

4. לחץ - PRESSURE

מוגדר בפיזיקה ככוח הפועל על יחידת שטח המופעל במאונך לשטח מסוים . לחץ יכול להיות מוגדר גם בתוך חומר , כאשר אין משטח ממשי עליו פועל כוח . בנוזלים ובגזים לחץ הוא הכוח שיוצרת התנגשות של מספר רב של מולקולות של החומר . הנוסחה לחישוב הלחץ מבטאת את המושגים כוח ושטח על פי הנוסחה הבאה :

P - לחץ ביחידות פסקל (Pasc) או בר (bar)
 F - כוח ביחידות ניוטון N או Kg
 A - שטח ביחידות מ"ר (מטר מרובע) m^2

$$P = \frac{F}{A}$$

ככל שהכוח גדול יותר כן הלחץ יגדל וככל שהשטח גדול יותר כן הלחץ יקטן . ז"א הלחץ נמצא ביחס ישר לכוח וביחס הפוך לשטח .

את הלחץ ניתן למדוד בעזרת יחידות המדידה הבאות :

פסקל – Pascal - מוגדר כלחץ שמפעיל כוח של ניוטון אחד על שטח של מטר רבוע אחד .

פי.אס.איי – P.S.I - מוגדר כלחץ שמפעיל כוח של ליברה אחת על שטח של אינץ רבוע אחד .

אינץ' כספית – inHg - הלחץ שיוצר עמוד כספית בגובה של אינץ אחד בתחתיתו .

מילימטר כספית – mmHg - הלחץ שיוצר עמוד כספית בגובה של מילימטר אחד בתחתיתו

מילימטר מים – mmH₂O - הלחץ שיוצר עמוד מים בגובה של מילימטר בתחתיתו.

אטמוספירה טכנית (At) - יחידת לחץ שאינה כלולה ביחידות SI ושערכה נקבע באופן שרירותי והוא 1 ק"ג כוח חלקי סמ"ר . $1 \text{ Kg}/\text{Cm}^2$.

אטמוספירה פיזיקאלית - בקירוב הלחץ הממוצע שמפעילה אטמוספירת כדור הארץ בגובה פני הים שוות ערך ל - 760 מילימטר כספית או ל - 101,325 פסקל . האטמוספירה הפיזיקאלית גדולה ב- 3.3 % מהאטמוספירה הטכנית והיא שווה ל- $1.033 \text{ Kg}/\text{cm}^2$.

בר – Bar - יחידת הלחץ בה נהוג להשתמש במדידת לחץ אוויר אטמוספרי . לרוב הלחץ נמדד ביחידות של מיליבר . לחץ האוויר בגובה פני הים הוא 1013.25 mBar (מיליבר) או 1.013 Bar (בר) .

המדען האיטלקי טוריצ'לי המציא את המכשיר הראשון למדידת לחץ אטמוספרי הנקרא "ברומטר" . הברומטר הראשון היה מורכב משפופרת ריק סגורה בחלקה העליון ובתוכה כספית . לחץ האוויר האטמוספרי משפיע על גובה עמוד הכספית שבשפופרת . לחץ אטמוספרי של 1 אטמוספירה יוצר עמוד כספית בגובה כ- 760 מ"מ .

ברומטר כספית
של טוריצ'לי



טבלת המרה בין יחידות הלחץ הנפוצות

Kg/cm ²	inHg	mmHg	P.S.I	בר	פסקל	אטמוספירה	יחידות הלחץ
1.033	29.92	760	14.69	1.013	101,325	1	אטמוספירה
0.00001	0.00029	0.00750	0.00015	0.00001	1	0.000009	פסקל
1.02	29.53	750.063	14.503	1	100000	0.98692	בר
0.07030	2.03602	51.7150	1	0.06895	6894.75	0.0680	P.S.I
0.00135	0.03936	1	0.01933	0.00133	133.322	0.001315	mmHg
0.03453	1	25.4	0.49115	0.03386	3386.38	0.03342	inHg
1	28.95	735.56	14.223	0.98066	98066.5	0.9678	Kg/cm ²

הערה: כדי למצוא את ערך ההמרה בין היחידות השונות בחר בעמודה הימנית את יחידת הלחץ אותה הינך מעוניין להמיר ליחידה אחרת.

דוגמה 1:

אטמוספירה = 101,325 פסקל = 1.013 בר = 760 מ"מ' כספית = 29.92 אינץ' כספית = 1.033 ק"ג/סמ"ר.

סוגי הלחץ

לחץ אטמוספרי Pat (ברומטרי Atmosphere)

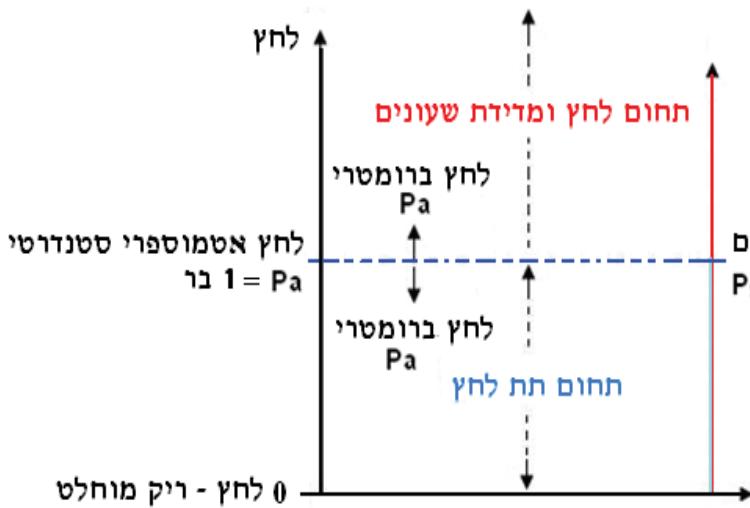
הוא הכוח שמפעיל משקל האוויר ליחידת שטח עליו פועל הכוח. לחץ זה תלוי ברום הנקודה ובתנאים המטאורולוגיים באזור. לחץ האוויר מופעל כאשר מולקולות האוויר מתנגשות בשטח עליו מופעל הלחץ. ככל שהמולקולות צפופות יותר הלחץ גדל וככל שמהירותן גדלה (עקב עלייה בטמפרטורה) הלחץ גדל. בתנאים סטנדרטים שנקבעו לגובה פני הים מוגדר לחץ האוויר כ- 1 אטמוספירה ב- 15 מעלות צלסיוס.

