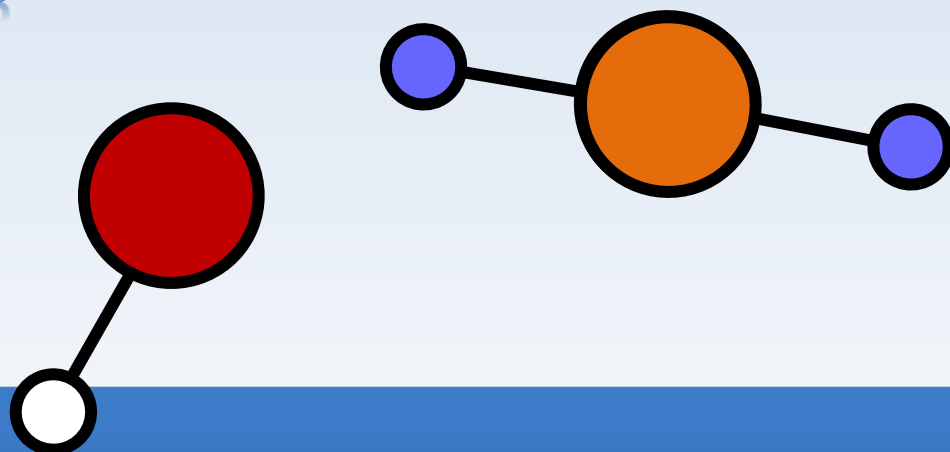
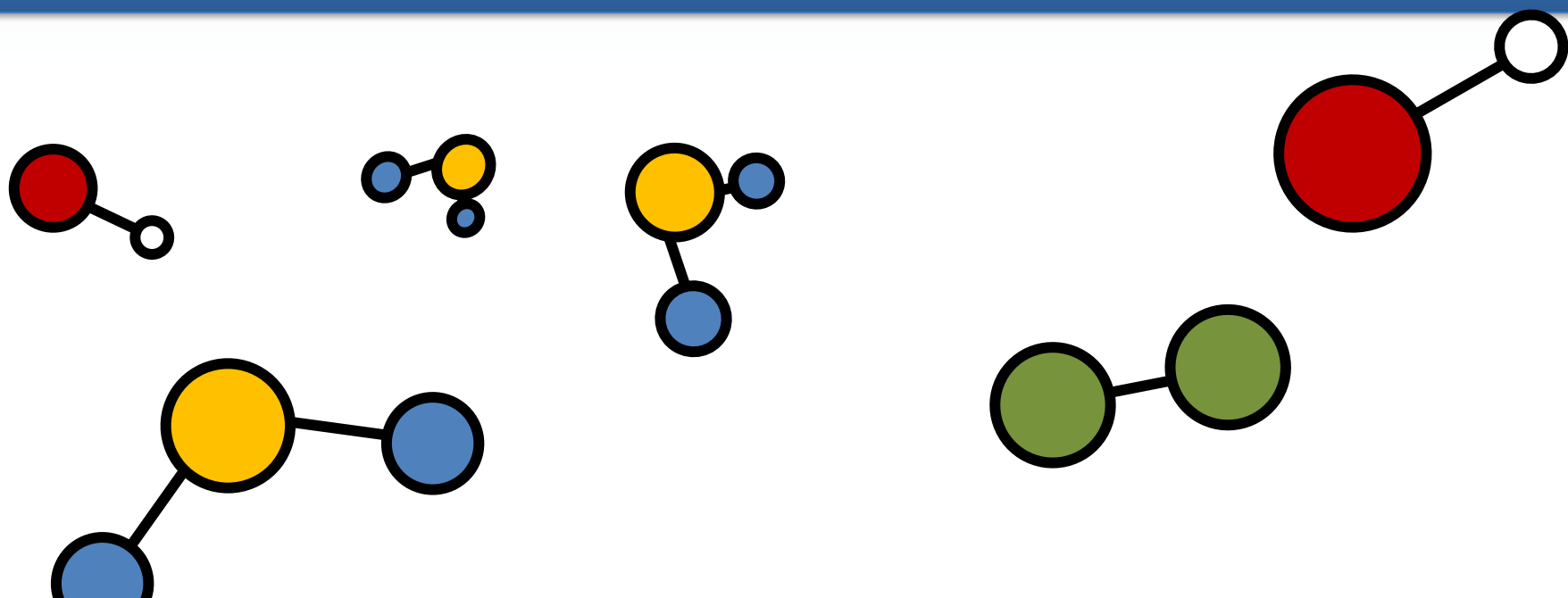




התנהגות גזים - תגובות



מול (n): כמות החומר שמכילה מספר אבוגדרו (6.02×10^{23}) של חלקיקים. החלקיקים יכולים להיות אטומים, מולקולות, יונים, אלקטרונים וכו'.

מסה מולרית (M_w): המסה בגרמים של מול חלקיקים. בטבלה המחזורית ניתן לראות את המסה המולרית של היסודות.

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

משוואה ראשונה:

מול/מספר/מספר אבוגדרו

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

משוואה שנייה:

מול/מסה/מסה מולרית

השערת אבוגדרו: נפחים שווים של גזים שונים הנמצאים באותם תנאים של טמפרטורה ולחץ, מכילים מספר שווה של חלקיקים (מולים)

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

בתנאי STP (0°C , 1 אטמ') $V_m = 22.4$ ליטר

בתנאי חדר (25°C , 1 אטמ') $V_m = 25$ ליטר

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

משוואה שלישית:

מול/נפח/נפח מולרי

נתונים שני כלים הנמצאים באותה טמפרטורה:

בכלי A יש 4.4 גרם פחמן דו חמצני גזי

בכלי B יש 2 גרם גז נאון

לחץ הגז בכלי A כפול מהלחץ בכלי B

מהו המשפט הנכון?

