

# פיזיקה

## של מערכות

## טכנולוגיות

• דוד שמש

• חשמל בבית

• מנוע מכונית

מותאם לתכנית הלימודים של משרד החינוך

תשע"ב - 2012

## תוכן העניינים

<b>5</b>	<b>דוד שמש</b>	
7	..... - מתקן דוד השמש	פרק א'
11	..... - אנרגיית השמש	פרק ב'
20	..... - מבנה קולט השמש והתקנתו	פרק ג'
25	..... - תפקיד לוח הזכוכית בקולט	פרק ד'
28	..... - כיצד נוצר וכיצד נשמר החום בקולט	פרק ה'
33	..... - עליית המים החמים מהקולט אל הדוד	פרק ו'
37	..... - דוד האגירה לאספקת המים החמים לבית	פרק ז'
45	..... - מערכת החשמל כמערכת גיבוי	פרק ח'
53	..... - כדאיות רכישה של דוד שמש	פרק ט'
<b>57</b>	<b>חשמל בבית</b>	
59	..... - מכשירי חשמל ביתיים	פרק א'
65	..... - הספק ועבודה של מכשירי חשמל ביתיים	פרק ב'
72	..... - מדידת צריכת החשמל בבית	פרק ג'
79	..... - שימוש נכון בחשמל	פרק ד'
84	..... - מקור המתח החשמלי	פרק ה'
96	..... - הזרם החשמלי	פרק ו'
103	..... - התנגדות המכשיר החשמלי	פרק ז'
110	..... - בטיחות והגנה במערכת החשמל בבית	פרק ח'
<b>121</b>	<b>מנוע המכונית</b>	
124	..... - מנוע המכונית	פרק א'
132	..... - שלב היניקה	פרק ב'
140	..... - שלב הדחיסה	פרק ג'
145	..... - שלב השרפה (עבודה)	פרק ד'
150	..... - שלב הפליטה	פרק ה'
155	..... - כוח עבודה ואנרגיה בפעולת המנוע	פרק ו'
168	..... - הקרבורטור (המאייד)	פרק ז'

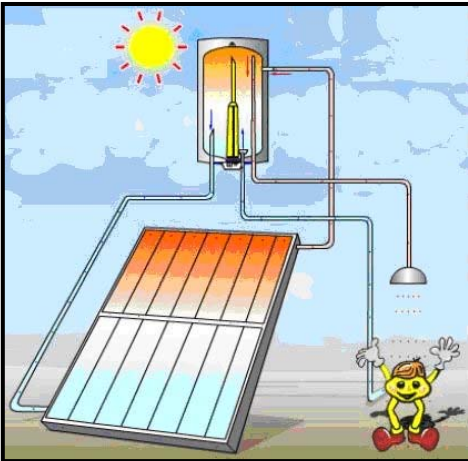
# דוד

# שמש



# פרק א' - מתקן דוד השמש

## מהו מתקן דוד השמש?



איור של מתקן דוד שמש

דוד השמש הוא מתקן המשמש לחימום מים לצורך רחצה ולשימושים נוספים שעקרון הפעולה שלו מבוסס על ניצול האנרגיה של השמש (האנרגיה הסולארית) ועל הפיכתה לאנרגיית חום לחימום המים.

דוד השמש היה בין ההמצאות הראשונות שהומצאו לניצול האנרגיה הסולארית של השמש שהיא אחד ממקורות האנרגיה העיקריים שמספק לנו הטבע.

## מקורות האנרגיה שמספק הטבע

למקורות האנרגיה שמספק הטבע ושאינם מתכלים או מזהמים קוראים אנרגיה מתחדשת. שלושת מקורות האנרגיה המתחדשת של הטבע הזמינים ביותר הם:

- **אנרגיית השמש** - הנקראת אנרגיה סולארית ומגיעה לכדור הארץ בצורת קרינה אלקטרומגנטית המנוצלת כיום במגוון יישומים שונים.
- **אנרגיית הרוח** - הנוצרת משינויי לחץ ואקלים ומשמשת כיום במגוון יישומים, בעיקר לייצור אנרגיה חשמלית.
- **אנרגיית המים** - הנוצרת מעוצמת זרימת מקורות מים ומהבדלי מפלס גובה ביניהם ומשמשת כיום בעיקר לייצור אנרגיה חשמלית.

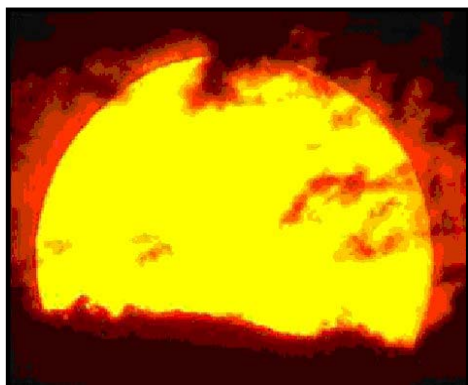
עם התקדמות המדע והטכנולוגיה שיפר האדם את היכולת שלו להשתמש במקורות האנרגיה האלו של הטבע הנמצאים בשפע, אינם מתכלים ואינם מזהמים את הסביבה. אמנם האדם עדיין משתמש במקורות אנרגיה מתכלים, כמו מזוט, פחם ואנרגיה גרעינית שהינם מקורות אנרגיה המזהמים את הסביבה, אך השימוש באנרגיה מתחדשת הולך וגדל כל הזמן.

## דוד השמש - פיתוח ישראלי

את דוד השמש, כפי שהוא מוכר כיום, פיתח ד"ר צבי תבור מחלוצי השימוש באנרגיה סולארית בישראל. כאות הערכה על הפיתוח של דוד השמש קיבל ד"ר צבי תבור תעודת הוקרה אישית ופרס מראש הממשלה דאז דוד בן גוריון.

## פרק ב' - אנרגיית השמש

השמש היא הכוכב המרכזי במערכת השמש שסביבה סובבים כוכבי הלכת. כדור הארץ הוא אחד מכוכבי הלכת במערכת השמש אשר נמצא במרחק של כ- 150,000,000 ק"מ מהשמש.



תהליכי היתוך גרעיני בשמש

הנקראת "אנרגיה סולארית". האנרגיה של השמש מוקרנת אל החלל, וחלק מקרינה זו המגיעה לכדור הארץ מאפשר את קיום כל צורות החיים המוכרות לנו.

### האנרגיה של השמש

השמש עשויה בעיקר מגז המימן (74%) ומגז ההליום (24%), והשאר מיסודות של חומרים נוספים. בעקבות תהליכים של היתוך גרעיני שבהם אטומים של גז המימן הופכים לאטומים של גז הליום, משתחררת אנרגיה עצומה. אנרגייה זו היא המקור לאנרגיית האור ולאנרגיית החום של השמש

### קרינת השמש



קרינת אור השמש

התהליכים של ההיתוך הגרעיני גורמים להתלהטות השמש כשהטמפרטורה במרכזה מגיעה ל-15 מיליון מעלות צלסיוס, ואילו על פני השמש הטמפרטורה מגיעה ל-6,000 מעלות צלסיוס. השמש הלוהטת פולטת את האנרגיה שלה באמצעות קרינה אלקטרומגנטית המורכבת מחלקיקים בעלי אנרגיה הנקראים: פוטונים. חלקיקים אלו תמיד נעים במהירות האור (300,000 ק"מ בשנייה) ומעבירים את האנרגיה שלהם לכל גוף שאתו הם באים במגע. גלים אלקטרומגנטיים שנפלטים מהשמש כוללים בין היתר אנרגייה של אור ושל חום שבתוכה יש קרני רנטגן, קרינה של גלי רדיו ועוד. ההבדל בין גלים אלקטרומגנטיים שונים נקבע על פי אורך הגל שלהם.