לחץ מנומטרי Pg (שעון - gage)

הוא הלחץ הנמדד יחסית ללחץ האטמוספרי אך בשעוני המדידה הלחץ האטמוספרי מסומן בערך 0 שהוא נקודת תחילת המדידה בשעון.

לחץ מוחלט Pa (אבסולוטי - absolute)

הוא הלחץ הנמדד יחסית לריק (במערכת סגורה מצב ששורר בו 0 לחץ ריק מוחלט).



$$P_{abs} = P_a + P_g$$

נוסחת הלחץ האבסולוטי :

- Pabs לחץ מוחלט (אבסולוטי)
- Pat לחץ אטמוספרי - ברומטרי
- Pg לחץ מנומטרי



תת לחץ – לחץ וואקומטרי

הגרף מראה את נקודות היחס שבמושגי הלחץ השונים . הקו התחתון הוא לחץ אפס – ריק מוחלט שהוא נקודת הייחוס ללחץ האבסולוטי . הקו של אטמוספירה אחת Pa מציין את האטמוספירה הסטנדרטית ובסביבתה את הלחץ הברומטרי המשתנה על פי התנאים המטאורולוגיים . קו זה הוא נקודת הייחוס ללחץ אפס מנומטרי (הלחץ שמראה שעון הלחץ כאשר הוא אינו מחובר למערכת) . ז"א כאשר שעון הלחץ Pg מראה אפס הוא מתייחס ללחץ של אטמוספירה אחת . הלחץ המוחלט הוא סכום הלחץ המנומטרי והאטמוספרי .

תת לחץ : ישנן 2 שיטות להגדרת המושג תת לחץ . בשיטה הראשונה מתייחסים ללחץ קטן מ- 1 אטמוספירה סטנדרטית כתת לחץ . כפי שהוסבר בנושא לחץ מנומטרי , מדידת הלחץ האטמוספרי בשעון הלחץ , מתחילה ב- 0 . אי לכך מדידת לחץ הנמוך מ- 1 אטמוספירה תראה על מד הלחץ קריאת ערך נמוך מ- 0 , ז"א ערך לחץ שלילי . בשיטה השנייה מתייחסים ללחץ הנמדד מנקודת האפס המוחלט – הריק המוחלט ואז מדידת הלחץ המוחלט תהיה גדולה מ- 0 . בשתי השיטות נעשית מדידה של אותו לחץ אבל כל אחת מהן מביאה לתוצאה אחרת משום שנקודות המוצא של המדידות שונות . הראשונה מתייחסת ללחץ אטמוספרי והשנייה מתייחסת לריק המוחלט .



לדוגמה לחץ מוחלט , השורר במערכת סגורה , של 800 מיליבר נחשב על פי ההגדרה כתת לחץ . הוא נמוך מ- 1 אטמוספירה בכ- 200 מיליבר בקרוב . לכן ניתן לומר שבמערכת שורר תת לחץ של כ- 200 מיליבר . דוגמה נוספת : בצמיג אשר לחץ הניפוח התקין שלו הוא 2.2 בר שורר לחץ של 1.8 בר . ניתן לומר שתת הלחץ בצמיג הוא 0.4 בר . זאת ביחס ללחץ הניפוח התקין . תת הלחץ המנומטרי המרבי האפשרי במדידת לחץ הוא 1 אטמוספירה במינוס . זהו מצב של מערכת הנמצאת בריק מוחלט והלחץ בה הוא אפס . אך אם מתייחסים למד הלחץ בעת מדידת לחץ אפס הקריאה בו תהיה 1 – אטמוספירה (מינוס 1) או 29.92 אינץ' כספית .

תרגילי דוגמה :

שאלה 1 : הפוך את יחידת הלחץ המוחלט 4 at (ata – אבסולוטי) ללחץ מנומטרי ביחידות Psi (psig - מנומטרי) .

$$4ata - 1at = 3atg \times 14.7 = 44.1 \text{ Psig}$$

כדי לחשב לחץ מאטמוספירה בלחץ מוחלט ata ליחידות Psi בלחץ מנומטרי Psig יש להפוך ראשית את הלחץ המוחלט ללחץ מנומטרי atg , לכן יש להפחית 1 אטמוספירה מהלחץ המוחלט , לאחר מכן לבצע את ההמרה ל- Psig מנומטרי , בהכפלה ב- 14.7 .

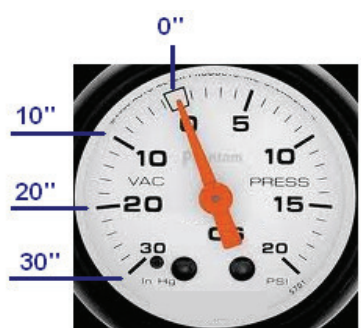
שאלה 2 : הפוך 10" (אינץ') כספית למילימטר כספית .

$$10'' \text{ hg} = 10 * 25.4 = 254 \text{ mm hg}$$

10" hg – אינץ' כספית
 mm hg – מילימטר כספית
 1 אינץ' = 25.4 מילימטר

תת הלחץ המרבי הוא כ- 30" כספית שהוא שווה ערך ל- 760 mm כספית . אם הלחץ הנתון הוא 10" כספית שהוא 1/3 מתת הלחץ המרבי , ניתן לחשב את הערך בצורה הבאה :
 $760 * 1/3 = 760 / 3 = 254 \text{ mm hg}$

