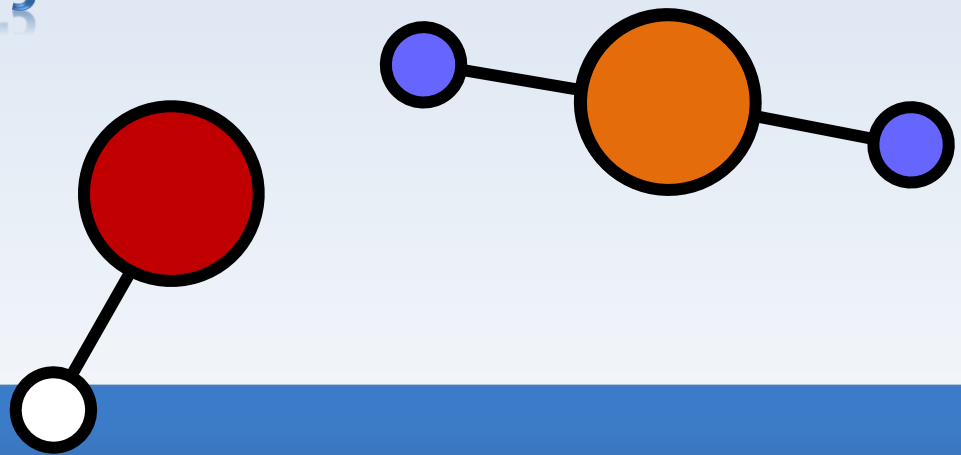
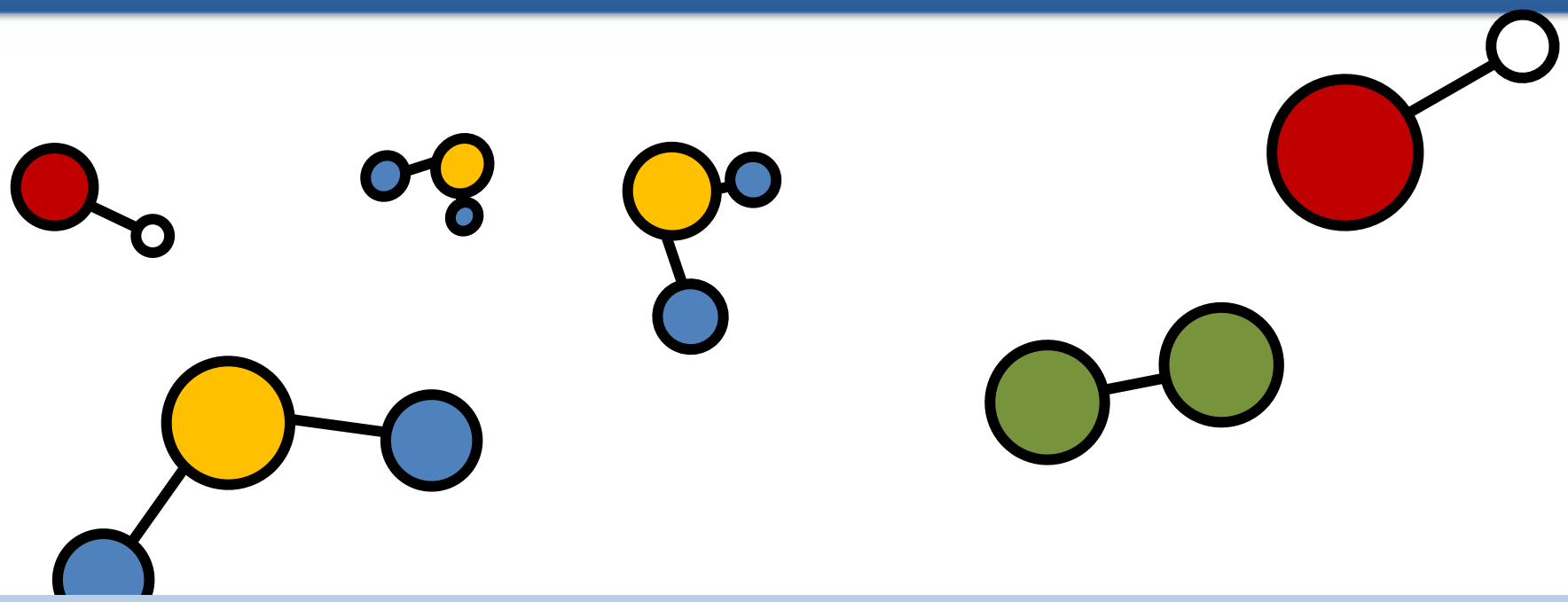




התנהגות הגזים



תכונות הגזים 

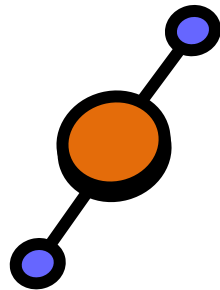
הגורמים המשפיעים על התנהגות הגזים 

חוקי הגזים – חוק בויל, חוק שארל, חוק גיי לוסק, 

השערת אבוגדרו

נפח מולרי 

מה אנחנו צריכים כבר לדעת?