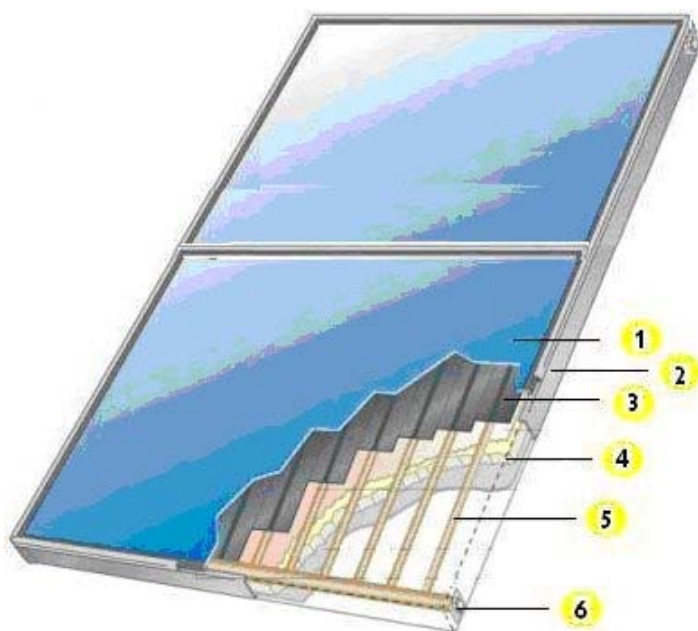
# פרק ג' - מבנה קולט השמש והתקנתו

## קולט השמש ותפקידו

לקולטי השמש בכל מתקן דוד שמש יש את התפקיד החשוב של המרת האנרגיה הסולארית של השמש לאנרגיה של חום המחממת את המים. קולטי השמש מותקנים תמיד **בשיפוע לכיוון צד דרום** כדי להיות חשופים למסלול התנועה של השמש מהזריחה במזרח ועד השקיעה במערב. המטרה היא לקלוט את עוצמת הקרינה הגבוהה ביותר של השמש במשך כל שעות היום.

## מבנה קולט השמש

קולט השמש שתפקידו להמיר את האנרגיה הסולארית לאנרגיית חום ולחמם את המים הזורמים בצנרת הנמצאת בתוכו, בנוי מחלקים שונים שלכל אחד מהם יש תפקיד חשוב בפעולתו התקינה של הקולט.



### 1. לוח הזכוכית של הקולט

לוח הזכוכית של הקולט עשוי מזכוכית שקופה המאפשרת לקרינה של השמש לחדור דרכה, אך מונעת מקרינת החום האינפורה אדומה לצאת החוצה. לוח הזכוכית מותקן על פתח תיבת הקולט באמצעות אטמים מגומי. המטרה היא לאטום את תיבת הקולט ולא לאפשר לאוויר החם שנכלא בפנים לצאת החוצה או לאוויר קר מבחוץ לחדור פנימה.

## פרק ד' - תפקיד לוח הזכוכית בקולט



ללוח הזכוכית בקולט יש בעצם שני תפקידים חשובים ביותר:

- לאפשר לקרינת השמש לחדור לתוך הקולט ולפגוע בפח השחור.
- לאטום את תיבת הקולט וללכוד את את הקרינה האינפרה אדומה הנפלטת מהפח השחור בתוך הקולט.

למעשה, לוח הזכוכית יוצר בקולט את "אפקט החממה".

### לוח הזכוכית מאפשר חדירה של קרינת השמש לקולט ומונע מהקרינה האינפרה אדומה לצאת מהקולט



חממה לגידול צמחים

#### מהו "אפקט החממה"?

חממה היא מבנה שבדרך כלל מגדלים בו צמחים שונים במשך כל ימות השנה למרות השינוי במזג האוויר מחוץ לחממה במהלך עונות השנה המתחלפות.

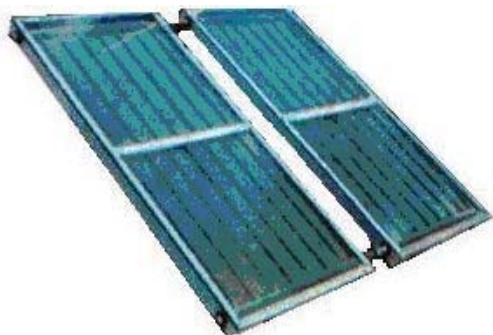
#### **כיצד זה אפשרי?**

הרעיון שמאפשר זאת מבוסס כולו על כך שהחממה בנויה מלוחות זכוכית שקופה או

מיריעות ניילון שקוף המאפשרים לקרינת השמש לחדור פנימה לתוך החממה, אך הם מהווים גוף אטום לקרינה האינפרה אדומה הנפלטת מהקרקע ומהצמחיה ואינם מאפשרים לקרינה האינפרה אדומה לצאת החוצה.

לוחות הזכוכית אוטמים את החממה ואינם מאפשרים תנועה של אוויר חם מבפנים החוצה או תנועה של אוויר קר מבחוץ פנימה. בצורה זו נלכדת אנרגיית החום בתוך החממה ונוצרת תופעה הנקראת: "אפקט החממה".

## פרק ה' - כיצד נוצר ונשמר החום בקולט



ליצירת החום בקולט שותפים שני חלקים עיקריים:

- הפח השחור - שקולט את אנרגיית השמש, בולע אותה, מתחמם ופולט אנרגיית חום כקרינה אינפרה אדומה.
- לוח הזכוכית - שאוטם את הקולט ולוכד את הקרינה האינפרה אדומה בתוך הקולט.

לוח הזכוכית והפח השחור בקולט

### כיצד נוצר החום בקולט?

כאשר קרינת השמש פוגעת בזכוכית השקופה, היא חודרת דרכה ופוגעת בפח השחור שבולע אותה. כתוצאה מכך הפח השחור מתחמם ופולט קרינה אינפרה אדומה כדי להתקרר.

לוח הזכוכית האוטם את הקולט אינו מאפשר לקרינה האינפרה אדומה לצאת החוצה, וכך נלכדת אנרגיית החום בתוך הקולט.

- הפח השחור - קולט את קרינת השמש והופך אותה לקרינה אינפרה אדומה.
- הזכוכית השקופה - מעבירה את קרינת השמש, אך מהווה מלכודת לקרינה האינפרה אדומה.

### **כיצד ניתן לחמם מים באמצעות החום שנוצר בקולט?**

את המים הנמצאים בצינורות שבקולט מחממים באחת מהשיטות השונות להעברת חום.

### השיטות להעברת חום

אנרגיית חום שמצטברת בגוף שואפת תמיד לעבור מגוף אחד לשני, וההעברה מתאפשרת באמצעות שלוש השיטות הבאות:

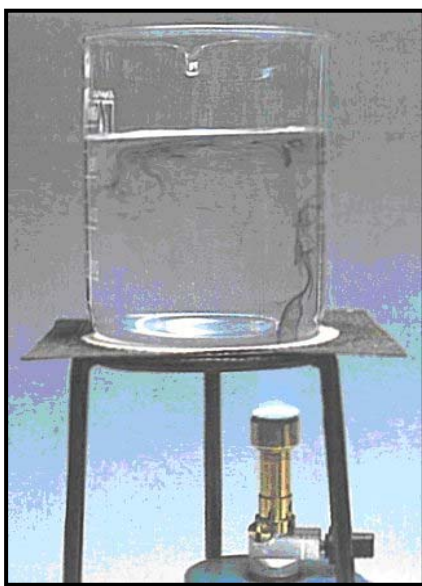


# פרק ו' - עליית המים החמים מהקולט אל הדוד

העיקרון שעל פיו נוצרת עליית המים החמים מן הקולט אל דוד האגירה הנמצא גבוה מעל הקולט, מבוסס על תופעה המתרחשת בעת חימום מים ונקראת "העיקרון התרמוסיפוני".

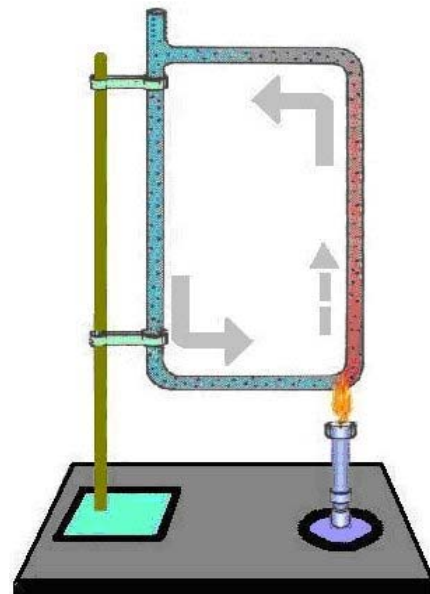
## איזו תופעה מתרחשת בעת חימום מים?