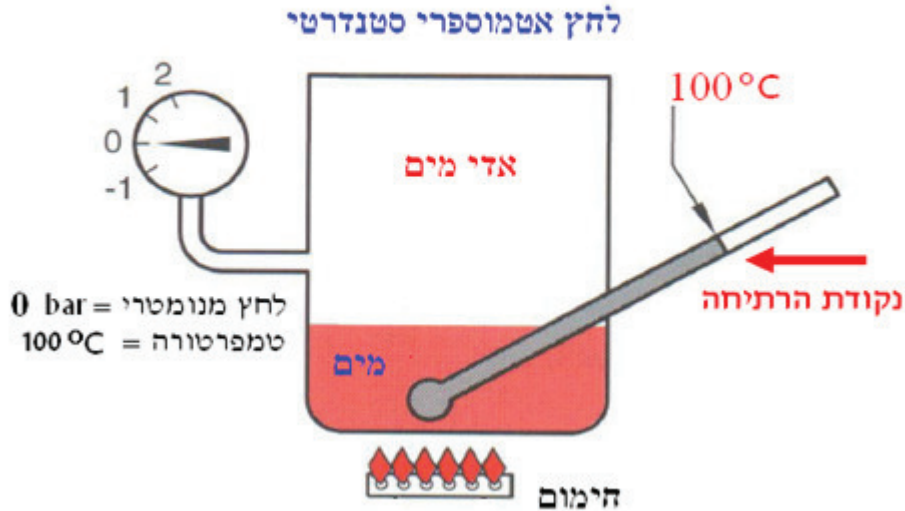
שאלה 3: מחוג מורה על 20" (אינץ') כספית ולאחר מכן על 10" (אינץ') כספית . מהו הלחץ הגבוה יותר מבניהם ?
 במערכת הנמצאת בלחץ הנמוך מאטמוספירה אחת כמופיעה באיור לחץ של 10" יהיה גבוה יותר מלחץ של 20" משום שלחץ של 20" אינץ' קרוב יותר לתת לחץ המרבי .



שינוי מצבי הצבירה של החומר בהשפעת הלחץ הסביבתי

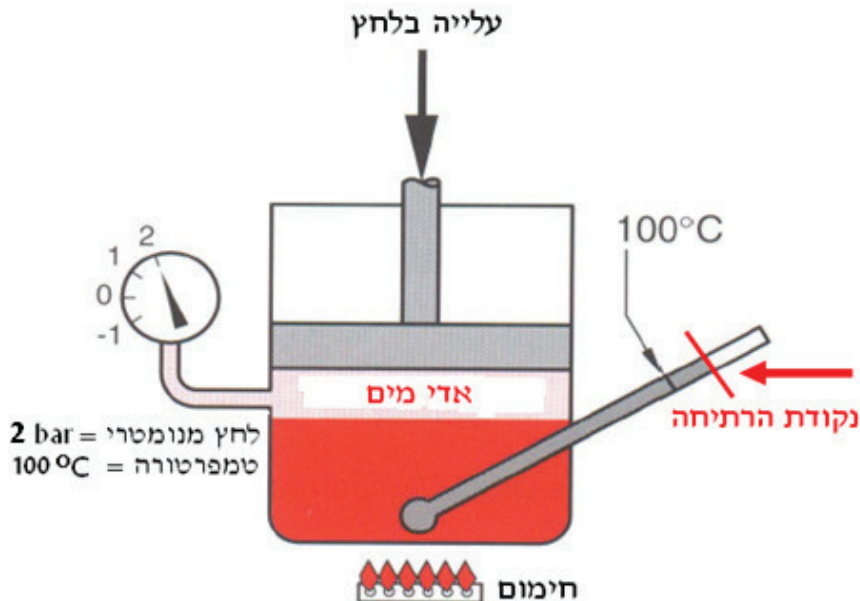
כדי לשנות את נקודת הרתיחה של חומר יש לשנות את הלחץ על פני אותו חומר. בתנאי לחץ אטמוספרי רגילים ירתחו מים בטמפרטורת הרתיחה הנורמאלית 100 מעלות צלסיוס. כאשר מחברים שעון מד לחץ, הנקרא מנומטר, למיכל המים המופיע באיור, יראה המנומטר לחץ 0 בר משום שהוא מכויל באופן שהלחץ האטמוספרי הסטנדרטי מראה 0 על סקלת המנומטר. כאשר אין שינוי בלחץ לא יהיה שינוי בטמפרטורת הרתיחה של המים.

רתיחה בלחץ אטמוספרי

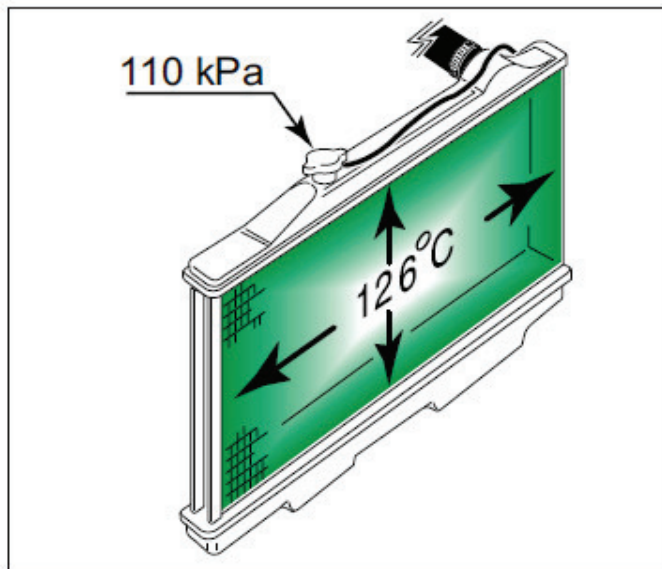


בתנאי לחץ גבוהים מלחץ אטמוספרי עולה טמפרטורת נקודת הרתיחה של המים בתלות לגודל הלחץ הפועל. במיכל המים המחומם הנראה באיור עולה הלחץ במיכל והמנומטר מראה לחץ של 2 בר (bar). זהו הלחץ המנומטרי של פנים המיכל. על פי סקלת הלחץ המוחלט (אבסולוטי), כפי שהוסבר קודם לכן, יהיה הלחץ המוחלט 3 בר (bar). טמפרטורת נקודת הרתיחה של המים תהיה גבוהה מ-100 מעלות צלסיוס.