מבנה וקישור: 

מבנים וקשרים כימיים

הכרת ושימוש במערכה המחזורית 

מספר אטומי ומסה אטומית

איזון תגובות ויחסים מולריים 

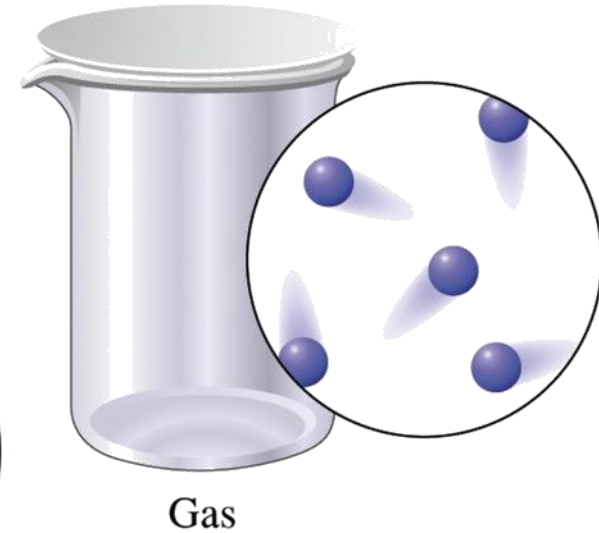
הכרת המושגים המול (n), מסה (m), 

מסה מולרית (M_w), מספר חלקיקים (N)

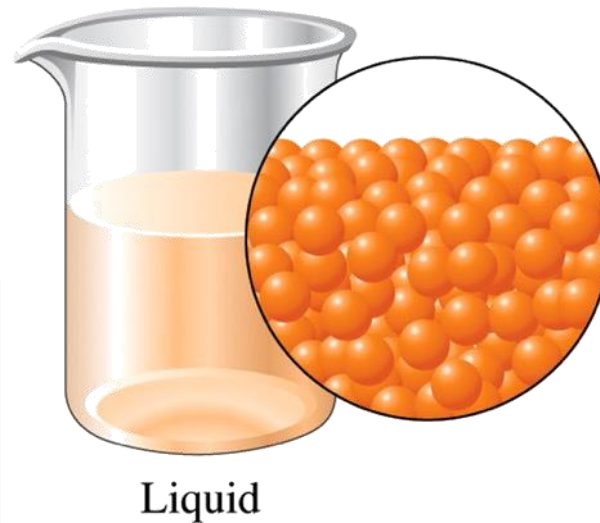
והמעברים ביניהם בחישובים.

מצבי הצבירה של החומר

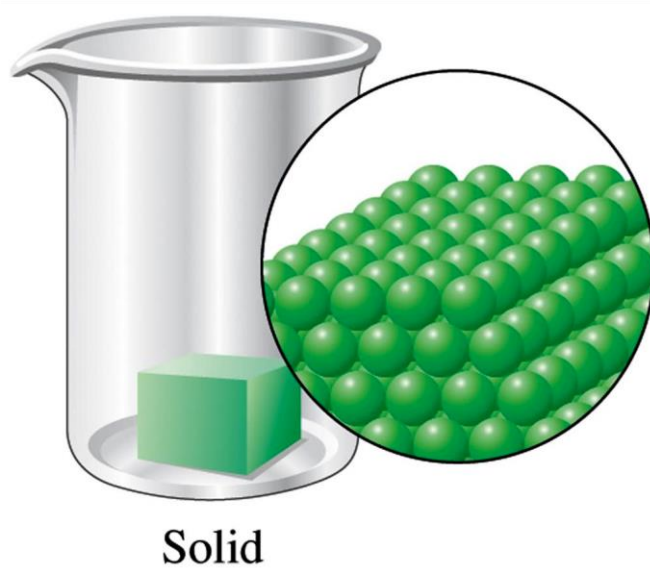
גז



נוזל



מוצק



נצפה בסרטון



תכונות הגזים

<https://www.youtube.com/watch?v=EHxdVtygP1g>

תיאור	התכונה
	גודל החלקיקים ביחס לנפח הכלי

תיאור	התכונה
קטן מאוד, נקודתי, אפסי	גודל החלקיקים ביחס לנפח הכלי

תיאור	התכונה
קטן מאוד, נקודתי, אפסי	גודל החלקיקים ביחס לנפח הכלי
	מרחק בין החלקיקים

תיאור	התכונה
קטן מאוד, נקודתי, אפסי	גודל החלקיקים ביחס לנפח הכלי
גדול מאוד, אינסופי	מרחק בין החלקיקים

התכונה	תיאור
גודל החלקיקים ביחס לנפח הכלי	קטן מאוד, נקודתי, אפסי
מרחק בין החלקיקים	גדול מאוד, אינסופי
סוג תנועה עיקרי	

התכונה	תיאור
גודל החלקיקים ביחס לנפח הכלי	קטן מאוד, נקודתי, אפסי
מרחק בין החלקיקים	גדול מאוד, אינסופי
סוג תנועה עיקרי	מעתק (טרנסלציה)

התכונה	תיאור
גודל החלקיקים ביחס לנפח הכלי	קטן מאוד, נקודתי, אפסי
מרחק בין החלקיקים	גדול מאוד, אינסופי
סוג תנועה עיקרי	מעתק (טרנסלציה)
נפח הגז ביחס לנפח הכלי	

התכונה	תיאור
גודל החלקיקים ביחס לנפח הכלי	קטן מאוד, נקודתי, אפסי
מרחק בין החלקיקים	גדול מאוד, אינסופי
סוג תנועה עיקרי	מעetek (טרנסלציה)
נפח הגז ביחס לנפח הכלי	גז מתפשט בכל חלל הכלי, ואולם מרבית נפח הכלי הוא ריק!