נדגים את התופעה באיורים הבאים:



איור א'

חימום המים בתחתית המיכל גורם למים החמים לעלות כלפי מעלה, ומים קרים תופסים את מקומם.



איור ב'

חימום המים בפניה הימנית של המבחנה גורם למים החמים לנוע ממקור החום ולמים קרים להיכנס במקומם.

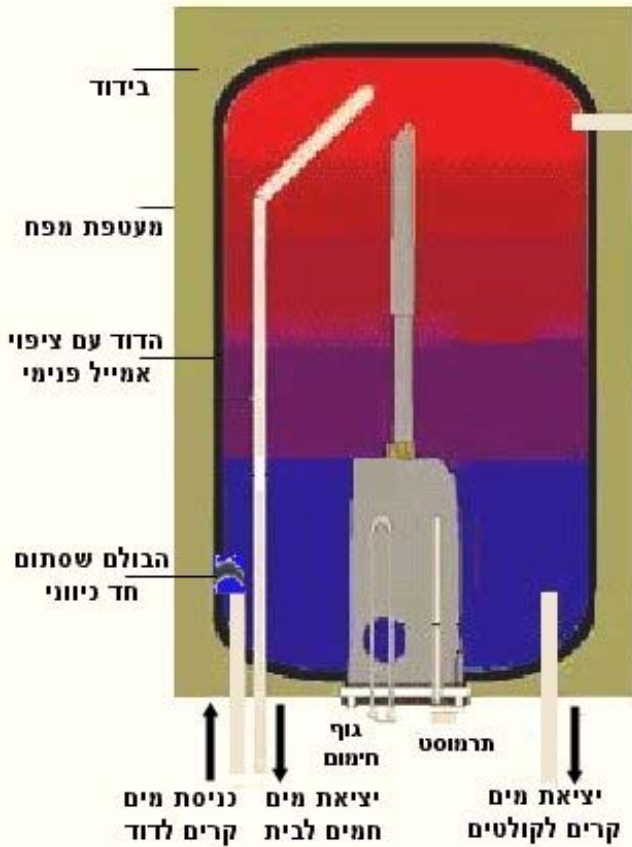
## מה גורם לתנועה של המים החמים כלפי מעלה?

כאשר מחממים מים, החום גורם להתרחבות המולקולות של המים החמים ולהקטנת הצפיפות שלהן באותו הנפח. כתוצאה מזה המים החמים מתחילים לנוע ולעלות כלפי מעלה ולצוף על פני המים הקרים. לתופעה זו אנו קוראים: "עיקרון תרמוסיפוני".

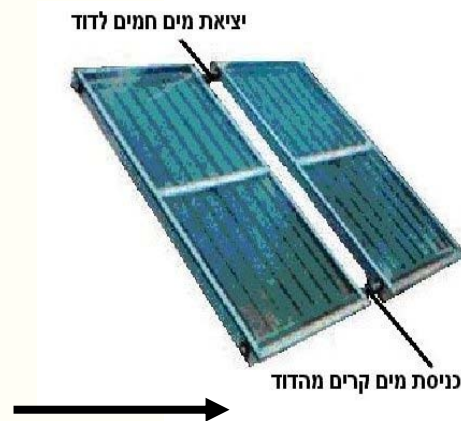
**"העיקרון התרמוסיפוני" הוא תופעה שבה:**

**מים חמים בתוך כלי נעים ועולים כלפי מעלה**

# פרק ז' - דוד האגירה לאספקת מים חמים לבית



המתקן הקלאסי של דוד השמש כולל דוד אגירה שאליו צמודים קולטי השמש. כל המערכת של דוד אגירה ושל קולטי שמש מהווה יחידה אחת שלמה.



## מבנה דוד האגירה

דוד האגירה הוא מיכל העשוי מפלדה עבה העמידה בלחץ גבוה שאותה מצפים בציפוי פנימי של חומרים מסוימים (כמו חומר ציפוי הנקרא **אמיל**) המבטיחים הגנה מושלמת מפני חלודה.

בחלק העליון של דוד האגירה נמצא צינור כניסת המים החמים מהקולטים, ובחלק התחתון של דוד האגירה נמצאים:

- צינור כניסת המים לדוד מצנרת המים הראשית של הבית.
- צינור יציאת מים קרים מהדוד לקולטים.
- צינור יציאת מים חמים מהדוד לברזי הבית.
- הרכיבים השונים של מערכת החשמל של הדוד שהם גוף החימום והתרמוסטט המיועדים לחימום המים ולשמירה על חום המים בדוד.
- שסתומים שונים למטרות בטיחות.

# פרק ח' - מערכת חשמל כמערכת גיבוי

## הצורך באנרגיה חשמלית כאנרגיה חלופית

בעונת החורף יש ימים רבים שמזג האוויר הוא מעונן, והשמש בקושי נראית מבעד לעננים. גם כאשר השמש זורחת, עוצמת הקרינה שלה בחורף אינה חזקה, והיא אינה מחממת מספיק. בתקופה זו שבה קרינת השמש אינה מספיקה כדי לחמם את המים בדוד השמש, משתמשים באנרגיה חשמלית לחימום המים בדוד.

## גוף החימום החשמלי של הדוד



גוף חימום חשמלי של דוד

לצורך חימום המים בדוד שמש באמצעות אנרגיה חשמלית משתמשים בגוף חימום חשמלי בעל הספק של **2500W וואט**. גוף החימום עשוי מחוט להט מתכתי העמיד בטמפרטורות גבוהות אשר עם חיבורו למתח חשמלי הוא מתלהט.

כדי למנוע מגע בין גוף החימום לבין המים הורכב עליו מעטה הגנה ממתכת על בסיס קרמי. גוף החימום מותקן בתוך דוד האגירה, ועם חיבורו לרשת החשמל הוא מתחמם ומחמם את המים בדוד.

כדי לשמור שטמפרטורת המים לא תעלה מעל הרצוי בעת פעולת גוף החימום החשמלי, מותקן אביזר חשמלי נוסף הנקרא **תרמוסטט**. תפקידו למנוע את המשך פעולתו של גוף החימום החשמלי ואת המשך חימום המים מעבר לטמפרטורה

המותרת העלול לגרום להיווצרות לחץ של אדים בדוד היכולים להביא להתפוצצותו.

גוף החימום החשמלי והתרמוסטט הם רכיבים עדינים, לכן הם מותקנים בתוך שרוול מתכת הנקרא **פלאנג'** שנמצא



בתחתית הדוד ומשמש מצד אחד כאביזר גוף החימום והתרמוסטט בשרוול הפלאנג' של דוד הגנה עליהם ומצד שני מאפשר את החלפתם המהירה בזמן תקלה.

## פרק ט' - כדאיות רכישה של דוד שמש

כאשר באים לבחון כדאיות רכישה של דוד שמש מול דוד חשמלי יש לבחון את כדאיות הרכישה על פי העקרונות הבאים:

דוד חשמל	דוד שמש	עקרונות
אנרגיה חשמלית בלבד	אנרגיית השמש + אנרגיה חשמלית	<b>פעולה</b>
בתוך הבית	על גג הבית	<b>התקנה</b>
אין אביזרים נוספים.	תוספת של קולטים	<b>אביזרים</b>
חלק מהצנרת של הבית	התקנת צנרת חיצונית ומסורבלת	<b>צנרת</b>
חלק ממערכת החשמל בבית	מערכת חשמל חיצונית ומסורבלת	<b>חשמל</b>
טיפול ואחזקה פשוטים	טיפול ואחזקה מסורבלים	<b>אחזקה</b>