רתיחה בלחץ גבוה מלחץ אטמוספרי

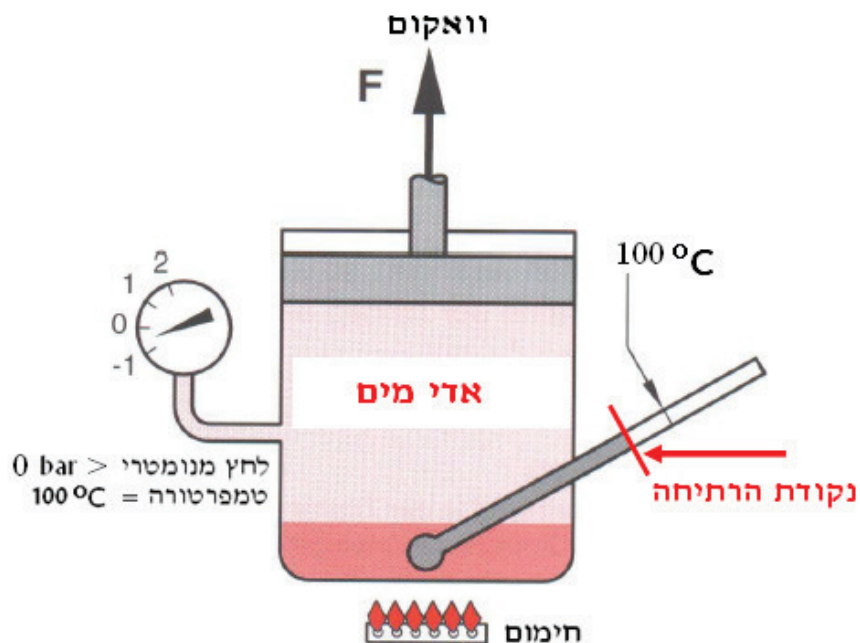


בדומה לנעשה במצנן המים של המנוע בעזרת מכסה המצנן . המכסה גורם לעלייה בלחץ הפנימי במצנן ובמנוע ולעליית טמפרטורת (נקודת) הרתיחה של נוזל הקירור . לדוגמה מכסה בלחץ של 110 Kpas יעלה את נקודת הרתיחה של נוזל הקירור ל- 126 מעלות צלסיוס .

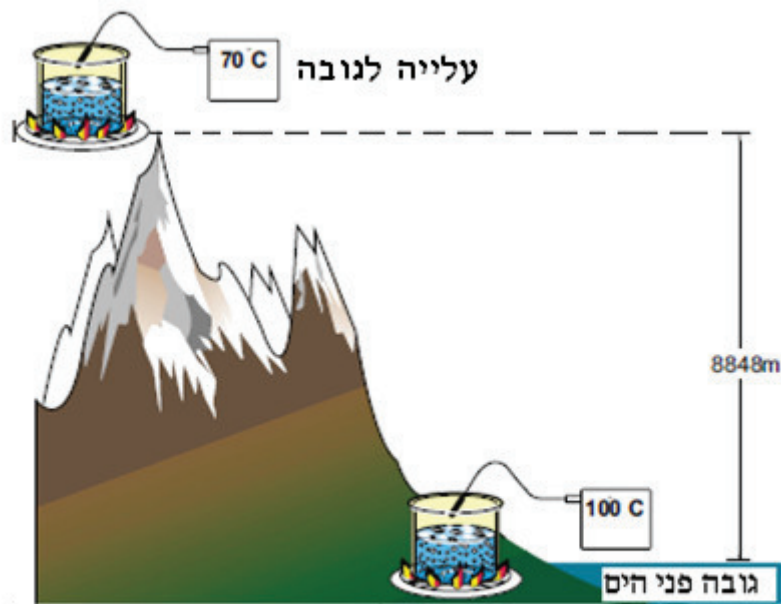


נקודת הרתיחה משתנה עם

בתנאי לחץ נמוכים מלחץ אטמוספרי יורדת טמפרטורת נקודת הרתיחה של המים בתלות לגודל הלחץ הפועל . במיכל המים המחומם יורד הלחץ מתחת ללחץ אטמוספרי סטנדרטי . ירידת הלחץ גורמת לתנאי תת לחץ במיכל . המנומטר מראה לחץ נמוך מ- 0 בר (bar) . ז"א הלחץ המנומטרי הוא שלילי והלחץ המוחלט (אבסולוטי) קטן מ- 1 אטמוספירה . טמפרטורת נקודת הרתיחה של המים תהיה נמוכה מ- 100 מעלות צלסיוס .



תופעה דומה מתרחשת ככל שאנו עולים לגובה . עלייה לגובה מקטינה את הלחץ האטמוספרי. ולכן טמפרטורת נקודת הרתיחה יורדת בהתאם .