תיאור	התכונה
קטן מאוד, נקודתי, אפסי	גודל החלקיקים ביחס לנפח הכלי
גדול מאוד, אינסופי	מרחק בין החלקיקים
מעתיק (טרנסלציה)	סוג תנועה עיקרי
גז מתפשט בכל חלל הכלי, ואולם מרבית נפח הכלי הוא ריק!	נפח הגז ביחס לנפח הכלי

בתנאי לחץ (P) נמוך ובטמפרטורה (T) גבוהה

~יחסית לטמפרטורת הרכיחה~

לכל סוגי הגזים יש התנהגות אחידה

ישנם ארבעה גורמים ששינויים בהם גורמים לשינויים
בהתנהגות חלקיקי הגז:

לחץ 

נפח 

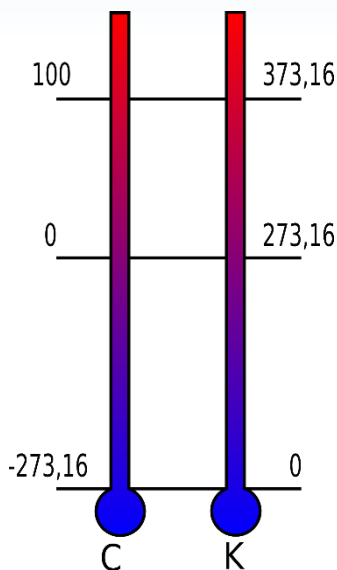
טמפרטורה 

כמות חלקיקים (מס' מולים) 

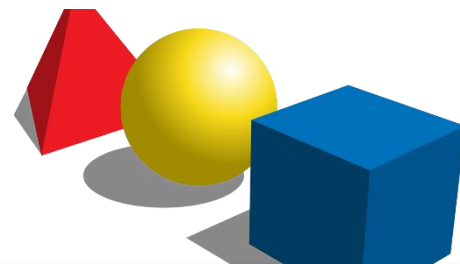
הגורמים המשפיעים על התנהגות הגזים

טמפרטורה - הוא מושג פיסיקלי שמתייחס למידת התנועתיות של חלקיקי החומר ומהווה מדד אנרגיה הקינטית (אנרגיית התנועה) הממוצעת שיש לחלקיקים. ככל שהטמפרטורה יותר גבוהה החלקיקים ינועו יותר מהר.

טמפרטורה מסומנת באות T ונמדדת מעלות קלווין (K) או צלזיוס ($^{\circ}C$).



נפח - הוא מושג פיסיקלי שמשמעותו כמות המרחב התלת מימדי שתופס את החומר. נפח מסומן באותו V ונמדד ביחידות שונות כגון ליטר, סמ"ק, מ"ק...



לחץ - הוא מושג פיסיקלי שמשמעותו כוח דחיסה הפועל על שטח. ניתן למדוד לחץ כמספר התנגשויות בין חלקיקים לדופן הכלי ביחידת זמן.

לחץ מסומן באות P ונמדד ביחידות שונות כגון בר (Bar), פסקל (Pascal), אטמוספירה (atm), מ"מ כספית...



ברומטר

שינויים בלחץ שנמדד בצינור התחתון גורמים לשינויים במפלס הכספית הנוזלית בצינור המפותל.

1 אטמוספירה = 760 מ"מ גובה עמודת הכספית

**בכדי לבדוק את הקשר בין כל שנים מגורמים יש להחזיק את
שאר הגורמים קבועים**

נכיר ארבעה קשרים בין המשתנים השונים:

חוק בויל – הקשר בין לחץ לנפח (טמפ' ומס' מולים קבועים) 

חוק שארל - ג'יה ליסק – הקשר בין נפח לטמפרטורה (לחץ
ומס' מולים קבועים) 

חוק גיי לוסק – הקשר בין לחץ לטמפרטורה (נפח ומס' מולים
קבועים) 

השערת אבוגדרו – הקשר בין מספר מולים לנפח (לחץ וטמפ'
קבועים) 

רוברט בויל:

אלכימאי, תיאולוג, כימאי ופיזיקאי
אירי. בויל, דגל בעקרונותיו של
**פרנסיס בייקון (פילוסוף,
מדינאי, עורך דין ואביר אנגלי)**
שהניח את היסודות לשיטה
המדעית הנהוגה כיום: "לאתגר" את
הטבע על ידי עריכת ניסויים.
במטרה לנסח חוקים אוניברסליים.



רוברט בויל
1627-1691



פרנסיס בייקון
1561-1626

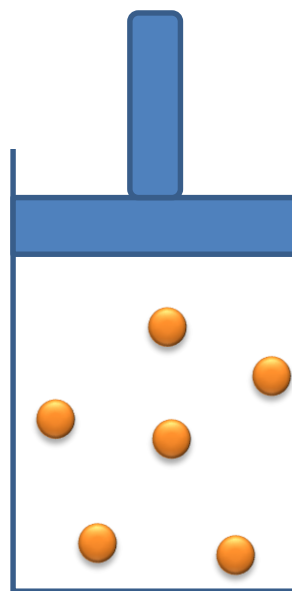
בתנאי טמפרטורה (T) וכמות גז קבועים

נפח הגז (V) נמצא ביחס הפוך ללחץ (P) המופעל עליו

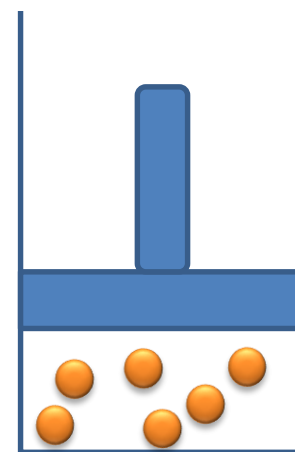
בתנאי טמפרטורה (T) וכמות גז (n) קבועים

נפח הגז (V) נמצא ביחס הפוך ללחץ הגז (P)

