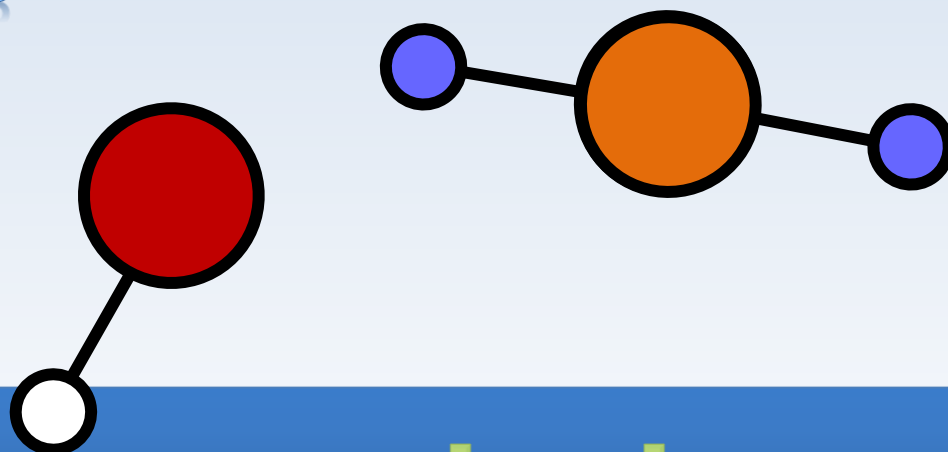
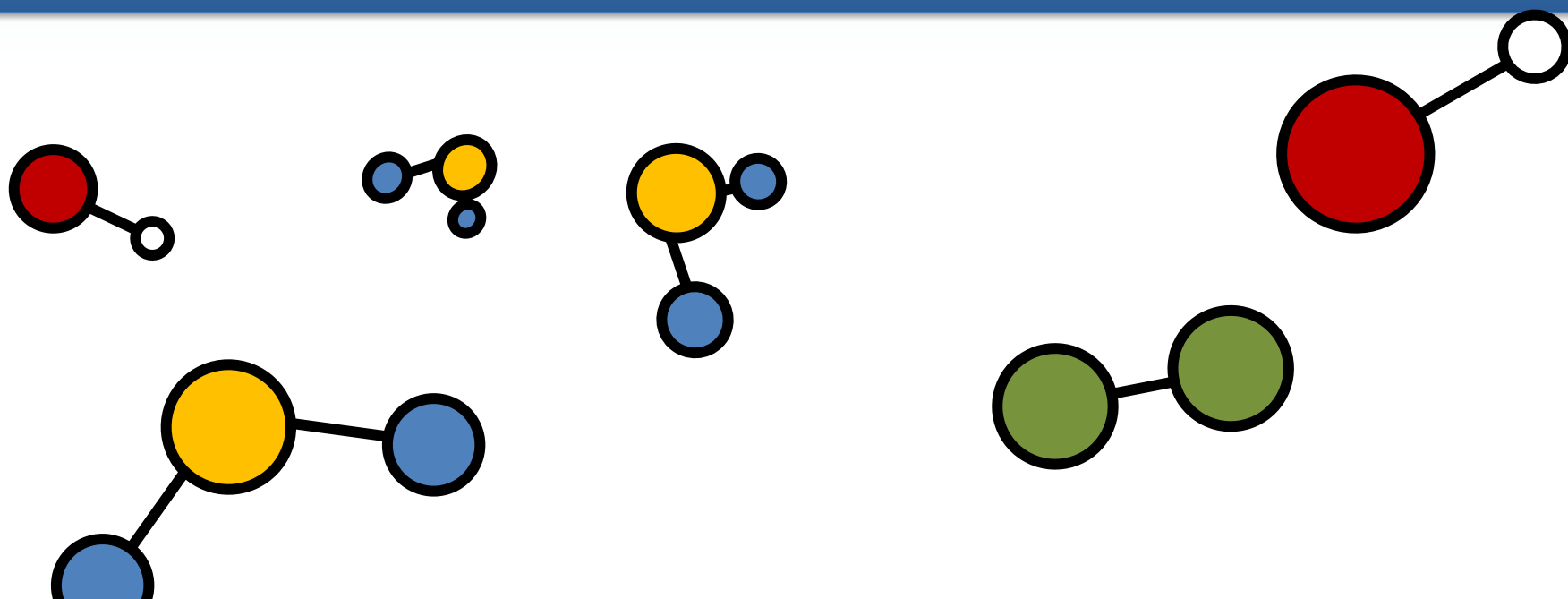