נקודת הרתיחה משתנה עם הגובה

יחידות הלחץ האטמוספרי בתלות לגובה

Feet	Meters	psia	Atm	Bar (a)	kPa	kg/cm2	In Hg	Mm Hg
0	0	14.7	1.00	1.013	101	1.03	29.9	760
328	100	14.5	0.99	1.000	100	1.02	29.5	752
500	150	14.4	0.98	0.994	99.4	1.01	29.4	747
656	200	14.3	0.97	0.988	98.8	1.01	29.2	743
1000	300	14.2	0.96	0.976	97.6	1.00	28.9	734
1312	400	14.0	0.95	0.964	96.4	0.98	28.5	725
1500	450	13.9	0.94	0.956	95.6	0.98	28.3	719
2000	600	13.7	0.93	0.939	93.9	0.96	27.8	706
2500	750	13.4	0.91	0.923	92.3	0.94	27.3	694
3000	900	13.2	0.89	0.906	90.6	0.92	26.8	681
3500	1070	12.9	0.88	0.888	88.8	0.91	26.3	668
4000	1220	12.7	0.86	0.871	87.1	0.89	25.8	655
4500	1370	12.4	0.85	0.858	85.8	0.87	25.4	645
5000	1520	12.2	0.83	0.842	84.2	0.86	24.9	633
5500	1680	12.0	0.81	0.825	82.5	0.84	24.4	620
6000	1830	11.8	0.80	0.811	81.1	0.83	24.0	610
6500	1980	11.5	0.78	0.794	79.4	0.81	23.5	597
7000	2130	11.3	0.77	0.781	78.1	0.80	23.1	587
7500	2290	11.1	0.76	0.767	76.7	0.78	22.7	577
8000	2440	10.9	0.74	0.750	75.0	0.76	22.2	564
8500	2590	10.7	0.73	0.737	73.7	0.75	21.8	554

5. חום - Heat

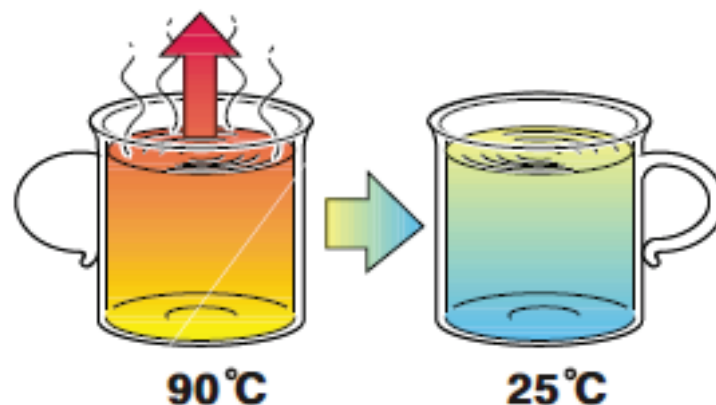
חום אחת מצורות האנרגיה הקיימות בטבע. חום היא אנרגיה הצבורה בחומר שנובעת מתנועה אקראית של מולקולות החומר. אנרגיית החום, הנקראת גם אנרגיה תרמית של חומר כלשהו, היא האנרגיה העוברת מגוף חם, בעל טמפרטורה גבוהה לגוף קר יותר, בעל טמפרטורה נמוכה יותר. על פי חוקי התרמודינאמיקה, בעת ביצוע עבודה מכאנית מתפתח גם חום ולרוב מתייחסים לאנרגיית חום זו כאנרגיה אבודה, כלומר אנרגיה שלא נוצלה כאנרגיה מכאנית יעילה. אנרגיית החום נמדדת בקלוריות או בג'אול.

תכונות החום:

- חום יכול לעבור מקום למקום או מגוף לגוף במספר אופנים:
- קרינה – העברת חום על ידי קרני אור או קרינה אלקטרומגנטית. לדוגמה השמש מקרינה חום על ידי קרני האור שהיא שולחת לכדור הארץ.
 - הסעה – העברת חום בנוזלים. החום מוסע בנוזל מהאזור החם אל האזור הקר.
 - הולכה – הולכת חום במוצקים. החום עובר מהגוף החם לגוף הקר.

חום תמיד יעבור מאזור חם לאזור קר יותר. כאשר יש הפרשי חום בין גופים החום יעבור תמיד מהגוף החם לגוף הקר יותר עד אשר החום יתאזן וישווה בשניהם. לדוגמה באיור: כאשר כוס תה חם עומדת למשך פרק זמן מסוים היא תתקרר עקב מעבר החום לאוויר הסביבה הנמצא בטמפרטורה של 25 מעלות צלסיוס.

טמפרטורה חיצונית 25 מעלות צלסיוס



חום מוחשי - Specific Heat

הוא אנרגיית החום המושקעת בחומר והגורמת לעלייה בטמפרטורת החומר. כמו כן אנרגיית החום המשתחררת מחומר והגורמת לירידה בטמפרטורת החומר. לדוגמה כאשר מחממים מים הם קולטים את האנרגיה התרמית והטמפרטורה שלהם עולה וההיפך.

חום כמוס - Latent Heat

מתאר את כמות האנרגיה התרמית הדרושה כדי לשנות את מצב הצבירה של חומר מסוים בטמפרטורה קבועה. באופן בסיסי קיימים 2 סוגי חום כמוס. זה הנחוץ להתכה או לקיפאון וזה הנחוץ לאידוד או לעיבוי. השינוי באנרגיה של החום הכמוס תלוי בכוון התהליך של שינוי מצב הצבירה. כאשר התהליך הוא במעבר ממוצק לנוזל ולגז ז"א התכה ואידוד, השינוי נקרא **אנדותרמי**, ז"א יש להשקיע אנרגיה לצורך מימוש התהליך. כאשר התהליך הוא הפוך במעבר מגז לנוזל ולמוצק ז"א עיבוי וקיפאון, השינוי נקרא **אקסותרמי**, ז"א יש לשחרר אנרגיה לצורך מימוש התהליך. לכל חומר יש חום כמוס משלו.