הסבר מיקרוסקופי:
כאשר נפח הכלי קטן יותר, שטח הדפנות שלו קטן בהתאם, ולכן כמות קבועה של גז תיצור יותר התנגשויות עם הדפנות ביחידת זמן, כלומר הלחץ יגדל.



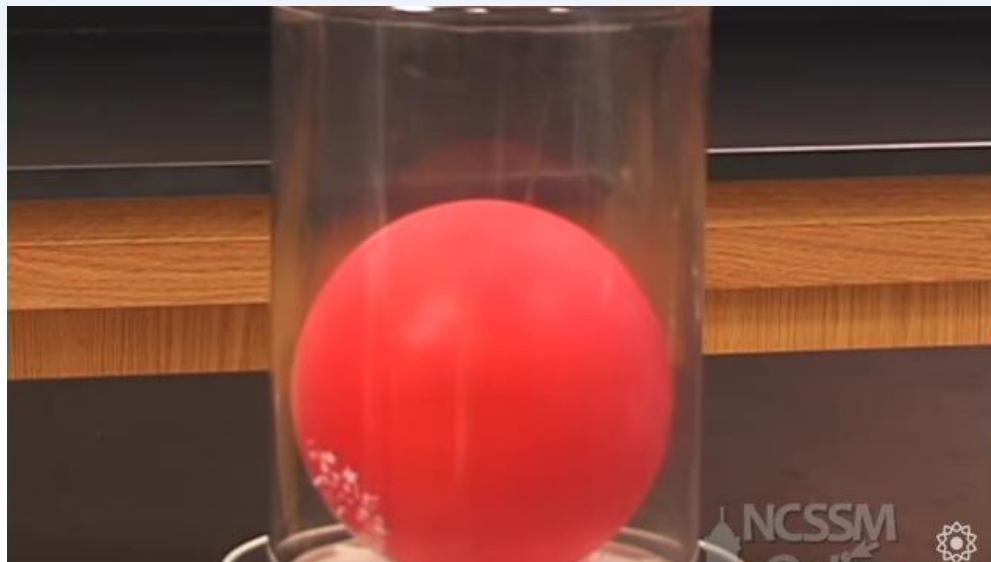
נפח גדול
לחץ קטן



נפח קטן
לחץ גדול

נפח (V)
לחץ (P)

נצפה בסרטון



הדגמה - חוק בויל

<https://youtu.be/N5xft2flqQU>

בתנאי טמפרטורה (T) וכמות גז קבועים

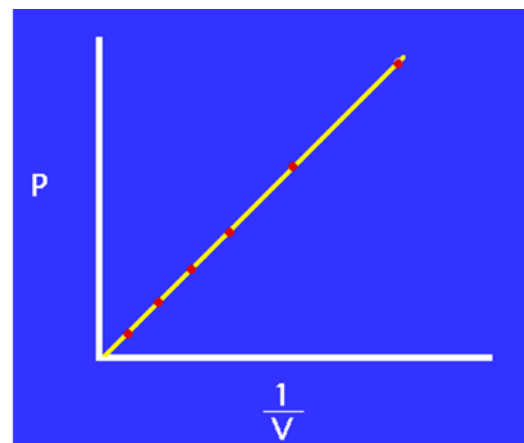
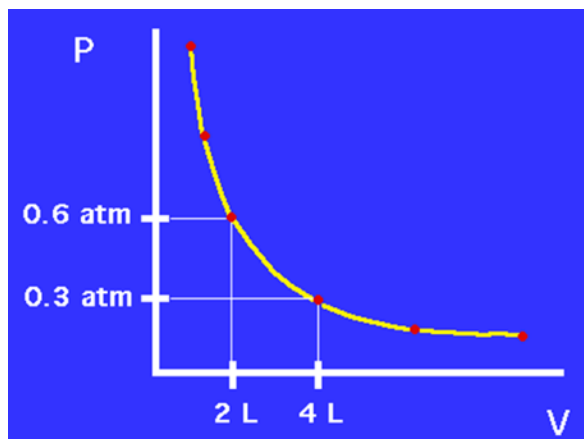
נפח הגז (V) נמצא ביחס הפוך ללחץ הגז (P)