קשרים בין-מולקולריים חלק א'



נצפה בסרטון



משיכת חבל – הפרדה בין שני ספרים

<https://youtu.be/ComWMn88zJo>

נזכר במהות הקשר קוולנטי ובמושגים אלקטרושליליות 

וקוטביות

נלמד מהו דו-קוטב רגעי או מושרה 

נכיר את כוחות ואן-דר-ואלס 

נלמד מה הם הגורמים המשפיעים על כוחות אלו. 

נתרגל... 

מה אנחנו צריכים כבר לדעת?

קשר קוולנטי 

זוג אלקטרונים קושרים ולא קושרים

קוטביות (דו-קוטב) של הקשר 

מטען חלקי $\delta +$ ו- $\delta -$

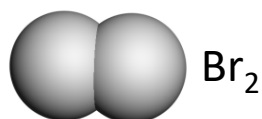
גיאומטריה מולקולרית 

קווי, משולש מישורי, טטרהדר...

קוטביות מולקולה 

מולקולה בודדת אינה מציגה את תכונות החומר אלא אם כן החומר מצוי בצבר גדול של מולקולות.

- לברום, Br_2 , יש צבע חום. מולקולה בודדת אינה מציגה את תכונת הצבע, רק החומר.

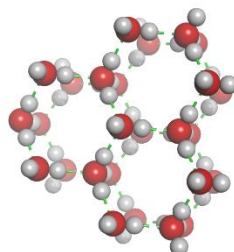
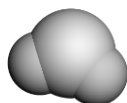


Juril | <http://images-of-elements.com/bromine.php> | CC BY 3.0



- H_2O היא מולקולה בודדת של מים בעוד

שקרח $\text{H}_2\text{O}_{(s)}$ הם הרבה מולקולות מים במצב צבירה מוצק.



תזכורת: מצבי צבירה



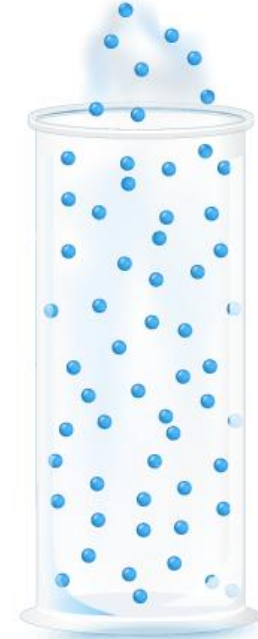
מוצק

המולקולות נמצאות קרוב זו לזו וביניהן קשרים מרובים. יכולת התנועה של החלקיקים מאוד מוגבלת, קיימת תנודה (רטט) בלבד



נוזל

המולקולות נמצאות קרוב זו לזו וביניהן קשרים. יכולת התנועה של החלקיקים מעט מוגבלת, קיימות תנועות תנודה (רטט) וסיבוב.



גז

המולקולות נמצאות רחוק זו מזו וביניהן אין (כמעט) קשרים. החלקיקים יכולים לנוע בחופשיות בתנועות של מעתק, סיבוב ותנודה (רטט)

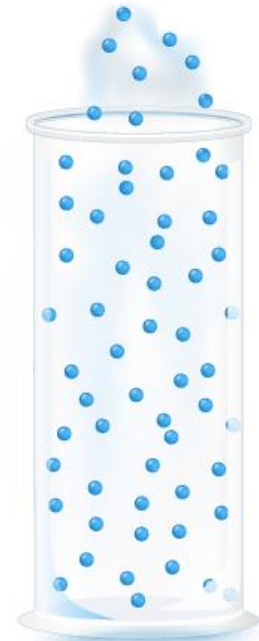
קשרים בין מולקולריים הם כוחות משיכה (אינטראקציות) בין מולקולות סמוכות. קשרים אלה מלכדים את המולקולות לקבלת צבר של מולקולות.