### יתרונות וחסרונות:

- 1. באיזו אנרגיה עדיף להשתמש -** האנרגיה החשמלית עולה הרבה כסף, ואילו אנרגיית השמש (האנרגיה הסולארית) היא זמינה ברוב ימות השנה ואינה עולה דבר. לכן **עדיף השימוש בדוד השמש** אשר מסוגל לפעול על אנרגיית השמש רוב ימות השנה מדוד החשמל הפועל על אנרגיה חשמלית בלבד. העדפה זו באה לידי ביטוי בחיסכון כלכלי משמעותי ביותר.
- 2. מיקום ההתקנה -** התקנת דוד שמש על גג הבית חוסך מקום בתוך הדירה, ועדיף גם מבחינה בטיחותית הקשורה בהימצאות דוד מים בתוך הדירה. לכן למרות הסרבול **עדיף השימוש בדוד השמש** המותקן מחוץ לדירה.
- 3. מרכיבי המתקן -** מתקן דוד השמש מורכב מאביזרים רבים: דוד האגירה והמתקן שעליו הוא עומד, מערכת הקולטים, צנרת המים ומערכת החשמל. לעומת זאת **דוד החשמל** המותקן בתוך הבית תוכנן מראש כחלק ממערכות הבית ואינו נדרש לאביזרים נוספים.
- 4. מורכבות ההתקנה -** מתקן דוד השמש המותקן על גג הבית רחוק מהדירה, דורש התקנת צנרת ומערכת חשמל מהדוד שעל הגג אל הדירה שלה הוא אמור לספק את המים, ולכן **התקנה כזו הינה מסורבלת ויקרה**. לעומת זאת

# חשמל

# בבית



# פרק א' - מכשירי חשמל ביתיים

## מהם מכשירי חשמל ביתיים?

מכשירי החשמל הביתיים הם מכונות לשימוש ביתי הפועלות על אנרגיה חשמלית ומבצעות מגוון רחב של פעולות. מכשירים אלו הפכו לחלק בלתי נפרד מהווי החיים שלנו עד כדי כך שקשה לנו לתאר כיצד ניתן להסתדר בלעדיהם. השימוש במכונות חשמליות החל לפני זמן רב, אך התנאי ההכרחי לקיומם של מכשירי החשמל הביתיים היה פריסתה של מערכת חלוקה שתעביר את האנרגיה החשמלית ממקום הייצור שלה בתחנת הכוח אל סביבת המגורים.

## סוגי מכשירי חשמל ביתיים ושימושיהם

את מגוון מכשירי החשמל הביתיים ניתן לחלק לשלושה סוגים עיקריים:

- **מכשירי חשמל להפקת אור** - אלו מכשירים המנצלים את האנרגיה החשמלית בעיקר להפקת אנרגיית אור מלאכותי. לדוגמה נורות החשמל למיניהן או מסכי LCD או מסכי פלזמה המשמשים כמסכי תצוגה מאירים במגוון של מכשירים ביתיים.
  - **מכשירי חשמל להפקת חום** - אלו מכשירים המנצלים את האנרגיה החשמלית בעיקר להפקת אנרגיית חום באמצעות גוף חימום. דוגמאות: מגהץ או תנורי החשמל למיניהם המשמשים לחימום, לבישול ולאפייה.
  - **מכשירי חשמל מכניים** - אלו מכשירים המנצלים את האנרגיה החשמלית בעיקר להפקת אנרגיה מכנית של תנועה. ניתן לחלק אותם לשני סוגים:
    - **מכשירים המשלבים מנוע חשמלי** - אלו מכשירים שצריכת האנרגיה החשמלית שלהם מנוצלת לסובב מנוע חשמלי. דוגמאות: מאוורר, שואב אבק, מעבד מזון או כלי עבודה.
    - **מכשירים לשידור ולקליטת אותות** - אלו מכשירים שצורכים אנרגיה חשמלית כדי לקלוט או כדי לשדר גלים אלקטרומגנטיים של קול ותמונה. דוגמאות: מחשבים, רדיו, טלוויזיה או טלפונים ניידים.
- יש מכשירים חשמל ביתיים המשלבים רכיבים שונים, כמו מכונת הכביסה או מייבש שיער המשלבים מנוע חשמלי וגוף חימום יחד.

# פרק ב' - הספק ועבודה של מכשירי חשמל ביתיים

## מהו "הספק"?

### "הספק" מוגדר:

כמות העבודה הנעשית ביחידת זמן  
 יחידת זמן יכולה להיות: 1 שעה או דקה או שנייה

### נדגים זאת באמצעות האירוע הבא:

שני נגרים העובדים בנגריה נתבקשו לעשות לארונות דלתות זהות בצורתן ובגודלן במהלך 8 שעות יום העבודה שלהם.

נגר ב'	נגר א'
עשה 8 דלתות ב-8 שעות העבודה	עשה 4 דלתות ב-8 שעות העבודה
	

## מה ההספק של כל נגר?

נגר ב'	נגר א'	הנתונים
8 דלתות	4 דלתות	כמות העבודה שנעשתה
8 שעות	8 שעות	משך זמן העבודה
<b>1 דלת לשעה</b>	<b>0.5 דלת לשעה</b>	ההספק של כל נגר

ה"הספק" מדגיש את קצב ביצוע העבודה בשני מצבים:

- כאשר כמות העבודה זהה - ההספק מדגיש מי מבצע את העבודה הכי מהר מבין האחרים.
- כאשר זמן העבודה זהה - ההספק מדגיש מי מבצע הכי הרבה עבודה מבין האחרים.

## פרק ג' - מדידת צריכת החשמל בבית

במסגרת משק הבית אנו מפעילים מגוון של מכשירי חשמל שונים כשכל אחד מהם פועל במשך זמן פעולה שונה. כל מכשיר חשמלי שמופעל צורך כמות של אנרגיה חשמלית המושפעת משני גורמים:

- ההספק החשמלי  $P$  של המכשיר (קילוואט - KW).
- זמן הפעולה  $t$  של המכשיר (שעה - hr).

לכן - ככל שנפעיל מכשירי חשמל רבים יותר במשך זמן ארוך יותר כך תגדל צריכת החשמל של משק הבית.

### צריכת החשמל הביתית

היא סך כל האנרגיה החשמלית שצורכים כל מכשירי החשמל במשך זמן פעולתם

### כיצד ניתן לדעת מה צריכת החשמל בבית?

כדי לדעת מה צריכת החשמל הביתית יש לבצע מעקב אחר הפעלתם של מכשירי החשמל שאנחנו מפעילים ומדידת משך זמן פעולתם. חברת החשמל שמספקת את האנרגיה החשמלית לכל משק בית מבצעת את המעקב ואת המדידה הזו באמצעות מונה חשמלי המותקן בכל דירת מגורים. מהנתונים של המונה ניתן לחשב את צריכת החשמל הביתית לתקופה מוגדרת.

### המונה - מד צריכת חשמל הביתי

מונה החשמל נמצא בכל בית בארון החשמל, ותפקידו למדוד את צריכת האנרגיה החשמלית שצורכים מכשירי החשמל הפועלים בבית. כל הפעלה של מכשיר חשמלי או הפסקת פעולתו באה לידי ביטוי מייד בפעולת המונה.



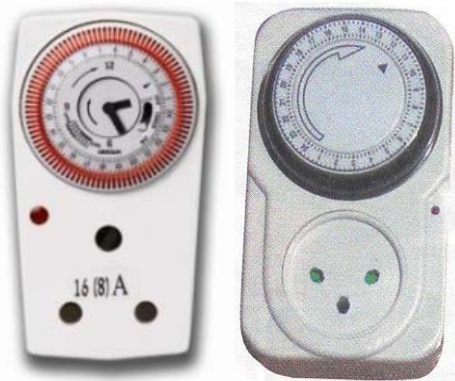
מונה ביתי



# פרק ד' - שימוש נכון בחשמל

"החשמל הוא מצרך יקר", לכן חיסכון בחשמל מצמצם את ההוצאות הכלכליות. שימוש נכון במכשירי חשמל מתאימים יכול להביא לחיסכון רב בחשמל ולהקטנת ההוצאה הכלכלית.

## שימוש בקוצב זמן - טיימר



למזגן

למכשיר רגיל

קוצב הזמן (הטיימר) הוא אביזר חשמלי המאפשר שליטה בתזמון החיבור והניתוק של מכשיר חשמלי. קוצב הזמן (הטיימר) מאפשר נוחות הפעלה של מכשירי חשמל שונים בבית, כגון הדוד, המזגן ומכשירי חשמל נוספים. באמצעות קוצב הזמן ניתן לשלוט על משך זמן הפעולה הרצוי של מכשירי החשמל השונים ולחסוך בהוצאות על חשמל.

## שימוש במזגן



מזגן

המזגן הוא מכשיר חשמלי יעיל מאוד המשמש גם לחימום וגם לקירור הבית באופן בטיחותי, אולם הוא "זללן" חשמל משמעותי ביותר, ופעולה רצופה שלו עולה הרבה מאוד כסף. למשל בימי הקיץ, בעת שמקררים את הבית, הורדה של הטמפרטורה ב-  $1^{\circ}\text{C}$  צלסיוס גורמת לעליית צריכת החשמל של המזגן ב- 5%.