1. מספר החלקיקים בכלי A גדול פי 2 ממספר החלקיקים בכלי B
2. בכלי A יש חלקיקים גדולים יותר ולכן הלחץ גדול יותר
3. הנפח של כלי A קטן פי 2 מהנפח של כלי B
4. הנפח של כלי A גדול פי 2 מהנפח של כלי B

שאלה לחימום - פתרון

נתונים שני כלים הנמצאים באותה טמפרטורה:

$$n = m/M_w = 4.4/44 = 0.1 \text{ מול } \text{CO}_2$$

$$n = m/M_w = 2/20 = 0.1 \text{ מול } \text{Ne}$$

בכלי A יש 4.4 גרם פחמן דו חמצני גזי

בכלי B יש 2 גרם גז נאון

לחץ הגז בכלי A כפול מהלחץ בכלי B

מהו המשפט הנכון?

1. מספר החלקיקים בכלי A גדול פי 2 ממספר החלקיקים בכלי B

אל אף שממבט ראשון משפט זה יתכן (עבור נפח זהה של כלים) החישוב מראה שבכלים יש מס' מולים זהה. ולכן משפט זה נפסל

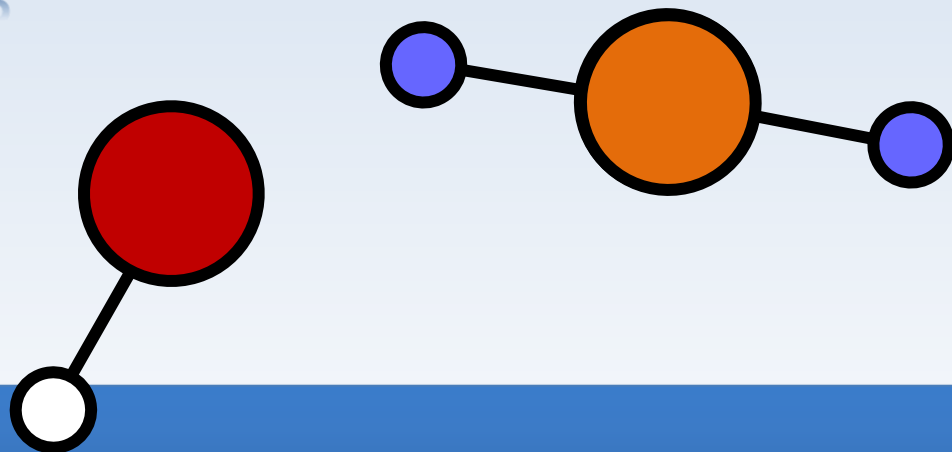
2. בכלי A יש חלקיקים גדולים יותר ולכן הלחץ גדול יותר

התנהגות גזים (אידאליים) אינה מושפעת מגודלם

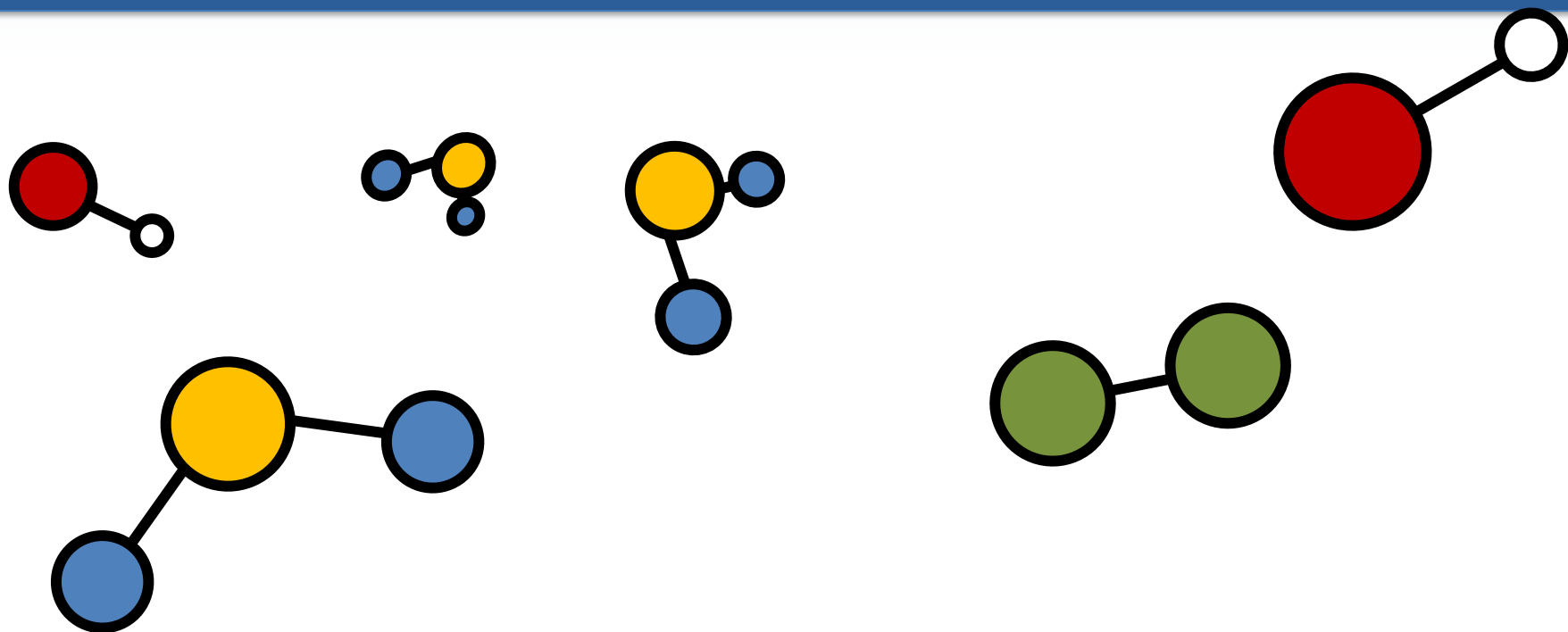
3. הנפח של כלי A קטן פי 2 מהנפח של כלי B