מוצק



נוזל



גז

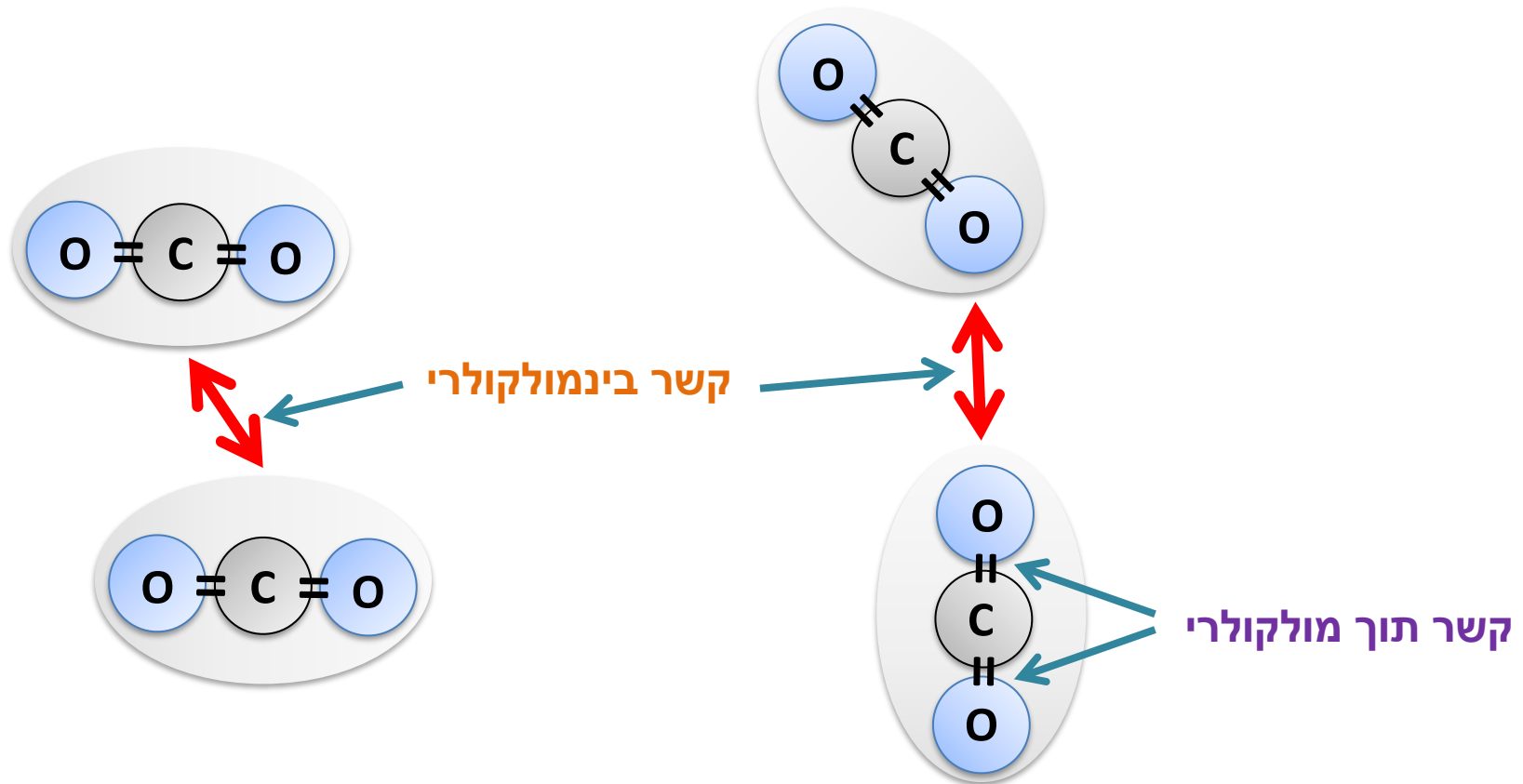
קשרים בין מולקולריים חזקים

(כמעט) אין קשרים בין מולקולריים

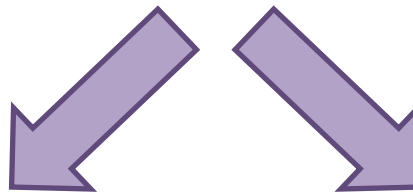
קשרים בין-מולקולריים

קשר בין מולקולרי - אינטראקציה בין מולקולות קרובות וסמוכות.
קשרים בין מולקולריים מחזיקים מולקולות יחד