כדי לחסוך בחשמל בעת הפעלת המזגן יש לדאוג לפרטים הבאים:

- יש להתאים את תפוקת הקירור של המזגן לגודל הדירה כך שהמזגן יוכל לבצע את עבודתו בצורה יעילה במשך הזמן הקצר ביותר.
- יש להקפיד על בידוד תרמי של הדירה שיאפשר קירור או חימום של הבית ללא איבוד של אנרגיה.
- יש להקפיד לסגור דלתות של חדרים ריקים בעת פעולת הקירור או החימום של המזגן כדי שהקור או החום לא ילכו לאיבוד במקומות ריקים.

# פרק ה' - מקור המתח החשמלי

## מהו מקור מתח חשמלי?

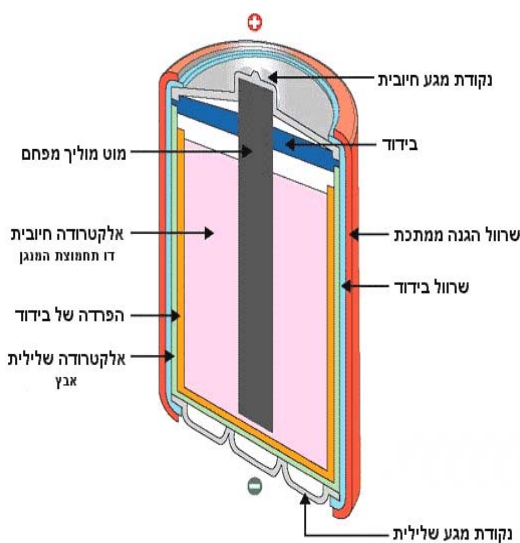
### מקור מתח חשמלי

הוא התקן המספק אנרגיה חשמלית ויוצר הפרש פוטנציאלים חשמלי יציב בין שני הדקים

מקור המתח החשמלי מייצר אנרגיה חשמלית בשיטות שונות על ידי הפרדה בין מטענים חשמליים תוך הענקת פוטנציאל חשמלי שונה לכל אחד משני ההדקים שלו ויוצר הפרש פוטנציאלים חשמלי בין שני הדקים מנותקים אלו. שתי השיטות המוכרות והשימושיות ביותר לייצור הפרש פוטנציאלים חשמלי הן:

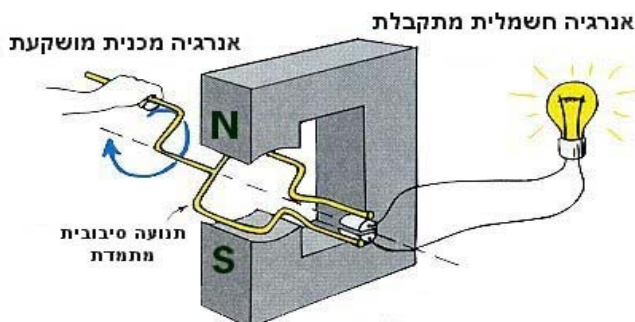
- באמצעות פעולה כימית - כפי שמתבצע

בסוללה שמתרחשת בה תגובה כימית בין החומרים שמהם עשויות האלקטרודות של הסוללה לבין החומר שבו הן שקועות. תגובה כימית זו יוצרת הפרדה בין מטענים חשמליים מנוגדים וגורמת להצטברות מטענים חשמליים שליליים באלקטרודה אחת ולהצטברות מטענים חשמליים חיוביים באלקטרודה האחרת, ועל ידי כך נוצר הפרש פוטנציאלים חשמלי בין שתי האלקטרודות.



- באמצעות פעולה מכנית - כפי שמתבצע בתחנות הכוח שם מופעלת

טורבינה כדי לסובב גנרטור אשר משתמש בתכונות השדה האלקטרומגנטי שלו כדי ליצור הפרש פוטנציאלים חשמלי בין שני הדקים מנותקים.



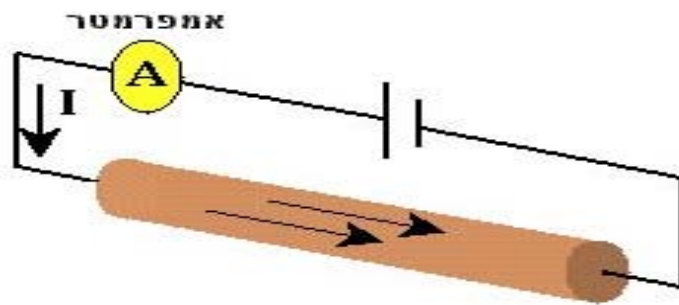
# פרק ו' - הזרם החשמלי

## מהו זרם חשמלי?

### "זרם חשמלי" - I מוגדר:

### תנועה מכוונת של מטענים חשמליים חופשיים בתוך מוליך

כאשר מחברים מכשיר חשמלי למקור מתח ויוצרים מעגל חשמלי סגור, הפרש הפוטנציאלים הקיים בין ההדקים של מקור המתח מפעיל כוח שדוחף ומניע את המטענים החשמליים החופשיים הקיימים במוליכי החשמל של המעגל החשמלי ובמכשיר החשמלי ויוצר תנועה שוטפת ורציפה של המטענים החשמליים החופשיים במעגל הנקראת: זרם חשמלי (I).

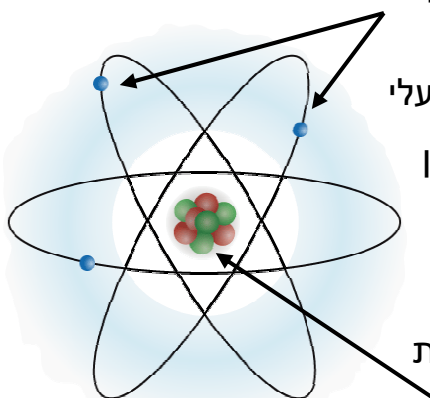


תנועה של מטענים חשמליים חופשיים במוליך

## אלו מטענים חשמליים הם חופשיים ויכולים לנוע?

כדי להבין אלו מטענים חשמליים הם חופשיים ויכולים לנוע במוליכים יש לבחון את מבנה החלקיק הקטן ביותר של כל חומר בטבע שהוא האטום.

### האלקטרונים



הגרעין הכולל פרוטונים וניוטונים

### מבנה האטום

האטום בנוי מגרעין הכולל בתוכו פרוטונים שהם בעלי מטען חשמלי חיובי (+) וניוטונים שהם חסרי מטען חשמלי, וסביבו מסתובבים במספר מעגלים אלקטרונים שהם בעלי מטען חשמלי שלילי (-). בין שני המטענים החשמליים המנוגדים קיים כוח משיכה אשר מחזיק את האלקטרונים במסלולם סביב הגרעין.

# פרק ז' - התנגדות המכשיר החשמלי

## חומרים מוליכים וחומרים מבודדים

המבנה הכימי של כל חומר בטבע קובע את היכולת שלו להוליך זרם חשמלי. תכונה זאת של החומר נקראת: **מוליכות חשמלית** ויוצרת בעצם חלוקה של החומרים בטבע לשני סוגים עיקריים והם:

### א. חומרים מוליכי חשמל

אלו חומרים שהמבנה הכימי שלהם כולל מטענים חשמליים חופשיים המסוגלים לנוע בתוך החומר, ולכן הם בעלי **מוליכות חשמלית טובה מאוד**. מחומרים אלו מייצרים מוליכי חשמל וביניהם נמצא את **המתכות** שהטובות ביותר ביניהן הן:

- נחושת
- חמרן (אלומיניום)
- כסף
- זהב
- ברזל



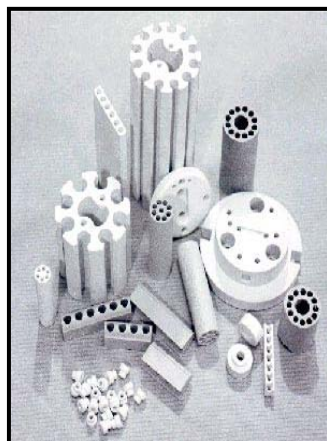
### ב. חומרים מבודדי חשמל

אלו חומרים שהמבנה הכימי שלהם אינו כולל מטענים חשמליים חופשיים המסוגלים לנוע בתוך החומר, ולכן הם בעלי **מוליכות חשמלית גרועה מאוד** ומשמשים כחומרים **מבודדי חשמל**. ביניהם ניתן למצוא:

- עץ (יבש)
- זכוכית
- חרסינה
- גומי
- חומרים פלסטיים



תקעים עם בידוד פלסטי קשיח



חלקי חרסינה לגופי חימום

# פרק ח' - בטיחות והגנה במערכת החשמל בבית

האנרגיה החשמלית שמספקת לנו חברת החשמל ושמשמשת אותנו להפעלת מכשירי החשמל הביתיים היא מסוכנת מאוד ועלולה לגרום להתחשמלות.