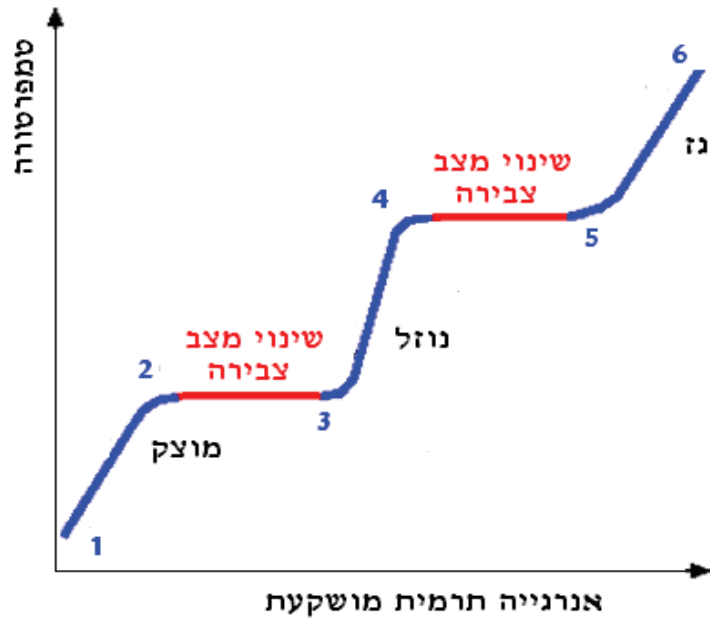
לדוגמה מים:

החום הכמוס הדרוש להתכה של קרח בטמפרטורה של 0 מעלות צלסיוס הוא 335 J/g (ג'אול לגרם) ואילו החום הכמוס הדרוש לאידוד של מים בטמפרטורה של 100 מעלות צלסיוס הוא 2257 J/g (ג'אול לגרם).

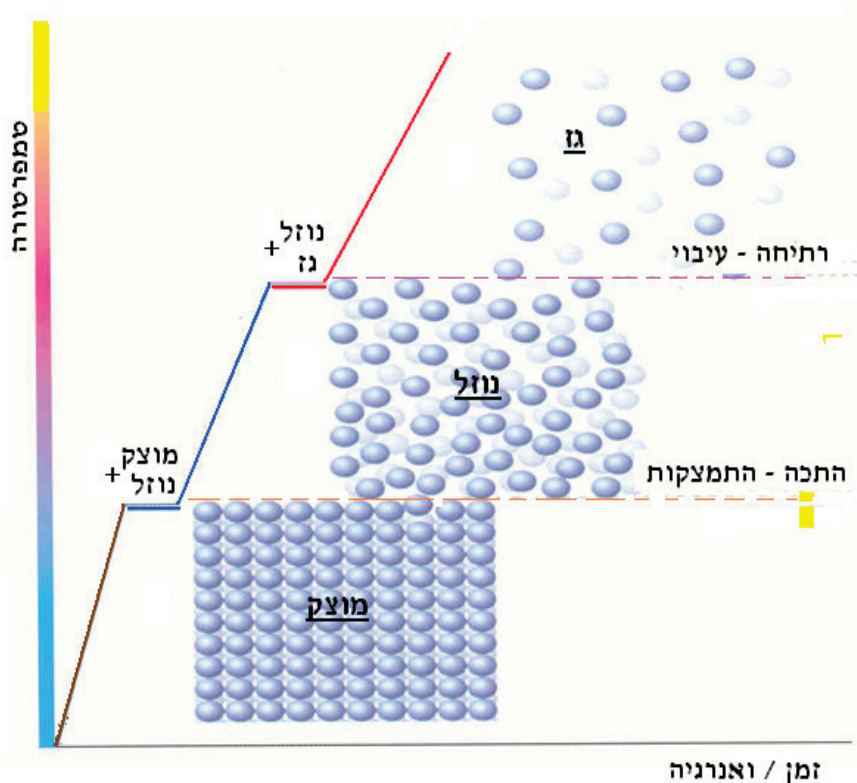


האידוד ממחיש את התהליכים המתרחשים בחומר בעת השקעת אנרגיה בתהליך **האנדותרמי** המסומן באדום בכוון משמאל לימין, ובעת הוצאת אנרגיה בתהליך **האקסותרמי** המסומן בכחול בכוון מימין לשמאל.

בגרף הבא נראה תהליך שינוי מצב צבירה של חומר בעת השקעת אנרגיה תרמית. בנקודה 1 מתחיל תהליך החימום על ידי השקעת אנרגיה הגורמת לעליית הטמפרטורה של החומר עד נקודה 2. בנקודה 2 שהיא טמפרטורת ההתכה של החומר המוצק, נעצרת עליית הטמפרטורה אך השקעת האנרגיה ממשיכה. בשלב זה מתרחש שינוי מצב צבירה ממוצק לנוזל תוך השקעת חום כמוס. החום הכמוס גורם לשינוי מלא במצב הצבירה בנקודה 3. בנקודה זו כל החומר המוצק הותך לנוזל ואז מתחילה הטמפרטורה לעלות שוב עד לנקודה 4 שהיא טמפרטורת הרתיחה של הנוזל.



גם כאן נעצרת עליית הטמפרטורה והאנרגיה המושקעת ממשיכה. בשלב זה מתרחש שינוי מצב צבירה מנוזל לגז תוך השקעת חום כמוס. החום הכמוס גורם לשינוי מלא במצב הצבירה בנקודה 5. בנקודה זו כל החומר הנוזלי התאדה לגז ואז מתחילה הטמפרטורה לעלות שוב. במצב גזי יכולה הטמפרטורה לעלות ללא מגבלה. זהו מצב הצבירה הסופי של החומר. בעת המעבר ממצב צבירה אחד למשנהו בטמפרטורה הרלוונטית נוכל למצוא את החומר בעירוב של מוצק ונוזל או בעירוב של נוזל וגז. מצבי ביניים בלעדיים אלה מתקיימים בטמפרטורה קבועה ועל פי כוון הזרימה של האנרגיה – פנימה או החוצה.



חום סגולי – Specific Heat

חום סגולי של חומר הוא כמות החום שיש לספק ליחידת מסה של חומר כדי להעלות את הטמפרטורה שלו במעלה אחת צלסיוס .