נכון, עבור מס' מולים זהה בטמפ' נתונה, מתקיים יחס הפוך בין נפח ללחץ. ככל שהנפח קטן יותר הלחץ גבוה יותר

4. הנפח של כלי A גדול פי 2 מהנפח של כלי B



חישובים בתגובות



**בתגובה בין מימן לכלור נוצר גז מימן כלורי.
אם ידוע שהגיבו 1 ליטר מימן, חשבו מה נפח הכלור שהגיב ומה נפח
המימן הכלורי שנוצר. התגובה התרחשה בתנאי החדר.**

בתגובה בין מימן לכלור נוצר גז מימן כלורי.
אם ידוע שהגיבו 1 ליטר מימן, חשבו מה נפח הכלור שהגיב ומה נפח המימן הכלורי שנוצר. התגובה התרחשה בתנאי החדר.

יחסי
מולים

נתונים

מספר
מולים

חישוב
הנעלם

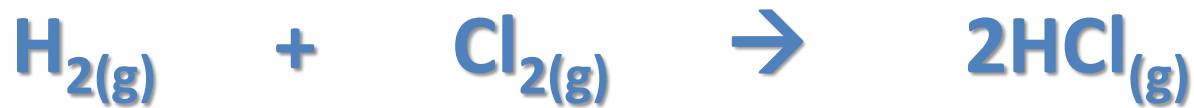
בתגובה בין מימן לכלור נוצר גז מימן כלורי.
אם ידוע שהגיבו 1 ליטר מימן, חשבו מה נפח הכלור שהגיב ומה נפח
המימן הכלורי שנוצר. התגובה התרחשה בתנאי החדר.

אסטרטגיה לפתרון:

1. ננסח ונאזן את התגובה
2. נחשב את מספר המולים (n) של המימן שהגיבו
3. נחשב את מספר המולים של הכלור שהגיבו ואת נפחו
4. נחשב את מספר המולים של המימן הכלורי שנוצר ואת נפחו

שאלה 1 - פתרון

בתגובה בין מימן לכלור נוצר גז מימן כלורי.
אם ידוע שהגיבו 1 ליטר מימן, חשבו מה נפח הכלור שהגיב ומה נפח המימן הכלורי שנוצר.
התגובה התרחשה בתנאי תקן.



יחסי
מולים

נתונים

מספר
מולים

חישוב
הנעלם

שאלה 1 - פתרון

בתגובה בין מימן לכלור נוצר גז מימן כלורי.
אם ידוע שהגיבו 1 ליטר מימן, חשבו מה נפח הכלור שהגיב ומה נפח המימן הכלורי שנוצר.
התגובה התרחשה בתנאי תקן.

יחסי מולים	$\text{H}_{2(g)}$	+	$\text{Cl}_{2(g)}$	$\rightarrow$	$2\text{HCl}_{(g)}$
	1	:	1	:	2
נתונים					
מספר מולים					
חישוב הנעלם					

שאלה 1 - פתרון

בתגובה בין מימן לכלור נוצר גז מימן כלורי.
 אם ידוע שהגיבו 1 ליטר מימן, חשבו מה נפח הכלור שהגיב ומה נפח המימן הכלורי שנוצר.
 התגובה התרחשה בתנאי תקן.

יחסי מולים	$H_{2(g)}$	+	$Cl_{2(g)}$	$\rightarrow$	$2HCl_{(g)}$
	1	:	1	:	2
נתונים	$V=1 \text{ lit}$ $V_m=25 \frac{mol}{lit}$		$V=? \text{ lit}$ $V_m=25 \frac{mol}{lit}$		$V=? \text{ lit}$ $V_m=25 \frac{mol}{lit}$
מספר מולים					
חישוב הנעלם					

שאלה 1 - פתרון

בתגובה בין מימן לכלור נוצר גז מימן כלורי.
 אם ידוע שהגיבו 1 ליטר מימן, חשבו מה נפח הכלור שהגיב ומה נפח המימן הכלורי שנוצר.
 התגובה התרחשה בתנאי תקן.

יחסי מולים	$H_{2(g)}$	+	$Cl_{2(g)}$	$\rightarrow$	$2HCl_{(g)}$
	1	:	1	:	2
נתונים	$V=1 \text{ lit}$ $V_m=25 \frac{mol}{lit}$		$V=? \text{ lit}$ $V_m=25 \frac{mol}{lit}$		$V=? \text{ lit}$ $V_m=25 \frac{mol}{lit}$
מספר מולים	$n = \frac{V}{V_m}$ $n = \frac{1}{25} = 0.04 \text{ מול}$				
חישוב הנעלם					

שאלה 1 - פתרון

בתגובה בין מימן לכלור נוצר גז מימן כלורי.
אם ידוע שהגיבו 1 ליטר מימן, חשבו מה נפח הכלור שהגיב ומה נפח המימן הכלורי שנוצר.
התגובה התרחשה בתנאי תקן.