## מהי התחשמלות?

התחשמלות היא מצב בו עובר זרם חשמלי דרך גוף האדם

שגרום לסגירת מעגל חשמלי

גוף האדם רגיש מאוד למעבר של זרם חשמלי דרכו, ומצב מסוכן זה עלול לגרום לפגיעה קשה ואפילו למוות. לכן קיימים אמצעי הגנה במערכת החשמל הביתית, ויש לנקוט באמצעי זהירות בעת שמתמשים במכשירי החשמל בבית.

## אמצעי ההגנה במערכת החשמל הביתית

מערכת החשמל מתוכננת מראש להעניק לנו הגנה ולמנוע את האפשרות שאנו ניפגע בעת השימוש במערכת החשמל. לצורך זה יש מגוון של אמצעי ההגנה במערכת החשמל הביתית והם:

### 1. לוח החשמל הביתי

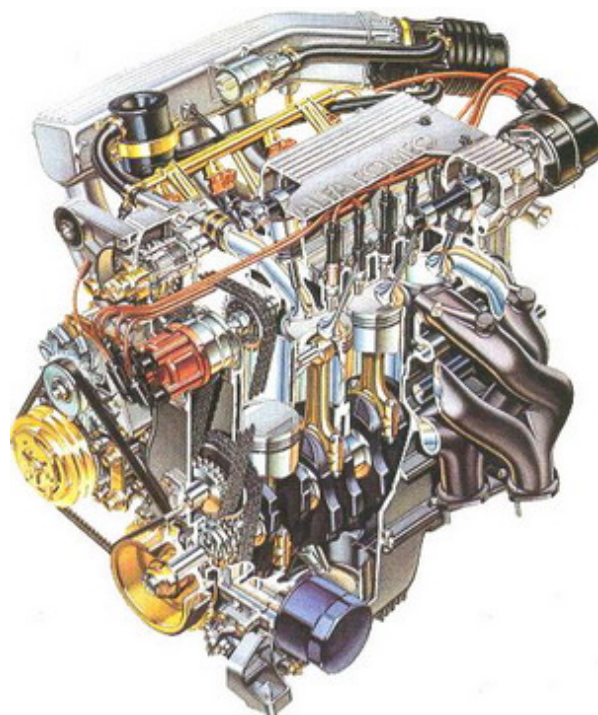
לוח החשמל הביתי הוא אחד מאמצעי ההגנה במערכת החשמל הביתית. אל לוח החשמל מגיעה אספקת החשמל של חברת החשמל, ובו מתבצעת חלוקה של מערכת החשמל הביתית למעגלי חשמל שונים. המטרה של חלוקה זו היא:

#### לוח חשמל ביתי

- לאפשר הגנה יעילה על ידי חלוקת העומס החשמלי הצפוי במשק הבית לחלקים קטנים יותר.
- לאפשר הגנה יעילה על ידי טיפול בתקלות נקודתיות ללא השפעה במידת האפשר על שאר המערכת החשמלית.



# מנוע המכונית



# מבוא

בני האדם חיפשו תמיד אפשרויות להשתמש במכונות על מנת להגביר את



היכולות שלהם. המכונות הראשונות עוצבו על מנת לנצל בצורה טובה את כוחו של האדם או את כוחם של בעלי החיים שבהם השתמש האדם. עם הזמן נבנו מכונות, כמו המנוף, הגלגל הגלגל ואחרות שנועדו להפחית את הכוח הדרוש לביצוע פעולות מסוימות. הן אף שימשו לניצול כוחות הטבע של אנרגיית המים ואנרגיית הרוח. בליסטרה



ניצול כוח של בעלי חיים

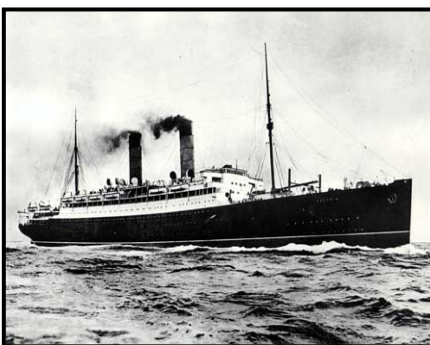


ניצול אנרגיית המים



ניצול אנרגיית הרוח

התפתחות משמעותית התחוללה עם המצאת מנוע הקיטור שהביאה למהפכה בתחום התעשייה ובתחום התחבורה. המצאת הרכבת וספינות הקיטור אפשרו לאנשים להגיע למקומות מרוחקים בזמן קצר יחסית.



ספינת קיטור



קטר רכבת - קיטור



כלי רכב - קיטור

התפתחות משמעותית נוספת התחוללה עם המצאת מנוע הבעירה הפנימית שגרם להמצאת המכונית, המטוס ומכונות נוספות שהביאו לעידן חדש בעולם.

# פרק א' - מנוע המכונית

## מה תפקיד מנוע המכונית?

תפקיד מנוע המכונית הוא להפוך את האנרגיה הטמונה בדלק לתנועה של רכב. מנוע המכונית משתמש בדלק כדי לבצע עבודה מכנית של הנעת בוכנות אשר יוצרות תנועה סיבובית של גל ארכובה. תנועה זו מועברת באמצעות תיבת תמסורת להנעת גלגלים המסיעים את המכונית.

## **כיצד מבצע המנוע את העבודה המכנית שלו?**

מנוע המכונית שורף תערובת של אוויר ודלק (בנזין או סולר) ויוצר אנרגיית חום הגורמת לגזים של השרפה להתפשט וליצור לחץ המפעיל כוח הדוחף בוכנה, ומתקבלת עבודה מכנית. מכיוון שפעולת שריפת תערובת הדלק והאוויר מתבצעת בתוך המנוע עצמו, המנוע נקרא: **מנוע בעירה פנימית**.

## מנוע המכונית הוא:

**מנוע של בעירה פנימית ההופך אנרגיה כימית של דלק לאנרגיית חום הגורמת ללחץ של גזים ולביצוע עבודה מכנית**

## כיצד התפתח מנוע הבעירה הפנימית?

מנוע הבעירה הפנימית הראשון הומצא בשנת 1807 על ידי הצרפתי **פרנסואה דה ריבז**, אך הוא לא היה שימושי. פיתוחים שונים נעשו במשך השנים, אך הם לא הביאו לשיפור הפעולה של מנוע הבעירה הפנימית. בשנת 1867 בנה הגרמני **ניקולאוס אוטו** את מנוע הבעירה הפנימית הראשון שפעל על בנזין והיה **בעל ארבע פעימות**, ואף שולב במערכות תעשייתיות ובכלי תחבורה.



ניקולאוס אוטו

בשנת 1892 המציא **רודולף קרל דיזל** מנוע בעירה פנימית יעיל יותר הפועל על סולר ונקרא על שמו, והוא: **מנוע הדיזל**. מנוע ארבע הפעימות עשה מהפיכה בכל תחום התחבורה, ועד מהרה נבנו כלי רכב, כלי שיט וכלי טיס ששינו את העולם.