P לחץ

V נפח

K קבוע

$$PV = K$$





לואי ז'וזף גיי-לוסק
1778-1850

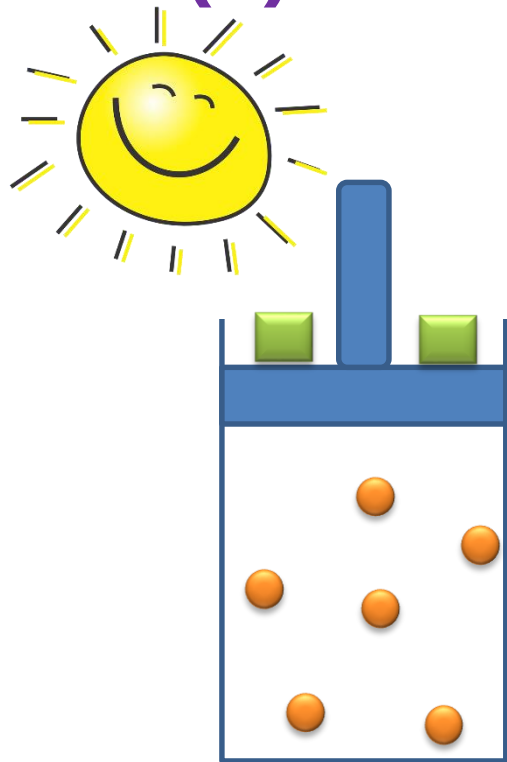


ז'אק שארל
1746-1823

ז'אק שארל – ממציא, מדען, מתמטיקאי ופיזיקאי צרפתי.
לואי ז'וזף גיי-לוסק - כימאי ופיזיקאי צרפתי.

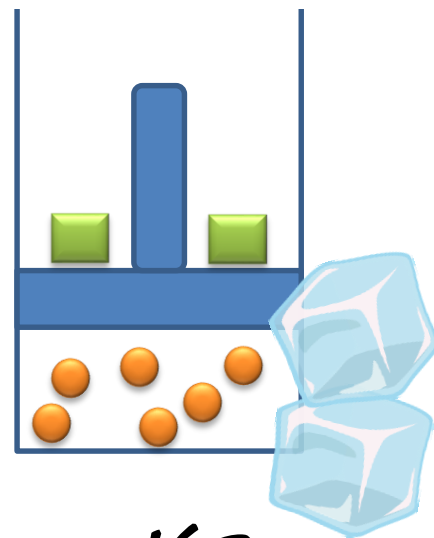
בתנאי לחץ (P) וכמות גז (n) קבועים

נפח הגז (V) נמצא **ביחס ישר** לטמפרטורה (T)



גדול

טמפרטורה



קטן

טמפרטורה

הסבר מיקרוסקופי: כאשר הטמפרטורה גדלה, המהירות בה נעים החלקיקים גדלה. אם הלחץ לא השתנה הרי שמספר ההתנגשויות ליחידת זמן ליחידת שטח לא השתנה. זה אפשרי רק כאשר הנפח גדול יותר.

נפח (V)

טמפרטורה (T)

בתנאי לחץ (P) וכמות גז (n) קבועים

נפח הגז (V) נמצא ביחס ישר לטמפרטורה (T)

T טמפרטורה

P לחץ

V נפח

K קבוע

$$\frac{V}{T} = K$$

$$\frac{P}{T} = K$$

באופן דומה: בנפח (V) וכמות גז קבועים (n)
קבועים לחץ הגז (P) נמצא ביחס ישר לטמפרטורה
(חוק גיי לוסק)

נצפה בסרטון



אסון הקרונות וחוק גיי לוסק

<https://youtu.be/YfMoxfuR>

ביום רביעי 4.4.2011 צוות הניקיון בתחנת הרכבת ברליגטון בשיקגו קיבל משימה לנקות את הפנים של קרונות-מיכל בנפח 60,000 ליטר. כיוון שהקרונות חקנו רק בסמוך לסיום יום העבודה, הפועלים ניקו במהירות רבה את פנים הקרונות בעזרת קיטור, סגרו את הקרון ומיהר ללכת הביתה. למחרת בבוקר כאשר הגיעה המשמרת הראשונה לעבודה בתחנה, הם מצאו קרונות מעוכים.

עבור כמות נתונה של גז

בטמפרטורה קבועה, כאשר מגדילים את הלחץ על הגז,
נפחו קטן

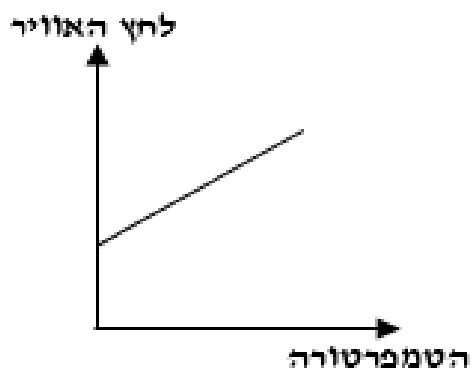
בלחץ קבוע, כאשר מגדילים את טמפרטורת הגז, נפחו
גדל

בנפח קבוע, כאשר מגדילים את טמפרטורת הגז, לחצו
גדל

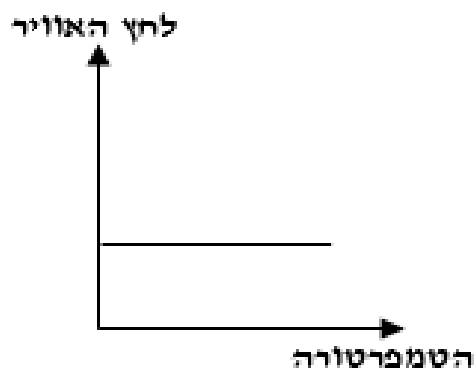


במהלך הנסיעה הטמפרטורה של האוויר בצמיג עולה.