קשר תוך מולקולרי - בין שני אטומים. נוצר משיתוף אלקטרונים.
קשרים תוך מולקולריים מחזיקים אטומים יחד

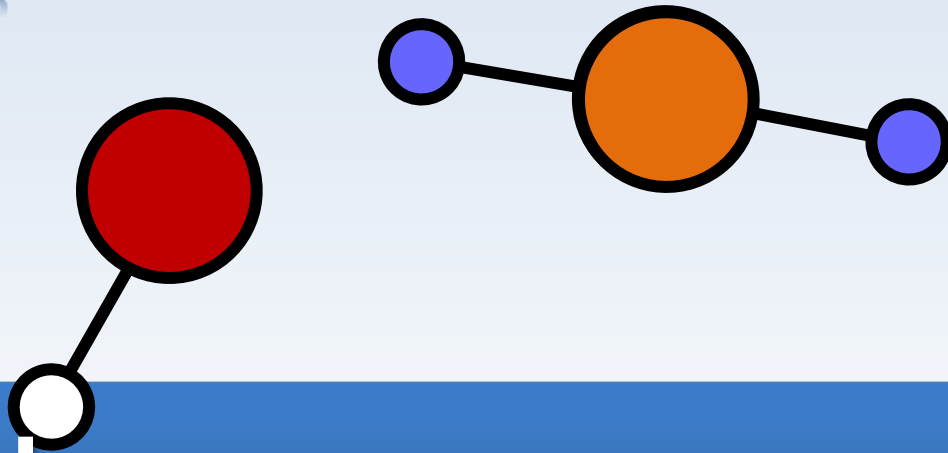


סוגי קשרים בין מולקולריים

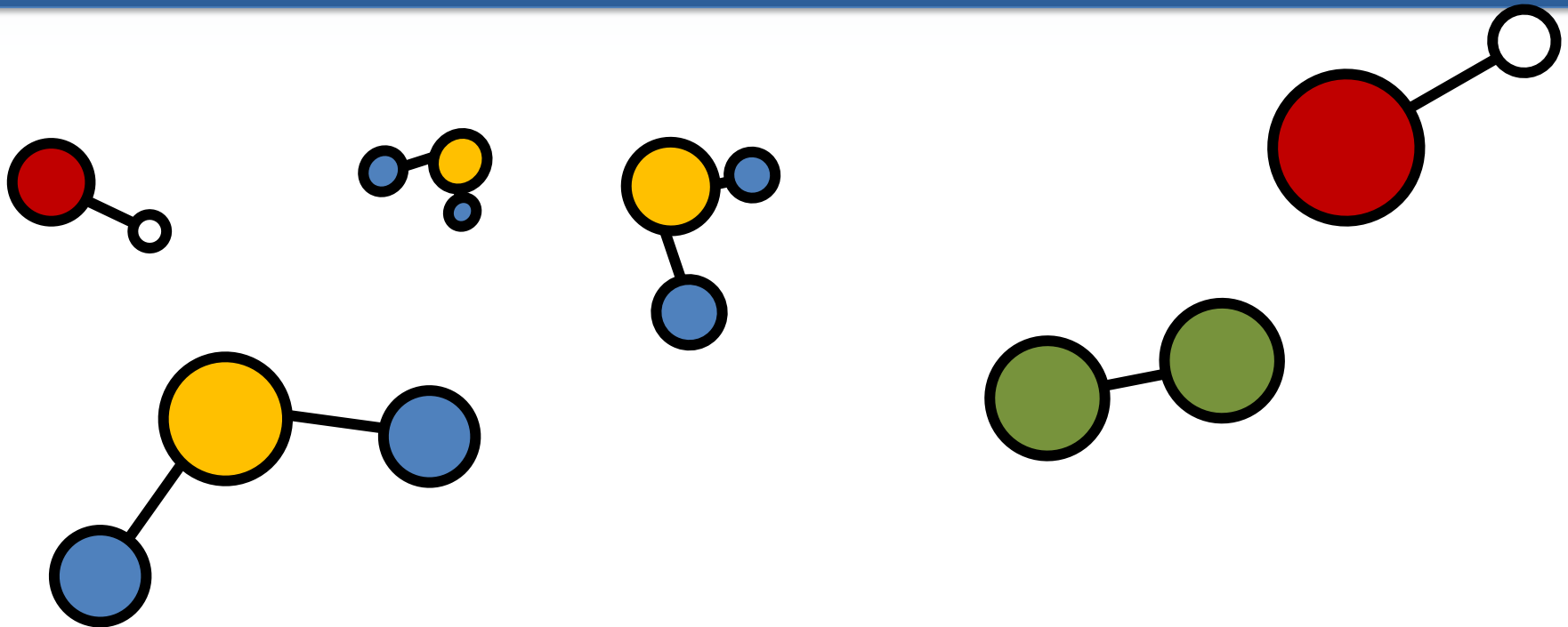


קשרי (גשרי)
מימן

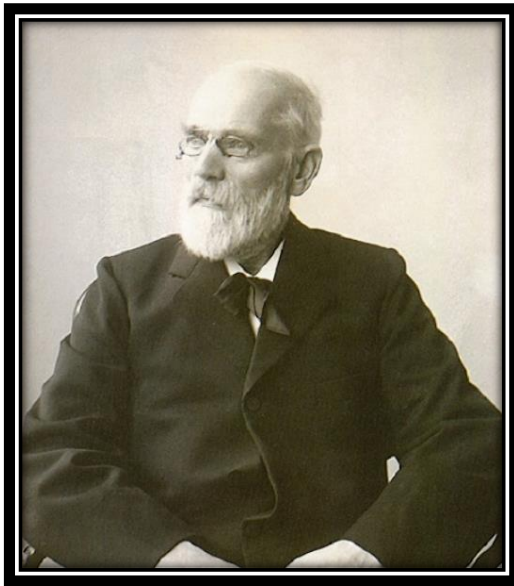
אינטראקציות
ואן דר ואלס



אינטראקציות ואן דר ואלס

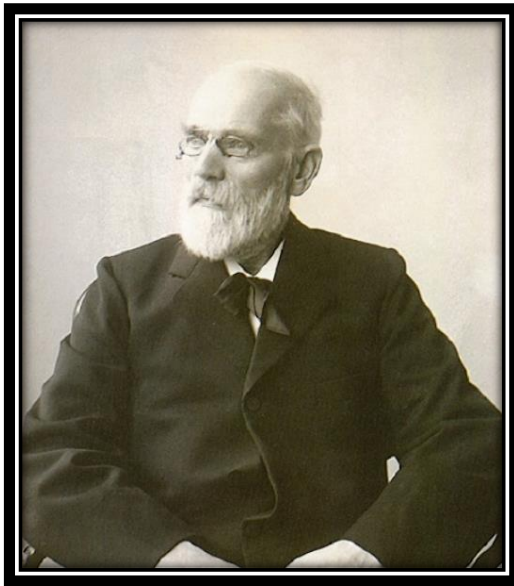


כוחות ואן דר ואלס, הם משיכות
חשמליות בין אזור עשיר באלקטרונים
(קוטב שלילי) בענן האלקטרונים של
מולקולה אחת לאזור עני באלקטרונים
(קוטב חיובי) בענן האלקטרונים של
מולקולה שניה.



יוהנס דידריק ואן דר ואלס
1837-1923, הולנד
פרס נובל לפיזיקה לשנת 1910

כוחות ואן דר ואלס, הם משיכות חשמליות בין אזור עשיר באלקטרונים (קוטב שלילי) בענן האלקטרונים של מולקולה אחת לאזור עני באלקטרונים (קוטב חיובי) בענן האלקטרונים של מולקולה שניה.