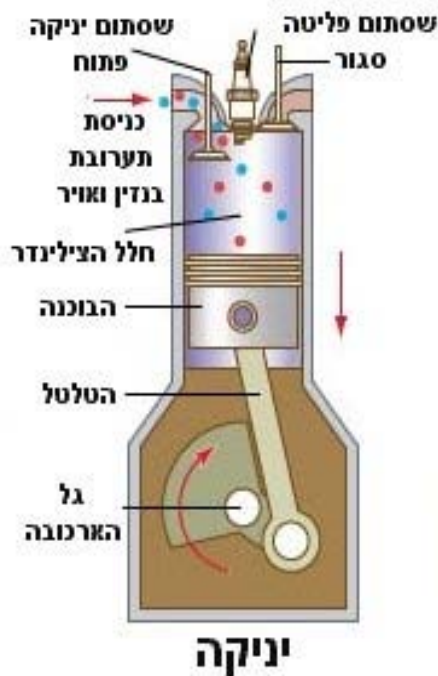


רודולף קרל דיזל



# פרק ב' - שלב היניקה (שלב ראשון)

## התהליך בשלב היניקה



בשלב היניקה שסתום הפליטה נסגר ושסתום היניקה נפתח ומאפשר כניסה של אוויר מצינור היניקה המתערבב עם אדי הדלק המוכנסים באותו הזמן פנימה. הבוכנה אשר נמצאת בנקודה העליונה של המהלך שלה, מתחילה לרדת כלפי מטה ומגדילה את נפח הצילינדר שמתמלא בתערובת אוויר ודלק. הלחץ הנמוך הקיים בצילינדר גורם לפעולת יניקה של תערובת האוויר והדלק אל תוך הצילינדר.

תהליך זה נמשך עד שהבוכנה מגיעה לנקודה התחתונה של מהלך התנועה שלה, ואז שסתום היניקה ניסגר ואוטם את הצילינדר כדי לשמור על כמות התערובת שנאגרה בו.

## פעולת היניקה מאפשרת שימוש באנרגיה הכימית של הדלק

### הפעולות העיקריות בשלב היניקה

בשלב היניקה יש שתי פעולות עיקריות והן:

- פתיחה של שסתום היניקה - אשר מאפשר לתערובת הדלק והאוויר להיכנס לצילינדר.
- הירידה של הבוכנה - גורמת להגדלת נפח הצילינדר ולכניסת תערובת דלק ואוויר לתוכו. הלחץ הנמוך בצילינדר (תת לחץ) ביחס ללחץ האוויר האטמוספרי של הסביבה יוצר יניקה של האוויר לתוך הצילינדר. ככל שגדל נפח הצילינדר, כך גדלה כמות התערובת הנכנסת אליו עד אשר שסתום היניקה נסגר והצילינדר נאטם.

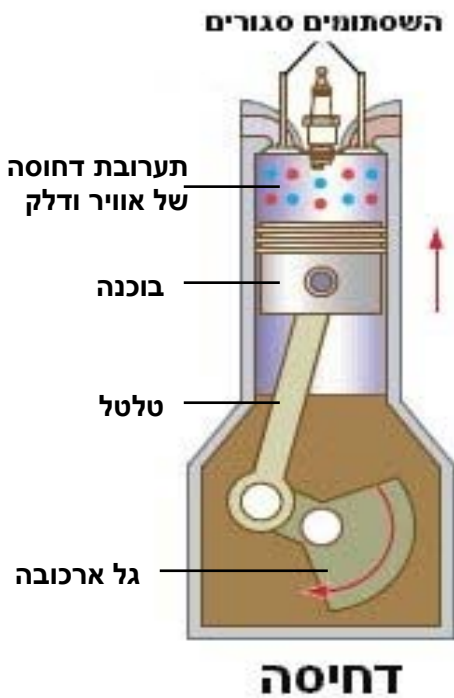
### בשלב היניקה

נפח הצילינדר גדל ← לחץ נמוך בצילינדר ← יניקה

# פרק ג' - שלב הדחיסה (שלב שני)

## התהליך בשלב הדחיסה

בשלב הדחיסה נסגר שסתום היניקה, ויחד עם שסתום הפליטה שנותר סגור הוא אוטם את הצילינדר. הבוכנה הנמצאת בנקודה התחתונה של המהלך שלה, מתחילה לעלות כלפי מעלה כשהיא מקטינה את נפח הצילינדר ודוחסת את תערובת האוויר והדלק. דחיסת תערובת האוויר והדלק גורמת להגדלת הלחץ של הגז בתוך הצילינדר ולעליית הטמפרטורה של הגז. תהליך זה נמשך עד שהבוכנה מגיעה לנקודה העליונה של המהלך שלה כשהתערובת דחוסה מאוד בתוך תא קטן הנקרא: **תא השרפה**.



## פעולת הדחיסה מגבירה את הלחץ ואת הטמפרטורה של התערובת

### הפעולות העיקריות בשלב הדחיסה

בשלב הדחיסה יש שתי פעולות עיקריות והן:

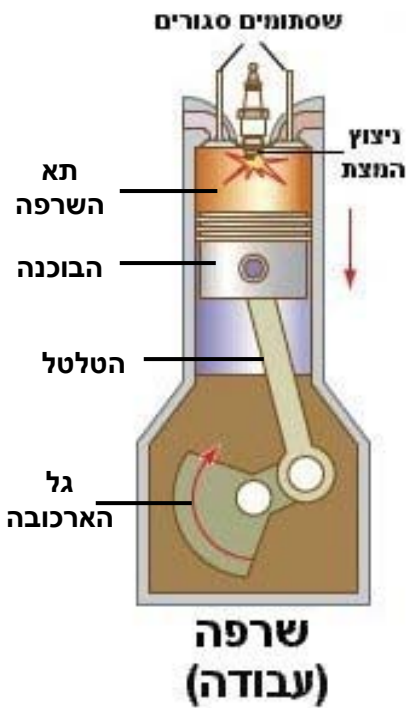
- **שסתום היניקה נסגר** - ויחד עם שסתום הפליטה הסגור הוא אוטם את הצילינדר באופן מוחלט.
- **העלייה של הבוכנה** - גורמת להקטנת נפח הצילינדר ולדחיסת הגז. צפיפות מולקולות הגז גדלה, וכתוצאה מכך יש עלייה בלחץ הגז. ככל שקטן נפח הצילינדר וגדל לחץ הגז, כך גדלה גם הטמפרטורה של הגז.

### בשלב הדחיסה

נפח גז קטן ← לחץ הגז גדל ← טמפרטורת הגז עולה

# פרק ד' - שלב השרפה (עבודה) (שלב שלישי)

## התהליך בשלב השרפה



בשלב השרפה שני השסתומים סגורים, והצילינדר אטום. הבוכנה נמצאת בנקודה העליונה של המהלך שלה כשכל תערובת האוויר והדלק דחוסה בתוך החלל הקטן של תא השרפה.

ברגע זה מופעל המצת החשמלי (פלג) שיוצר ניצוץ חזק המצית את תערובת האוויר והדלק הדחוס, והשרפה של התערובת יוצרת חום גבוה ולחץ גדול של גזים שמתפשטים בתוך הצילינדר והודפים את הבוכנה כלפי מטה, שתוך כדי התנועה שלה דוחפת את הטלטל המחובר אליה, והתנועה שלו גורמת לתנועה סיבובית של גל הארכובה.

## פעולת השרפה משתמשת באנרגיה הכימית של הדלק ליצירת תנועה של בוכנה ולביצוע עבודה מכנית

### הפעולות העיקריות בשלב השרפה

בשלב השרפה יש שלוש פעולות עיקריות והן:

- **המצת יוצר ניצוץ** - הגורם להצתת תערובת האוויר והדלק בתא השרפה.
- **שרפת התערובת** - גורמת להיווצרות של חום גבוה ושל גזים בלחץ גבוה. החום שנוצר גורם להם להתפשט במהירות ולהפעיל כוח על הבוכנה.
- **הבוכנה נהדפת כלפי מטה** - על ידי כוח ההדף של לחץ גזי השרפה שמתפשטים בעקבות הטמפרטורה הגבוהה שיצרה שרפת התערובת.