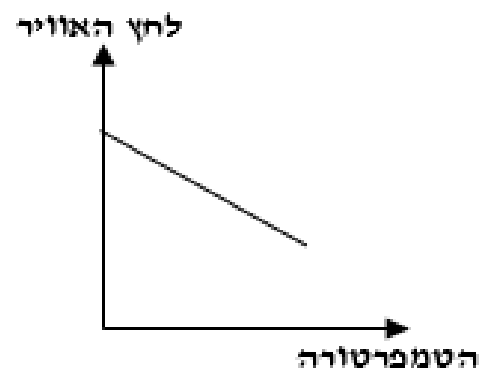
קבעו איזה מבין הגרפים הוא תיאור סכמתי נכון של לחץ האוויר בצמיג כתלות בטמפרטורה במהלך הנסיעה
ניתן להניח כי לא חל שינוי בנפח הצמיג.



ג



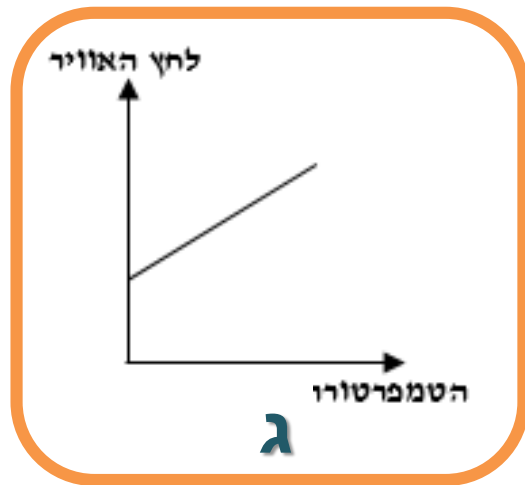
ב



א

שאלה 1 - פתרון

במהלך הנסיעה הטמפרטורה של האוויר בצמיג עולה.
קבעו איזה מבין הגרפים הוא תיאור סכמתי נכון של לחץ האוויר בצמיג
כתלות בטמפרטורה במהלך הנסיעה
ניתן להניח כי לא חל שינוי בנפח הצמיג.



כאשר הטמפרטורה עולה, מולקולות הגז נעות מהר יותר. עולה מספר התנגשויות ביחידת זמן של מולקולות הגז בדפנות הצמיג. לכן לחץ האוויר בצמיג עולה.
כאשר נפח הגז נשאר קבוע, קיים יחס ישר בין הטמפרטורה ולחץ הגז בצמיג.

אמדאו אבוגדרו
1776-1856

אמדאו אבוגדרו פיזיקאי וכימאי איטלקי



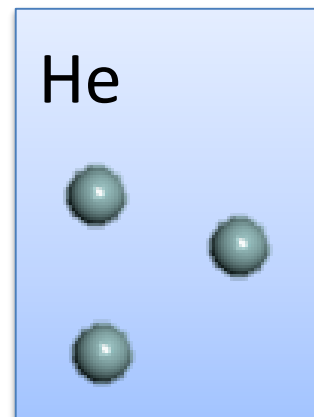
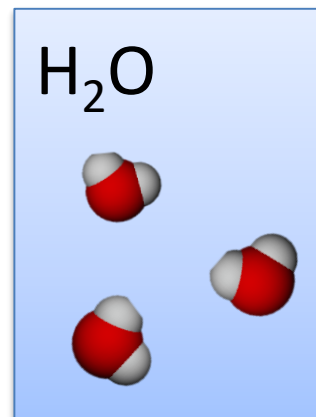
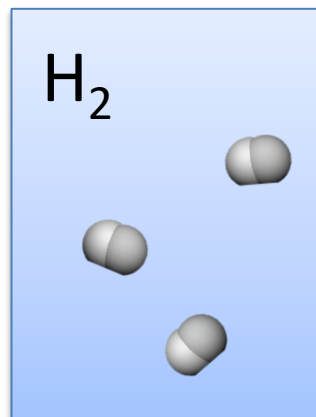
Amedeo Avogadro

בתנאי לחץ (P) וטמפרטורה (T) קבועים

נפחים שווים (V) של גז יכילו
את אותו מס' מולים של חלקיקים (n)

ניסוח חלופי -

נפחים שווים (V) של גזים, מכילים מספר
(N) שווה של חלקיקים.



בתנאי לחץ (P) וטמפרטורה (T) קבועים

נפחים שווים (V) של גז יכילו
את אותו מס' מולים של חלקיקים (n)

$$\frac{V}{n} = K$$

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

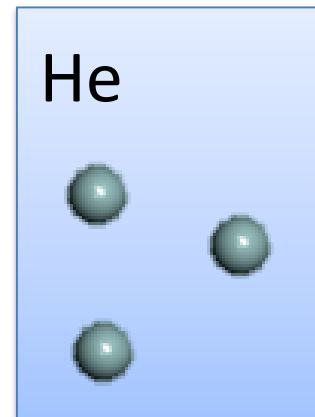
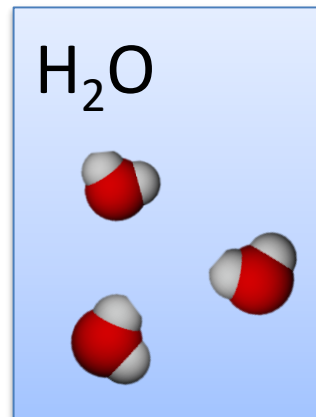
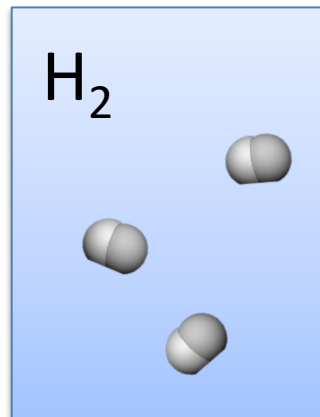
מס' מולים n

נפח V

קבוע K

ומכאן נובע ש:

נפח הגז, באותם תנאי לחץ וטמפרטורה, נקבע
על ידי מספר החלקיקים בלבד, ולא על ידי סוג
החלקיקים או מסת החלקיקים.



