח החשמלי.</li> </ul>	

$V = RI$	- חוק אום.	החשמלי וחוק אום
$R = \rho \frac{l}{A}$	- תלות ההתנגדות בפרמטרים שונים. - נגד משתנה, חיבור כראוסטט וכפוטנציומטר.	3.3 התנגדות
$\varepsilon = V + rI$	- מקור מתח. - הגדרת כא"מ ומתח הדקים. - התנגדות פנימית. - הקשר בין כא"מ ומתח הדקים.	3.4 כא"מ ומתח הדקים
$I = I_0 e^{-t/RC}$	- הגדרת RC. - גרפי המתח והזרם כתלות בזמן בפריקה וטעינה. - השטח מתחת גרף הזרם כתלות בזמן.	3.5 טיפול כמותי בטעינה ופריקה של קבל
$P = VI$ $W = VI t$ $\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$	- אנרגיה חשמלית והספק חשמלי. - יחידות אנרגיה והספק, ה- kWh. - נצילות של תהליך המרת אנרגיה. - הפסדי אנרגיה חשמלית.	3.6 הספק ואנרגיה במעגל חשמלי, נצילות
$R = \sum_{i=1}^n R_i$ $\frac{1}{R} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}$ $\sum I = 0$ $\sum \varepsilon = \sum RI$	- חיבור נגדים. - חיבור מקורות. - חוקי קירכהוף (רק עבור מעגלים עם 2 צמתים).	3.7 מעגלים חשמליים
<b>הערה: יש ללמוד על חיבור פוטנציומטרי וריאוסטט</b>		
	- מד-זרם ומד-מתח אידאליים. - השפעת מכשירים לא אידאליים על המעגל.	3.8 מכשירי מדידה

פרק 4: השדה המגנטי

נושא	פירוט	נוסחאות
4.1 שדות מגנטיים של מגנטים וזרמים	- האופי הווקטורי של השדה המגנטי. - זיהוי השדה המגנטי בנקודה. - השוואה בין קווי השדה המגנטי לבין קווי השדה האלקטרוסטטי. - השדה המגנטי של כדור הארץ.	
4.2 השפעת השדה המגנטי על זרם, עצמת השדה המגנטי	- השדה המגנטי מפעיל כוח על מטענים נעים. - כיוון הכוח המגנטי. - תלות הכוח המגנטי בפרמטרים. - הגדרת עצמת השדה המגנטי והשוואה להגדרת עצמת השדה החשמלי.	$F = Bil \sin \alpha$

$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ $B = \frac{\mu_0 I}{2R}$ $B = \frac{\mu_0 NI}{l}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- הזרם כמקור השדה המגנטי.</li> <li>- חוק אמפר.</li> <li>- הקשרים בין השדות המגנטיים והזרמים בקרבת תיל ישר ארוך, במרכז כריכה מעגלית, בסילונית.</li> </ul>	<p>4.3</p> <p>הקשר בין השדה המגנטי ומקורותיו - בקרבת תיל ארוך מאוד, במרכז כריכה מעגלית, בסילונית</p>
$F = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- הגדרת האמפר.</li> <li>- כיוון הכוח ביחס לכיוון הזרמים.</li> </ul>	<p>4.4</p> <p>כוח בין זרמים מקבילים, הגדרת האמפר</p>
$F = qvB \sin \alpha$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- מעבר מכוח הפועל על תיל נושא זרם לכוח הפועל על מטען נע (כוח לורנץ).</li> <li>- הכוח המגנטי אינו משנה את גודל המהירות (עבודתו אפס).</li> <li>- השוואה בין הכוח המגנטי והכוח החשמלי.</li> <li>- הצגת המכפלה הווקטורית.</li> </ul>	<p>4.5</p> <p>כוח הפועל על מטען הנע בשדה מגנטי</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- בורר מהירויות.</li> <li>- ספקטרוגרף מסות.</li> <li>- ציקלוטרון.</li> </ul>	<p>4.6</p> <p>יישומים של הכוח המגנטי</p>

#### פרק 5: השראה אלקטרומגנטית

נושאות	פירוט	נושא
$\varepsilon = B \ell v \sin \alpha$ $\phi_B = \int \vec{B} \cdot d\vec{A}$ $\varepsilon = - \frac{d\phi}{dt}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- כא"מ הנוצר בין קצות מוליך הנע בשדה מגנטי אחיד - הסבר בעזרת כוח לורנץ.</li> <li>- כא"מ הנוצר בלולאה כתוצאה מתנועתה יחסית לשדה מגנטי.</li> <li>- שטף מגנטי דרך משטח.</li> <li>- חוק פארדיי.</li> <li>- כא"מ הנוצר בלולאה כתוצאה משינוי בזמן של השדה המגנטי.</li> <li>- חוק לנץ וקביעת כיוון הזרם המושרה.</li> <li>- חוק לנץ כנובע משימור אנרגיה.</li> </ul>	<p>5.1</p> <p>כא"מ מושרה, חוק פארדיי וחוק לנץ</p>
$\varepsilon = -\omega N B A \sin \omega t$ $\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1} = \frac{N_2}{N_1}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- גנרטור AC - הכא"מ המושרה בסליל הטבעתי המסתובב בשדה מגנטי.</li> <li>- מתח זרם אפקטיביים.</li> <li>- שנאי אידאלי.</li> <li>- העברת אנרגיה.</li> </ul>	<p>5.2</p> <p>יישומים טכנולוגיים</p>
$\varepsilon = -L \frac{di}{dt}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- המושג "השראות".</li> <li>- התנהגות משרן במעגל זרם ישר (דיון איכותי).</li> </ul>	<p>5.3</p> <p>השראה עצמית</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- הצגת המשוואות ללא פיתוח כסיכום לנושא האלקטרומגנטיות.</li> </ul>	<p>5.4</p> <p>משוואות מקסוול</p>