יחסי מולים	$H_{2(g)}$	+	$Cl_{2(g)}$	$\rightarrow$	$2HCl_{(g)}$
	1	:	1	:	2
נתונים	$V=1 \text{ lit}$ $V_m=25 \frac{mol}{lit}$		$V=? \text{ lit}$ $V_m=25 \frac{mol}{lit}$		$V=? \text{ lit}$ $V_m=25 \frac{mol}{lit}$
מספר מולים	$n = \frac{V}{V_m}$ $n = \frac{1}{25} = 0.04 \text{ מול}$		0.04 מול	$\xrightarrow{1:1}$	0.08 מול
חישוב הנעלם				$\xrightarrow{1:2}$	

שאלה 1 - פתרון

בתגובה בין מימן לכלור נוצר גז מימן כלורי.
 אם ידוע שהגיבו 1 ליטר מימן, חשבו מה נפח הכלור שהגיב ומה נפח המימן הכלורי שנוצר.
 התגובה התרחשה בתנאי תקן.

יחסי מולים	$H_{2(g)}$	+	$Cl_{2(g)}$	$\rightarrow$	$2HCl_{(g)}$
	1	:	1	:	2
נתונים	$V=1 \text{ lit}$ $V_m=25 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$		$V=? \text{ lit}$ $V_m=25 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$		$V=? \text{ lit}$ $V_m=25 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$
מספר מולים	$n = \frac{V}{V_m}$ $n = \frac{1}{25} = 0.04 \text{ מול}$		$\xrightarrow{1:1}$ 0.04 מול	$\xrightarrow{1:2}$	0.08 מול
חישוב הנעלם			$V = n \times V_m$ $V = 0.04 \times 25$ =1 lit		$V = n \times V_m$ $V = 0.08 \times 25$ =2 lit

שאלה 1 - פתרון

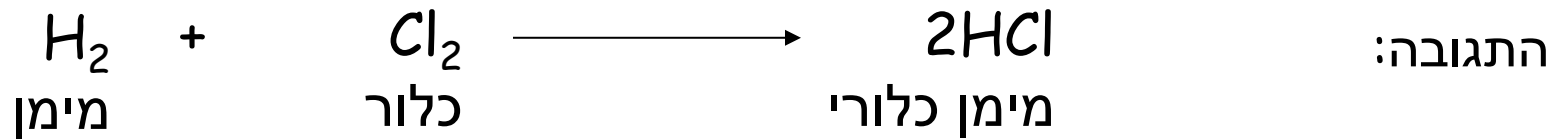
בתגובה בין מימן לכלור נוצר גז מימן כלורי.
 אם ידוע שהגיבו 1 ליטר מימן, חשבו מה נפח הכלור שהגיב ומה נפח המימן הכלורי שנוצר.
 התגובה התרחשה בתנאי החדר.

	$H_{2(g)}$	+	$Cl_{2(g)}$	$\rightarrow$	$2HCl_{(g)}$
יחסי מולים	1	:	1	:	2
נתונים	$V=1 \text{ lit}$ $V_m=25 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$		$V=? \text{ lit}$ $V_m=25 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$		$V=? \text{ lit}$
מספר מולים	לא היינו צריכים לעשות את כל החישוב הזה: על פי השערת אבוגדרו, נפחים שווים מכילים מספר מולים שווה. כלומר יחסי הנפח של גזים המגיבים ונוצרים בתגובה כימית שווים ליחסי המולים שלהם בתנאי שהגזים נמצאים באותם תנאים של טמפרטורה ולחץ.				
חישוב הנעלם	$V = 0.04 \times 25$		$V = 0.08 \times 25$		
	$V=1 \text{ lit}$		$V=2 \text{ lit}$		

יחס הנפחים בתגובות של גזים

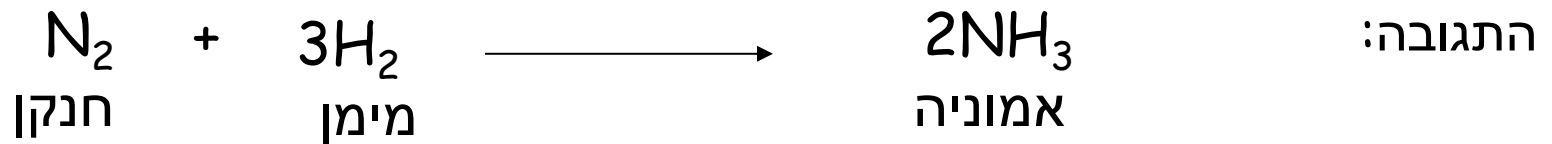
על פי השערת אבוגדרו, יחסי הנפח של גזים המגיבים ותוצרים בתגובה כימית שווים ליחסי המולים שלהם בתנאי שהגזים נמצאים באותם תנאים של טמפרטורה ולחץ.

דוגמאות:



1 1 2 יחסי מולים:

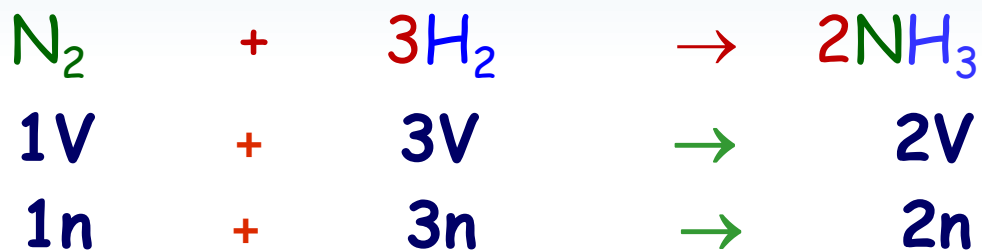
1 1 2 יחסי נפח:



1 3 2 יחסי מולים:

1 3 2 יחסי נפח:

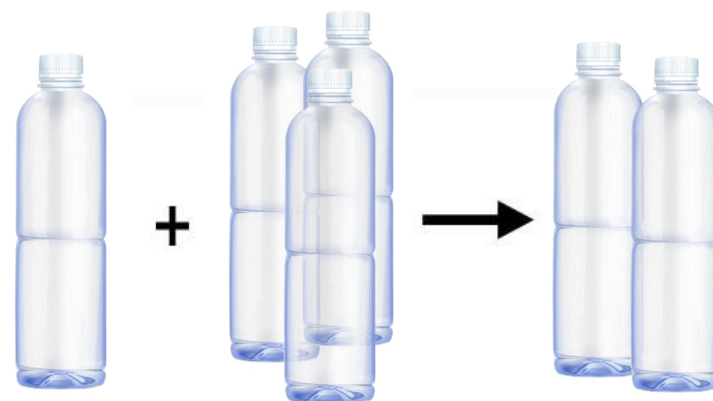
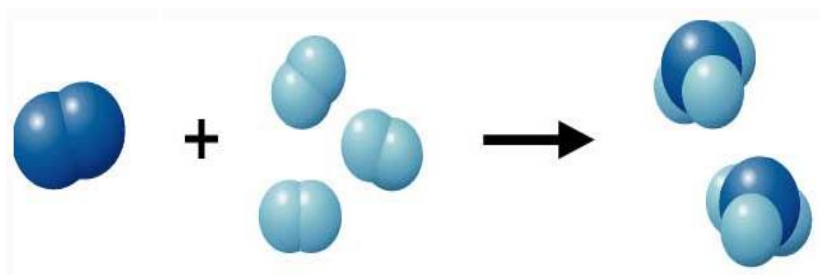
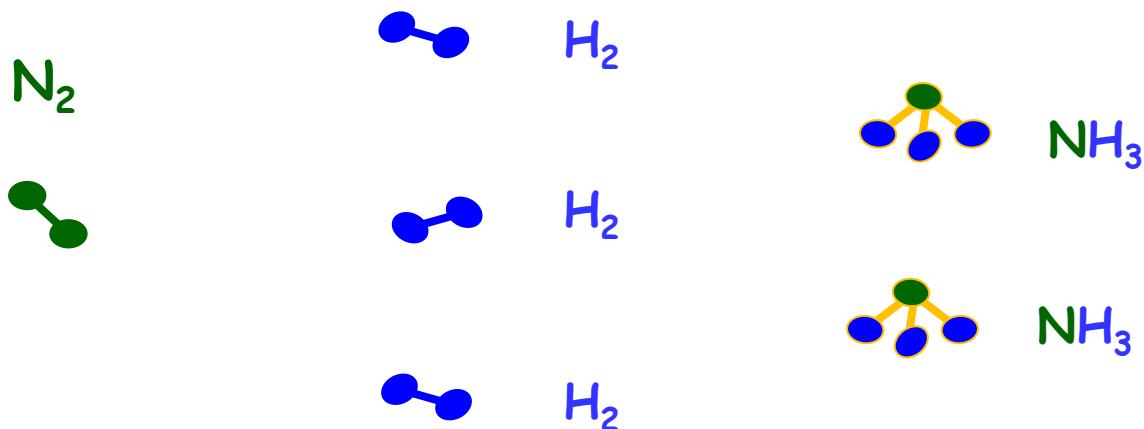
יחס הנפחים בתגובות של גזים



התגובה:

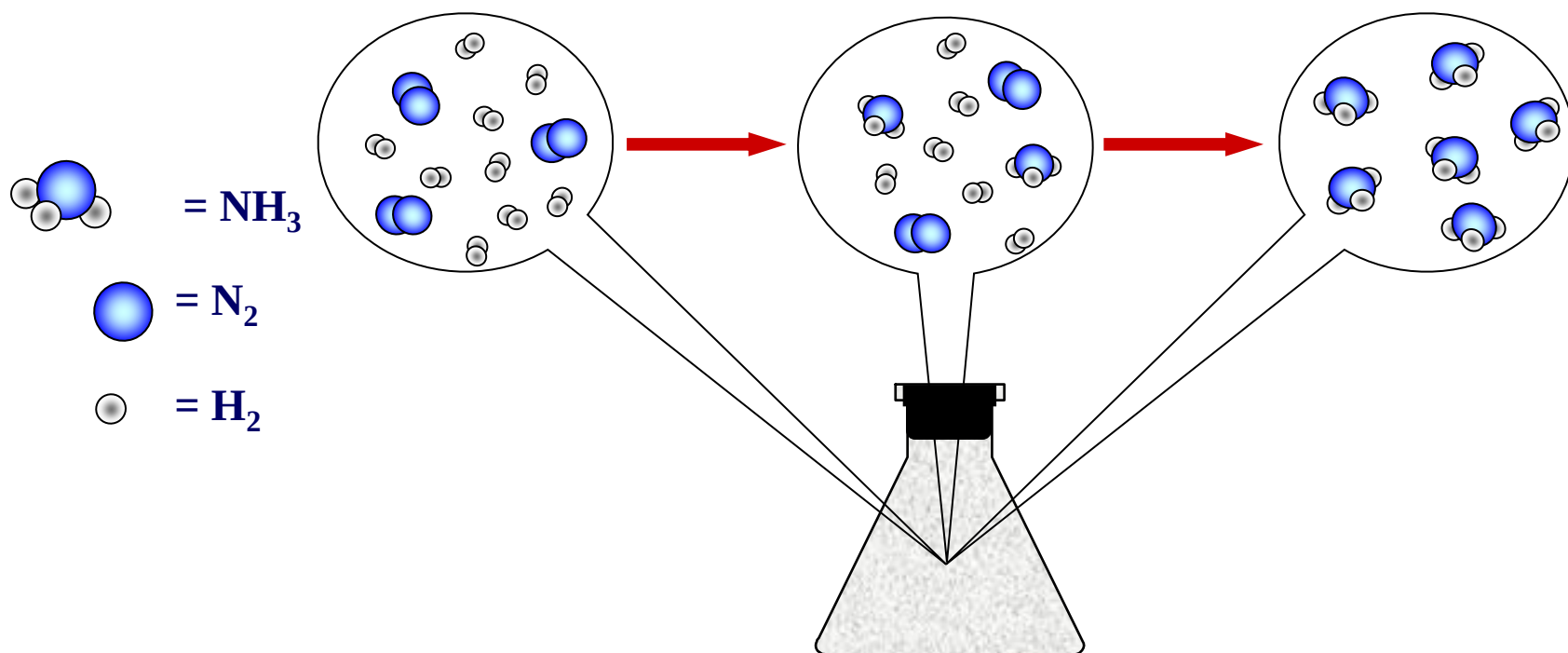
יחס הנפחים:

יחס המולים:



0.1 ליטר חנקן (N_2) הגיבו עם 0.3 ליטר מימן (H_2).
כמה ליטר אמוניה התקבלו?

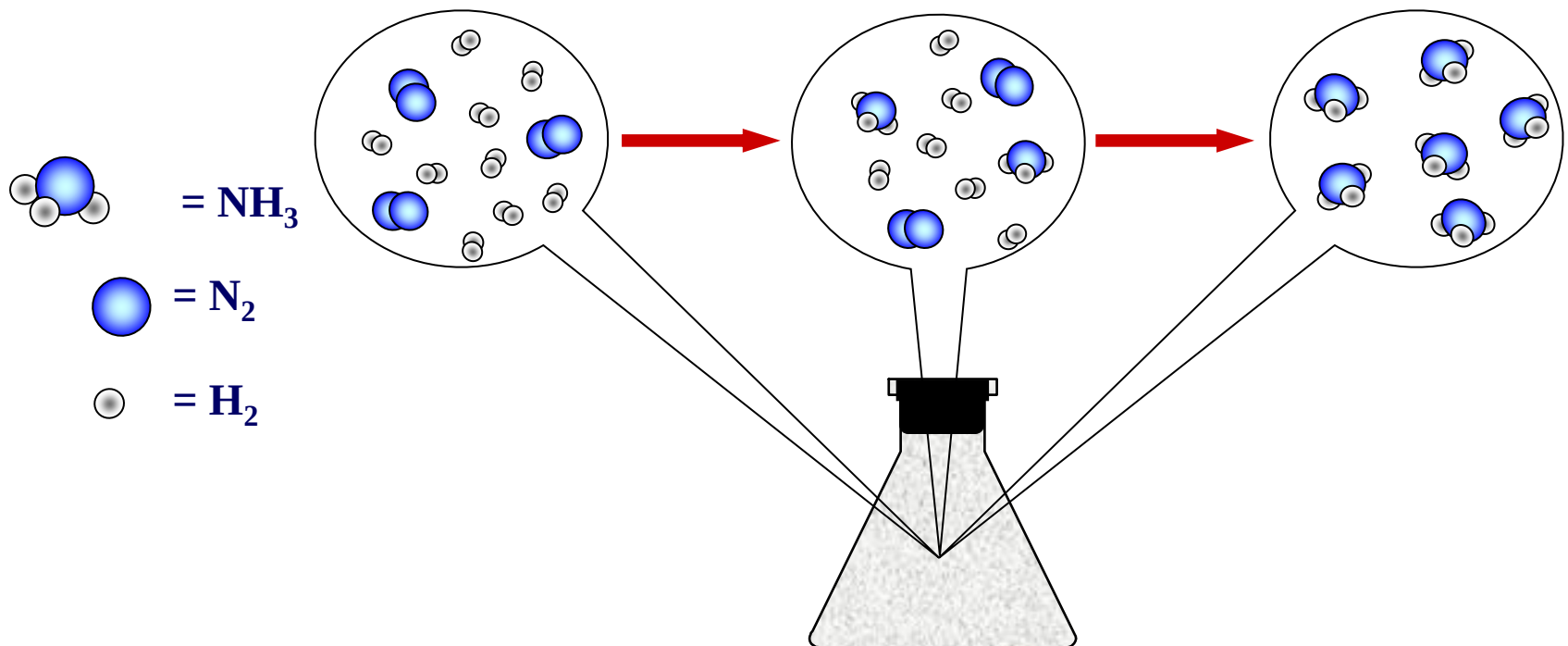
בתום התגובה במהלך התרחשות התגובה בתחילת התגובה



שאלה 2 – הרעיון המרכזי

בתגובות בהם משתתפים גזים באותם תנאים נפחיים
מתייחסים זה לזה במספרים קטנים ושלמים,
שהם למעשה מקדמי הניסוח המאוזן של התגובה

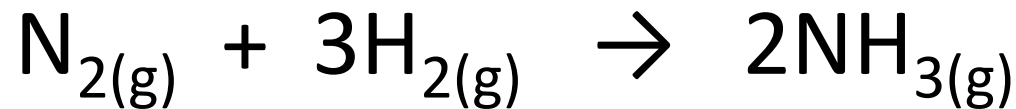
בתום התגובה במהלך התרחשות התגובה בתחילת התגובה



0.1 ליטר חנקן (N_2) הגיבו עם 0.3 ליטר מימן (H_2).
כמה ליטר אמוניה התקבלו?