החום הסגולי תלוי בסוג החומר . לדוגמה החום הסגולי של אלומיניום גבוה מזה של הפלדה . אם ניקח 2 גופים זהים בעלי אותה מסה אחד עשוי מפלדה והשני מאלומיניום , נחמם את הגופים כך שאותה כמות חום תיכנס לכל אחד מהם , טמפרטורת הגוף העשוי מפלדה תהיה גבוהה יותר מאשר האלומיניום .

כאשר נבצע חימום מסות שונות של אותו החומר , יתברר כי כדי להעלות את הטמפרטורה של המסות השונות באותו הגודל , נדרשות כמויות חום שונות . ככל שמסת החומר גדולה יותר , כך כמות החום הנדרשת להכנסה תהיה גדולה יותר .

אם נחמם גוף בעל מסה מסוימת של חומר ונגרום לעליית הטמפרטורה של הגוף , יתברר שככל שטמפרטורת הגוף גבוהה יותר כך כמות החום הנכנסת לגוף גבוהה יותר . לסיכום:

- כמות החום הנדרשת כדי להעלות את ערך הטמפרטורה של גוף בעל מסה , תלויה בסוג החומר ממנו עשוי הגוף .
- כמות החום הנדרשת לעליית הטמפרטורה של חומר מסוים תהיה גדולה יותר כאשר מסת הגוף גדולה יותר .
- כמות החום הנדרשת להעלאת טמפרטורה של חומר תהיה גדולה יותר ככל שעליית הטמפרטורה תהיה גבוהה יותר .

יחידות המדידה של החום הסגולי הן ג'אול לק"ג למעלה או קילו ג'אול לק"ג למעלה . ניתן לבטא את החום הסגולי גם ביחידות אחרות של קלוריה לגרם מעלה צלסיוס או קילו קלוריה לק"ג מעלה צלסיוס . החום הסגולי מסומן באות C קטנה ויחידות המדידה שלו מוצגות להלן :

$$C = \frac{Q}{m \Delta T}$$

Q – כמות החום

c – חום סגולי (c קטנה)

Cal – קלוריה

Kcal – קילו קלוריה

m – מסה ביחידות גרם g או ק"ג Kg

°C – מעלות צלסיוס

J – ג'אול

KJ – קילו ג'אול

$$C \text{ (מים)} = 1 \frac{\text{cal}}{\text{g } ^\circ\text{C}} = 1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg } ^\circ\text{C}} = \frac{4.186 \text{ kJ}}{\text{kg } ^\circ\text{C}}$$

הערה :

אם C מבוטא ב- Kcal/Kg °C $\frac{\text{Kcal}}{\text{Kg } ^\circ\text{C}}$ Q יבוטא בקילו קלוריות Kcal ו- m ב- Kg

אם C יבוטא ב- Cal/gr °C $\frac{\text{cal}}{\text{gr } ^\circ\text{C}}$ Q יבוטא בקלוריות - Cal ו- m בגרמים - gr

טבלת חום סגולי של חומרים :

$\frac{\text{kJ}}{\text{kg } ^\circ\text{C}}$	$\frac{\text{kcal}}{\text{kg } ^\circ\text{C}}$	סוג החומר
4186	1	מים
2300	0.55	קרח
908	0.217	אלומיניום
450	0.108	פלדה
390	0.093	נחושת
130	0.031	עופרת
2135	0.51	נפט
1700	0.41	בנזין
140	0.033	כספית

קיבול חום Heat Capacity

הינה תכונה פיסיקאלית של גוף המאפיינת את יכולתו לאגור חום בעת שינוי טמפרטורה . זהו היחס בין כמות החום המוכנסת למסה מסוימת של חומר , לבין עליית הטמפרטורה של מסה זו , כתוצאה מהכנסת כמות החום .
 קיבול החום מוגדר גם כקצב שינוי הטמפרטורה בעת הוספת חום לגוף במצב נתון .

ניתן גם להגדיר את קיבול החום באופן הבא : קיבול חום של גוף הוא כמות החום הדרושה כדי להעלות את הטמפרטורה של הגוף ב- 1°C מעלה צלסיוס .
 קיבול החום תלוי במסה של החומר ובחום הסגולי שלו . הוא מסומן באות הגדולה C וערכו הוא מכפלת מסת הגוף בקיבול החום הסגולי .

- C – קיבול החום (C גדולה) בקלוריות למעלה צלסיוס או בג'אול למעלה קלווין
- m – מסת הגוף בק"ג
- c – חום סגולי (c קטנה) בקלוריות לגרם למעלה צלסיוס או ג'אול לגרם למעלה קלווין
- בקילו קלוריות ובקילו ג'אול מחשבים לפי ק"ג

$$C = mc$$

הערה :

את יחידות קיבול החום יש לתאם עם יחידות החום הסגולי . אם משתמשים בחום סגולי ביחידות קלוריה אז יחידות קיבול החום יהיו גם הן קלוריה . אם היחידות של החום הסגולי הן ג'אול אז גם קיבול החום יהיה ביחידות ג'אול .

להזכירך היחס בין קלוריה לג'אול הוא :
לצורך חישובים ניתן לעגל את היחס ל - 4.2 ג'אול .

$$1 \text{ Cal} = 4.186 \text{ Jaul}$$

מקדם ההמרה בין קלוריה ליחידות ג'אול כמבוטא בקשר הנ"ל נקרא שווה הערך המכאני של חום והוא למעשה קובע כי כאשר הופכים 4.184 J של אנרגיה מכאנית לחום , הם יעלו את הטמפרטורה של גרם אחד של מים ב- 1°C .

כמות החום

זאת האנרגיה הצבורה במסה של חומר . ככל שמסת החומר גדולה יותר כך כמות החום גדולה יותר .