שני כלים סגורים מכילים גזים באותו לחץ וטמפרטורה.

כלי 1 מכיל מימן - H_2 ונפחו 0.5 ליטר.

כלי 2 מכיל חמצן - O_2 ונפחו 1 ליטר.

מהו מספר המולקולות היחסי בכלים?

א. בשני הכלים יש מספר שווה של מולקולות.

ב. כלי 1 מכיל יותר מולקולות.

ג. כלי 2 מכיל יותר מולקולות.

ד. חסרים נתוני נפח המולקולות.

כלי 1 מכיל מימן - H_2 ונפחו 0.5 ליטר.

כלי 2 מכיל חמצן - O_2 ונפחו 1 ליטר.

על פי השערת אבוגדרו, ככל שנפח גז גדול יותר יש בו יותר חלקיקים בלא כל קשר לסוג החלקיק, נפחו או מסתו. בכלי החמצן הנפח גדול יותר ולכן יש בו יותר מולקולות.

א. בשני הכלים יש מספר שווה של מולקולות.

ב. כלי 1 מכיל יותר מולקולות.

ג. כלי 2 מכיל יותר מולקולות.

ד. חסרים נתוני נפח המולקולות.



שני בלונים נמצאים בתנאים זהים.

הבלון הראשון מכיל 20 גרם חנקן $N_{2(g)}$, הבלון השני מכיל 20 גרם חנקן דו-חמצני, $NO_{2(g)}$. מהו הנפח של הבלון הראשון לעומת הנפח של הבלון השני?

- א. הנפח של הבלון הראשון גדול מהנפח של הבלון השני
- ב. הנפח של הבלון הראשון קטן מהנפח של הבלון השני
- ג. הנפח של הבלון הראשון שווה מהנפח של הבלון השני
- ד. אי אפשר לקבוע ללא נתונים נוספים

שאלה 3

שני בלונים נמצאים בתנאים זהים.

בלון 1: 20 גרם $N_{2(g)}$,

בלון 2: מכיל 20 גרם $NO_{2(g)}$.

$$n = \frac{m}{M_w} = \frac{20 \frac{gr}{mol}}{28 \frac{gr}{mol}} = 0.71 \text{ mol}$$

$$n = \frac{m}{M_w} = \frac{20 \frac{gr}{mol}}{46 \frac{gr}{mol}} = 0.43 \text{ mol}$$

על פי השערת אבוגדרו, ככל שנפח גז גדול יותר יש בו יותר חלקיקים בלא כל קשר לסוג החלקיק, נפחו או מסתו. בבלון החנקן יש יותר מולקולות ולכן נפחו גדול יותר.

א. הנפח של הבלון הראשון גדול מהנפח של הבלון השני

ב. הנפח של הבלון הראשון קטן מהנפח של הבלון השני

ג. הנפח של הבלון הראשון שווה מהנפח של הבלון השני

ד. אי אפשר לקבוע ללא נתונים נוספים

נפח מולרי של גז (V_m) - הנפח אותו תופס מול אחד של גז בתנאי לחץ וטמפר' ידועים.

בתנאי תקן (Standard Temperature and Pressure)

בטמפרטורה 273.15 K (0°C)

ולחץ של 1 atm , נפחו של 1 מול גז יהיה **22.4 ליטר**

בתנאי חדר

בטמפרטורת החדר 298.15 K (25°C)

ולחץ של 1 atm , נפחו של 1 מול גז יהיה **25 ליטר**

להבין ולהפנים:

18 גרם (= 18 מ"ל) של מים נוזלי שהם 1 מול, בהפיכתם לגז בתנאים סטנדרטיים יתפסו נפח של 22.4 ליטר (22400 מ"ל).

שהם בערך נפח של 15 בקבוקי קולה של 1.5 ליטר!



בתנאי תקן (S.T.P) נפח מולרי של גז – V_m הוא 22.4 ליטר

בתנאי חדר נפח מולרי של גז – V_m הוא 25 ליטר

אפשר לחשב את מספר המולים (n), בנפח נתון של גז (V),

בתנאי תקן (S.T.P) או בתנאי חדר על ידי שימוש בנפח

המולרי (V_m) על פי הנוסחה:

$$\frac{V}{V_m} = n$$

נתון מיכל אמוניה, $\text{NH}_3(\text{g})$, שנפחו 100 ליטר.

- א- כמה מול אמוניה יש במיכל בתנאי STP?
- ב- כמה מול אמוניה יש במיכל בתנאי החדר?

נתון מיכל אמוניה, $\text{NH}_3(\text{g})$, שנפחו 100 ליטר.