0.1 ליטר חנקן (N_2) הגיבו עם 0.3 ליטר מימן (H_2).
כמה ליטר אמוניה התקבלו?

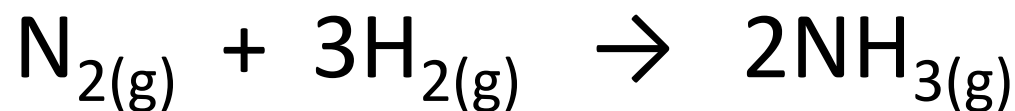
א. כתיבת המשוואה ואיזונה



שאלה 2 פתרון

0.1 ליטר חנקן (N_2) הגיבו עם 0.3 ליטר מימן (H_2).
כמה ליטר אמוניה התקבלו?

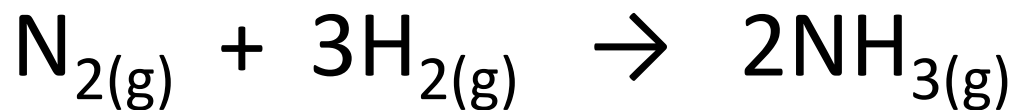
ב. חישוב יחסי נפחים מיחסי מולים



1	3	2	יחסי המולים
0.1 ליטר (נתון)	0.3 ליטר (נתון)	?	הנפחים ליטר

שאלה 2 פתרון

0.1 ליטר חנקן (N_2) הגיבו עם 0.3 ליטר מימן (H_2).
כמה ליטר אמוניה התקבלו?



1	3	2	יחסי המולים
0.1 ליטר (נתון)	0.3 ליטר (נתון)	0.2 ליטר	הנפחים ליטר

תשובה: בתגובה של 0.1 ליטר חנקן ו-0.3 ליטר מימן מתקבלים 0.2 ליטר אמוניה

בטבלה הבאה נתונים נפחים שונים בתגובת ייצור האמוניה.
 בכל שורה מלאו את נפח של המגיבים אשר נדרשים לתגובה
 או את נפח האמוניה שהתקבל.

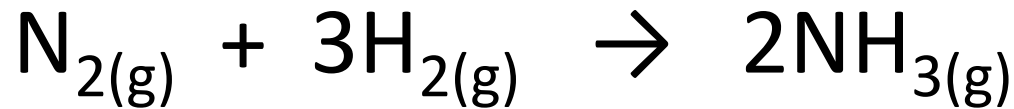
$\text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)} \rightarrow 2\text{NH}_{3(g)}$	
תגובה 1	60 ליטר
תגובה 2	0.12 ליטר
תגובה 3	480 ליטר
תגובה 4	1 ליטר

בטבלה הבאה נתונים נפחים שונים בתגובת ייצור האמוניה.
 בכל שורה מלאו את נפח של המגיבים אשר נדרשים לתגובה
 מלאה או את נפח האמוניה שהתקבל.

$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$			
תגובה 1	60 ליטר	90 ליטר	30 ליטר
תגובה 2	0.24 ליטר	0.36 ליטר	0.12 ליטר
תגובה 3	320 ליטר	480 ליטר	160 ליטר
תגובה 4	1 ליטר	1.5 ליטר	0.5 ליטר

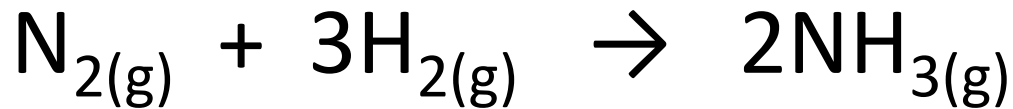
חישבנו את נפח האמוניה שיתקבל כאשר שמים 0.1 ליטר חנקן ו-0.3 ליטר מימן.

מה יהיה נפח האמוניה שיתקבל אם נשנה את נפח החנקן ל 0.5 ליטר?



1	3	2	יחסי המולים
0.1 ליטר	0.3 ליטר	0.2 ליטר	נפחים תגובה I
0.5 ליטר	0.3 ליטר	?	נפחים תגובה II

מה יהיה נפח האמוניה שיתקבל אם נשנה את נפח החנקן ל 0.5 ליטר?
 על פי היחסים בתגובה בהינתן 0.3 מול מימן, נדרשים 0.1 מול חנקן. נפח
 המימן (מספר המולים של המימן) **מגביל** את התגובה. לאחר שיגמר המימן
 כלומר לאחר שהוא יגיב עם 0.1 ליטר חנקן התגובה תיפסק ובכלי יישאר
 0.4 ליטר חנקן שלא הגיבו ו0.2 ליטר אמוניה שנוצרו בתגובה.



1	3	2	יחסי המולים
0.1 ליטר	0.3 ליטר	0.2 ליטר	נפחים בתגובה I
0.5 ליטר 0.1 ליטר יגיבו 0.4 ליטר ישאר בכלי התגובה	0.3 ליטר	0.2 ליטר	נפחים בתגובה II

שריפת גז בישול פחות מזהמת את האויר משריפת סולר וגם יותר זולה. הבעיה בשריפה של גז בישול הוא יצירת הפחמן הדו חמצני שגורם לאפקט החממה.

גז הבישול מורכב מארבע סוגי הגזים הבאים: מתאן $\text{CH}_4(\text{g})$, אתאן $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$, פרופאן $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g})$ ובוטאן $\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g})$.

א. הסבר מדוע ארבעת החומרים הם גזים בטמפ' החדר?