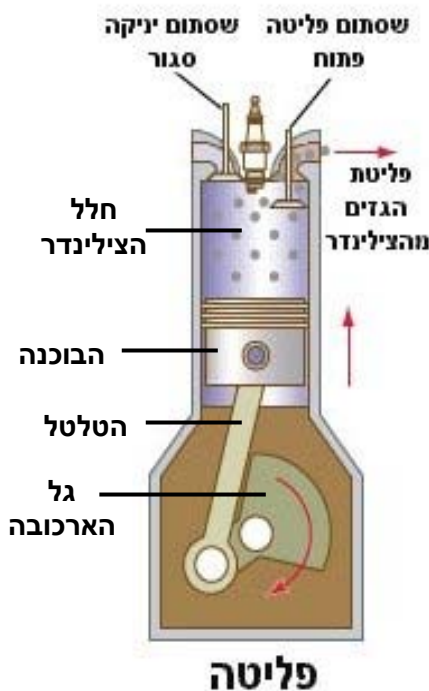
### בשלב השרפה

טמפרטורה גבוהה ← לחץ גדול ← נפח קטן

התפשטות גזים והדף ← לחץ קטן ← נפח גדל

# פרק ה' - שלב הפליטה (שלב רביעי)

## התהליך בשלב הפליטה



בשלב הפליטה שסתום הפליטה נפתח ושסתום היניקה נותר סגור. גזי השרפה הנמצאים בצילינדר בלחץ גדול יותר מהלחץ האטמוספרי שמחוץ למנוע, נפליטים החוצה, והבוכנה הנמצאת בנקודת המהלך התחתונה שלה מתחילה לעלות כלפי מעלה ודוחפת את שארית גזי השרפה מתוך הצילינדר החוצה.

עם פליטת גזי השרפה קטן הלחץ בצילינדר, והטמפרטורה של הגזים יורדת. תנועת הבוכנה כלפי מעלה הדוחפת את שארית הגזים החוצה מקטינה את נפח הצילינדר ומצמצמת את כמות הגזים.

פעולה זו נמשכת עד שהבוכנה מגיעה לנקודת התנועה העליונה שלה, ואז נסגר שסתום הפליטה, נפתח שסתום היניקה ומתחיל מחזור פעולה חדש.

## פעולת הפליטה מכינה את הצילינדר לתחילת מחזור פעולה חדש

### הפעולות העיקריות בשלב הפליטה

בשלב הפליטה יש שתי פעולות עיקריות והן:

- **שסתום הפליטה נפתח** - ומאפשר לגזי השרפה להיפלט החוצה.
- **הבוכנה עולה כלפי מעלה** - ודוחפת את שארית פסולת גזי הפליטה החוצה תוך כדי הקטנת נפח הצילינדר עד שהוא מתרוקן, והבוכנה נמצאת בנקודת המהלך העליונה שלה ומוכנה לתחילת מחזור חדש.

### בשלב הפליטה

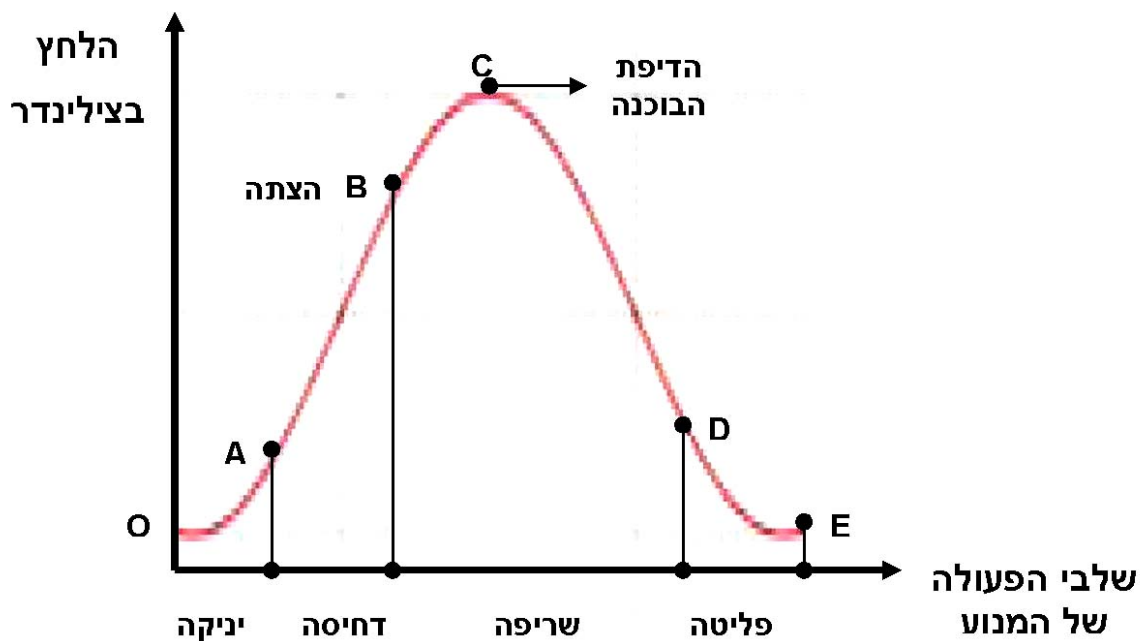
הלחץ בצילינדר קטן ← הטמפרטורה יורדת ← הנפח קטן

# פרק ו' - כוח עבודה ואנרגיה בפעולת המנוע

## שינויי הלחץ בצילינדר בשלבי הפעולה של המנוע

הגרף שלפנינו מתאר את שינויי לחץ הגזים בצילינדר של המנוע בכל אחד מארבעת שלבי הפעולה.

### גרף שינויי לחץ הגזים בצילינדר בשלבי הפעולה של המנוע



- בשלב היניקה (קטע O ← A) - יש עלייה מתונה בלחץ בצילינדר הנובע מהירידה של הבוכנה ומכניסה של אוויר ושל דלק אל הצילינדר.
- בשלב הדחיסה (קטע A ← B) - יש עלייה דרסטית בלחץ בתוך הצילינדר הנובע מעליית הבוכנה ומהדחיסה של הגז.
- בשלב השרפה (קטע B ← D) - בנקודה B נוצרת ההצתה ומתחילה השרפה של התערובת היוצרת חום גבוה הגורם לעלייה דרסטית בלחץ גזי השרפה. בנקודה C מסתיימת השרפה ומתחילה התפשטות הגזים והדיפת הבוכנה כלפי מטה כאשר הלחץ בצילינדר קטן עם ירידת הבוכנה.
- בשלב הפליטה (קטע D ← E) - יש ירידה מתונה של הלחץ בצילינדר ככל שהגזים נפלטים החוצה. מנקודה E מתחיל מחזור פעולה חדש.

## פרק ז' - הקרבורטור (המאייד)



קרבורטור (מאייד)

הקרבורטור מספק את הדלק למנוע, ולכן הוא אחד החלקים החשובים ביותר לפעולתו התקינה של המנוע. הקרבורטור המהווה חלק ממערכת הדלק של הרכב יחד עם מיכל הדלק ועם משאבת הדלק, הוא רכיב מכני היוצר את המינון המדויק של תערובת הבנזין והאוויר הרצויה למנוע, ומספק את התערובת למנוע בקצב המתאים למגוון מצבי הפעולה הבאים לידי ביטוי בשתי צורות עיקריות:

- **סיבובי מנוע קבועים** - בעת שהרכב במנוחה או נוסע במהירות שיוט.
- **סיבובי מנוע משתנים** - בעת התנעה של המנוע או בעת האצה של הרכב כשלחיצה על דוושת הדלק גורמת לקרבורטור להגביר את קצב אספקת הדלק למנוע המסתובב מהר יותר ומגביר את מהירות הנסיעה של הרכב.

### תפקיד הקרבורטור (המאייד)

**ליצור את המינון המדויק של תערובת בנזין ואוויר הדרושה למנוע ולספק אותה למנוע בקצב הנכון.**

### **מהו המינון המדויק (האידיאלי) של תערובת הבנזין והאוויר?**

במנוע בעירה פנימית המינון המדויק (האידיאלי) של תערובת בנזין ואוויר הוא ביחס של 1:15 המציין שעל כל 1 גרם בנזין יש להוסיף 15 גרם אוויר. הסיבה לכך היא הכמות המועטה של חמצן שיש באוויר שבלעדיו לא מתרחשת שרפה.

### **איזו חשיבות יש למינון של תערובת בנזין ואוויר?**

למינון של בנזין ואוויר בתערובת יש חשיבות רבה ליצירת בעירה מושלמת וליצירת כמות חום הדרושה למנוע לפעול בצורה יעילה במגוון מצבי פעולה. מכיוון שהמנוע פועל בעומסים שונים ובתנאים משתנים, יש חשיבות רבה בהתאמת המינון הנכון של בנזין ואוויר לכל אחד מתנאי הפעולה של המנוע.