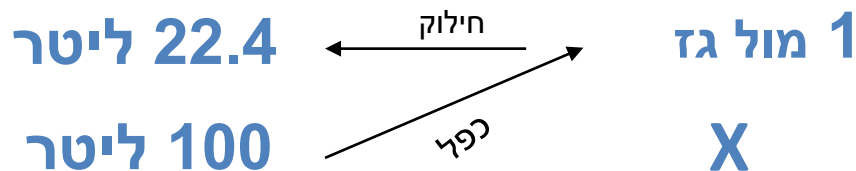
א- כמה מול אמוניה יש במיכל בתנאי STP?

בתנאי STP נפחו של 1 מול גז הוא 22.4 ליטר V_m

פתרון ע"י משוואה :

$$n = \frac{V}{V_m} = \frac{100}{22.4} = 4.46 \text{ מול } \text{NH}_3$$

פתרון ע"י יחסים :



$$X = \frac{100 \times 1}{22.4} = 4.46$$

100 ליטר אמוניה בתנאי STP הם 4.46 מול אמוניה

נתון מיכל אמוניה, $\text{NH}_3(\text{g})$, שנפחו 100 ליטר.

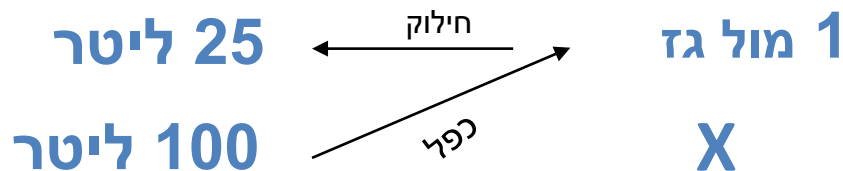
א- כמה מול אמוניה יש במיכל בתנאי החדר?

בתנאי החדר נפחו של 1 מול גז הוא 25 ליטר V_m

פתרון ע"י משוואה :

$$n = \frac{V}{V_m} = \frac{100}{25} = 4 \quad \text{מול } \text{NH}_3$$

פתרון ע"י יחסים :



$$X = \frac{100 \times 1}{25} = 4.46$$

100 ליטר אמוניה בתנאי החדר הם 4 מול אמוניה

מה יהיה הנפח של 100 גרם מולקולות מימן בתנאי החדר ?

מה יהיה הנפח של 100 גרם מולקולות מימן בתנאי החדר ?

$$n = \frac{m}{M_w} = \frac{100}{2} = 50 \text{ מול } H_2$$

$$V_m = 25 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$$

$$n = \frac{V}{V_m} \rightarrow V = V_m \times n$$

$$V = 25 \times 50 = 1250 \text{ lit}$$

הנפח של 100 גרם מימן, $H_{2(g)}$ בתנאי החדר הוא 1,250 ליטר

**7.25 גרם גז לא ידוע תופסים בתנאי תקן נפח של 2.8 ליטר.
מהי המסה המולרית של הגז?**

7.25 גרם גז לא ידוע תופסים בתנאי תקן נפח של 2.8 ליטר.
מהי המסה המולרית של הגז?

$$n = \frac{V}{V_m} = \frac{2.8}{22.4} = 0.125 \text{ mol}$$

$$n = \frac{m}{M_w} \rightarrow M_w = \frac{m}{n}$$

$$M_w = \frac{7.25}{0.125} = 58 \text{ gr/mol}$$

המסה המולרית של הגז היא 58 גר/מול

בויל
גיי לוסק
שארל
אבוגדרו

$$\frac{PV}{Tn} = R$$

כאשר משלבים את כל חוקי הגזים,
מקבלים משוואה כללית המקשרת
בין כל הגורמים המשפיעים על
התנהגות גזים. זהו חוק הגזים
האידיאליים

$$PV = nRT$$

P - לחץ (נמדד ביחידות: אטמוספירה / פסקל / בר / מ"מ כספית)

V – נפח (נמדד ביחידות: ליטר / ס"מ מעוקב / מטר מעוקב)

n – כמות הגז (נמדדת במספר מולים)

R – קבוע הגזים (מספר קבוע)

T – טמפרטורה (נמדדת במעלות קלווין)

$$n = \frac{N}{N_a}$$

$$n = \frac{m}{M_w}$$

$$n = \frac{V}{V_m}$$

משוואה ראשונה:

מול/מספר/מספר אבוגדרו

משוואה שנייה:

מול/מסה/מסה מולרית

משוואה שלישית:

מול/נפח/נפח מולרי

M_w - מסה מולרית (גר/מול)

m - מסה (גר')

V - נפח (ליטר)

V_m - נפח מולרי (ליטר/מול)

N_a - מספר אבוגדרו: $6.02 \cdot 10^{23}$

N - מספר החלקיקים (יש להגדירם!)

n - מספר המולים (מול)

הזכרנו את תכונות הגזים



למדנו כי לחץ של גז מושפע רק ממספר החלקיקים בגז ולא ממסתם או מנפחם.



השערת אבוגדרו מאפשרת את הגדרת הנפח המולרי של כל הגזים בטמפרטורה ובלחץ ידועים.



שימוש במושג נפח מולרי בגזים מאפשר לחשב חישובים של מולים בגזים גם בלא ידיעת המסה המולרית שלהם.



כאשר נתונים נפחים, מספיק להשתמש בנפח המולרי של הגז בתנאי לחץ וטמפרטורה ידועים, כדי לחשב מספר מולים, בלי קשר לסוג הגז.



למדנו לחשב מולים ומסה מנפח וההפך.