ב. מתי נוצר נפח גדול יותר של פחמן דו חמצני, כאשר שורפים 1 ק"ג בוטאן או כאשר שורפים 1 ק"ג פרופאן? (כל הגזים נמצאים באותם תנאי לחץ וטמפ')

ג. נפח מול גז בתנאי התגובה הוא 1240 ליטר. מה ניתן להגיד על הטמפרטורה בתגובה?

שריפת גז בישול פחות מזהמת את האויר משריפת סולר וגם יותר זולה. הבעיה בשריפה של גז בישול הוא יצירת הפחמן הדו חמצני שגורם לאפקט החממה.

גז הבישול מורכב מארבע סוגי הגזים הבאים: מתאן $\text{CH}_4(g)$, אתאן $\text{C}_2\text{H}_6(g)$, פרופאן $\text{C}_3\text{H}_8(g)$ ובוטאן $\text{C}_4\text{H}_{10}(g)$.

א. הסבר מדוע ארבעת החומרים הם גזים בטמפ' החדר?

נקודת רתיחה של חומר מולקולרי נקבעת על פי חוזק הקשרים הבין-מולקולריים בין מולקולות החומר. בארבעת החומרים פועלים כוחות ו.ד.ו בין המולקולות. ענן האלקטרונים של כל המולקולות הוא קטן יחסית ולכן הקשרים הבין-מולקולריים – כוחות ו.ד.ו הם חלשים יחסית ולא צריך להשקיע הרבה אנרגיה כדי להעביר אותם ממצב נוזל לגז, כך שבטמפרטורת החדר הם במצב גזי.

שריפת גז בישול פחות מזהמת את האויר משריפת סולר וגם יותר זולה. הבעיה בשריפה של גז בישול הוא יצירת הפחמן הדו חמצני שגורם לאפקט החממה.

גז הבישול מורכב מארבע סוגי הגזים הבאים: מתאן $\text{CH}_4(\text{g})$, אתאן $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$, פרופאן $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g})$ ובוטאן $\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g})$.

ב. מתי נוצר נפח גדול יותר של פחמן דו חמצני, כאשר שורפים 1 ק"ג בוטאן או כאשר שורפים 1 ק"ג פרופאן? (כל הגזים נמצאים באותם תנאי לחץ וטמפ')

שריפת בוטאן

יחסי
מולים

נתונים

מספר
מולים

שריפת בוטאן

כדי לדעת באיזו תגובה נוצר נפח פד"ח גדול יותר נבדוק את מספר המולים שמתקבלים בתגובה.



יחסי מולים	2	:	13	:	8	:	10
------------	---	---	----	---	---	---	----

נתונים $m=1000 \text{ gr}$
 $M_w=58 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$

מספר מולים $n = \frac{m}{M_w}$

$n = \frac{1000}{58} = 17.24 \text{ מול}$ $\xrightarrow{2:8}$ $17.24 \times 4 = 68.96 \text{ מול}$

שריפת פרופאן

יחסי
מולים

נתונים

מספר
מולים

שריפת פרופאן

כדי לדעת באיזו תגובה נוצר נפח פד"ח גדול יותר נבדוק את מספר המולים שמתקבלים בתגובה.



יחסי
מולים

1 : 5 : 3 : 4

נתונים

$$m=1000 \text{ gr}$$

$$M_w=44 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

מספר
מולים

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

$$n = \frac{1000}{44} = 22.72 \text{ מול}$$

1:3

22.4x3

68.18 מול

שריפת גז בישול פחות מזהמת את האויר משריפת סולר וגם יותר זולה.
הבעיה בשריפה של גז בישול הוא יצירת הפחמן הדו חמצני שגורם
לאפקט החממה.

גז הבישול מורכב מארבע סוגי הגזים הבאים: מתאן $\text{CH}_4(g)$, אתאן $\text{C}_2\text{H}_6(g)$,
פרופאן $\text{C}_3\text{H}_8(g)$ ובוטאן $\text{C}_4\text{H}_{10}(g)$.

ב. מתי נוצר נפח גדול יותר של פחמן דו חמצני, כאשר שורפים 1 ק"ג
בוטאן או כאשר שורפים 1 ק"ג פרופאן? (כל הגזים נמצאים באותם
תנאי לחץ וטמפרטורה)

בשריפה של 1 ק"ג בוטאן נוצרים יותר מולים של פד"ח מאשר בשריפת 1
ק"ג פרופאן ולכן בשריפת 1 ק"ג בוטאן נוצר נפח גדול יותר של פד"ח.

שריפת גז בישול פחות מזהמת את האויר משריפת סולר וגם יותר זולה. הבעיה בשריפה של גז בישול הוא יצירת הפחמן הדו חמצני שגורם לאפקט החממה.

גז הבישול מורכב מארבע סוגי הגזים הבאים: מתאן $\text{CH}_4(g)$, אתאן $\text{C}_2\text{H}_6(g)$, פרופאן $\text{C}_3\text{H}_8(g)$ ובוטאן $\text{C}_4\text{H}_{10}(g)$.

ג. נפח מול גז בתנאי התגובה הוא 1240 ליטר. מה ניתן להגיד על הטמפרטורה בתגובה?

בתנאי התגובה הנפח המולרי (V_m) יותר גבוה מאשר נפח מולרי בתנאי חדר (25 ליטר). בתנאי לחץ קבועים, קיים יחס ישר בין טמפרטורה לנפח, כלומר ככל שהטמפרטורה גבוהה יותר כך הנפח גבוה יותר. לפיכך, אפשר להסיק שהטמפרטורה בתגובה גבוהה מטמפרטורת החדר.

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

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

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

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)

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.



בעקבות השערת אבוגדרו בתגובות בהם קיימים מגיבים ותוצרים גזיים יחס המולים ביניהם הוא גם יחס הנפחים