חישוב כמות החום

לצורך חישוב כמות החום (שהיא האנרגיה התרמית) הנדרשת להעלות או להורדת טמפרטורה של גוף נעזרים בנוסחה הבאה :

$$Q = C (T_2 - T_1)$$

Q – כמות החום ביחידות של קלוריות או ג'אול
 C – קיבול החום ביחידות של קלוריות למעלה צלסיוס או ג'אול למעלה קלווין

T_2 – טמפרטורה סופית במעלה צלסיוס או קלווין
 T_1 – טמפרטורה התחלתית במעלה צלסיוס או קלווין

מאחר וקיבול החום הוא מכפלת המסה בחום הסגולי , כפי שהוסבר לפני כן , ניתן לרשום את נוסחת כמות החום באופן הבא :

$$Q = mc (T_2 - T_1) = mc \Delta T$$

Q – כמות החום ביחידות של קלוריות או ג'אול
 m – מסת הגוף בגרם או קילוגרם
 c – חום סגולי בקלוריות גרם למעלה צלסיוס או ג'אול גרם למעלה קלווין
 ΔT – הפרש הטמפרטורות במעלות צלסיוס או קלווין

$$Q = m c \Delta T$$

תרגילי דוגמה לחישוב כמות חום :

1. מחממים 1 ק"ג מים בטמפרטורה של 30 מעלות צלסיוס . מהי כמות החום הנדרשת להעלות את טמפרטורת המים ל- 90 מעלות צלסיוס ?

פתרון:

ידוע שהחום הסגולי של המים הוא $1 \text{ Kcal/kg } ^\circ\text{C}$. יש להציב בנוסחת כמות החום את הנתונים המופיעים בשאלה .

הצבת נתונים

$$m = 1 \text{ ק"ג מים}$$

$$T_1 = 30 \text{ מעלות צלסיוס}$$

$$T_2 = 90 \text{ מעלות צלסיוס}$$

$$c = 1 \text{ חום סגולי}$$

$$Q = ?$$

חישוב

$$Q = m c (T_2 - T_1) = 1 \times 1 \times (90 - 30) = 1 \times 1 \times 60 = \underline{\underline{60 \text{ Kcal}}}$$

הערות חשובות :

- כאשר משתמשים במסה של קילוגרם יש לרשום את התוצאה בקילו קלוריות .
- כאשר משתמשים במסה של גרם יש לרשום את התוצאה בקלוריות קטנות .
- כאשר מחממים חומר או גוף כל שהוא מטמפרטורה T_1 לטמפרטורה T_2 הפרש $T_2 - T_1$ יהיה תמיד חיובי . ז"א הושקעה אנרגיה בחומר או בגוף .
- כאשר מקררים חומר או גוף כל שהוא מטמפרטורה T_1 לטמפרטורה T_2 הפרש $T_2 - T_1$ יהיה שלילי . ז"א שוחררה (נפלטה) אנרגיה מהחומר או הגוף הנמדד .
- ההבדל בין תוצאה חיובית לבין תוצאה שלילית בחישוב כמות החום הוא כוון התהליך המתבצע על הגוף או החומר , חימום שבו מושקעת אנרגיה או קירור שבו נפלטת או מוצאת אנרגיה .

2. גוש פלדה שהמסה שלו 5 Kg מחומם מטמפרטורה של 15°C ל- 100°C . מהי כמות החום הנדרשת לתהליך ?

נתונים:

$$m = 5\text{Kg}$$

$$c \text{ פלדה} = 0.108$$

$$T_1 = 15^\circ\text{C}$$

$$T_2 = 100^\circ\text{C}$$

$$Q = mc (t_2 - t_1)$$

$$Q = 5 * 0.108 (100-15) = 45.9 \text{ Kcal} = 45.9 * 4186 = 192137 \text{ J}$$

3. נוזל במסה של 4Kg מחומם מטמפרטורה של 10°C ל- 101°C. כמות החום שהושקע בתהליך היא 714000J. חשב את החום הסגולי של הנוזל ביחידות J/Kg °C וב- Kcal/Kg °C. נתונים:

$$\begin{aligned} 4\text{Kg} &= m \\ 16^\circ\text{C} &= T_1 \\ 101^\circ\text{C} &= T_2 \\ ? &= \text{J/Kg } ^\circ\text{C} = c \\ 714000 \text{ J} &= Q \end{aligned}$$

$$Q = m c \Delta T$$

$$c = \frac{Q}{m \Delta T} = \frac{714000}{4(101-16)} = 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg } ^\circ\text{C}}$$

$$1 \text{ cal} = 4.186 \text{ J}$$

$$714000 : 4.186 = 170568.56 \text{ cal} = 170.57 \text{ Kcal}$$

$$c = \frac{Q}{m \Delta T} = \frac{170.57}{4(101-16)} = 0.502 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg } ^\circ\text{C}}$$

חישוב כמות חום הדרושה לשינוי מצב צבירה

על פי הגדרה החום הכמוס הוא אשר מאפשר מעבר ממצב צבירה אחד למשנהו. מאחר והתהליך מתרחש בטמפרטורה קבועה, כדי לחשב את כמות החום הכמוס בתהליך הנבדק יש צורך להתחשב במסה של החומר או הגוף הנמצא בתהליך, ובחום האיוד או ההמסה שלו על פי מצב הצבירה בו הוא נמצא. הנוסחה לחישוב החום בתהליך השינוי:

$$Q = mc$$

Q – כמות החום ביחידות של קלוריות או ג'אול

m – מסת הגוף בגרם או קילוגרם

c – חום סגולי בקלוריות גרם למעלה צלסיוס או ג'אול גרם למעלה קלווין

בכל תהליך בו יש שינוי בטמפרטורה ובמצב הצבירה יש להתחשב בחום הסגולי של החומר במצב הצבירה בו הוא נמצא. ז"א אם מחממים קרח יש להתחשב בחום הסגולי של הקרח. אם מרתיחים מים יש להתחשב בחום הסגולי של המים.

$$Q = m c$$