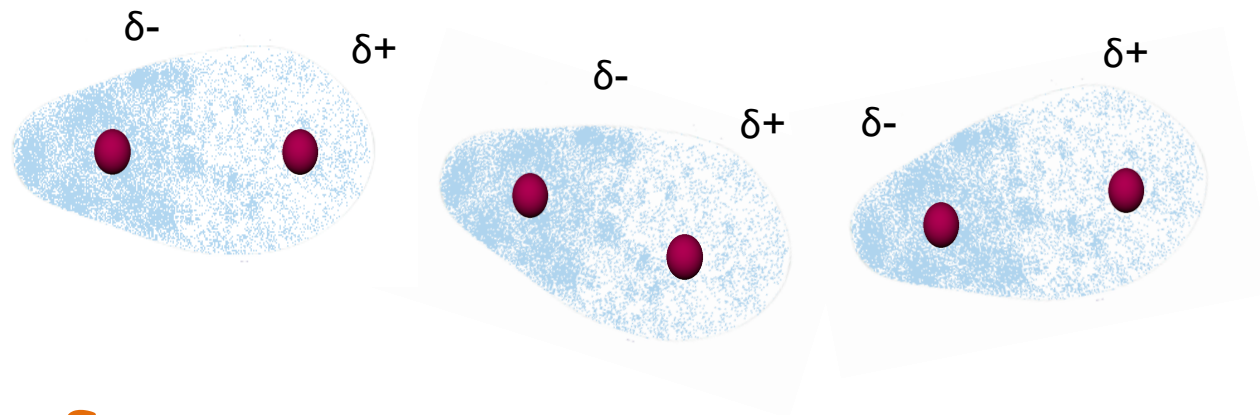


יוהנס דידריק ואן דר ואלס
1837-1923, הולנד
פרס נובל לפיזיקה לשנת 1910

האלקטרונים נמצאים בתנועה מהירה סביב האטום, דבר זה גורם לחוסר שוויון, קטן וזמני במטען (דיפול) באטום, מצב זה יגרום לשכנו הקרוב גם דיפול, כאשר המשיכה האלקטרוסטטית בין האטומים היא זעירה ורגעית.

על מנת שתיווצר אינטראקציית ו.ד.ו. בין שתי מולקולות סמוכות, על מולקולה אחת חייב להימצא איזור עם מטען חלקי חיובי ועל המולקולה השנייה אזור עם מטען חלקי שלילי.

אזורים אלו עם מטען חלקי יכולים להיות **קבועים** או **רגעיים**

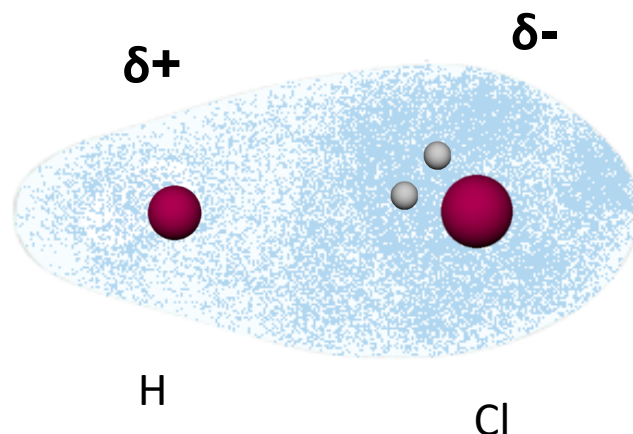


תזכורת: מטען חלקי מסומן על ידי דלתא (δ) (אות קטנה): δ

אינטראקציות ואן דר ואלס יכולות להתקיים בין שני סוגי קטבים:

1. **מולקולות קוטביות** בהן מתקיים **דו-קוטב קבוע**
2. **מולקולות שאינן קוטביות** אך נוצר בהן **דו קוטב רגעי**
או דו קוטב מושרה

1. מולקולות קוטביות בהן מתקיים דו-קוטב קבוע



למולקולות עם פיזור לא אחיד של האלקטרונים בענן האלקטרוני יהיה איזור קבוע שהוא יחסית חיובי (קוטב חיובי) ואיזור קבוע שהוא יחסית שלילי (קוטב שלילי).
מולקולות אלה מכונות מולקולות בעלות **דו-קוטב קבוע** (קוטביות)

לאיזו מולקולה יש דו קוטב קבוע?

א. BF_3 (משולש מישורי)

ב. CH_4 (טטראדר)

ג. H_2O (זוויתית)

ד. CO_2 (קווית)

לאיזו מולקולה יש דו קוטב קבוע?

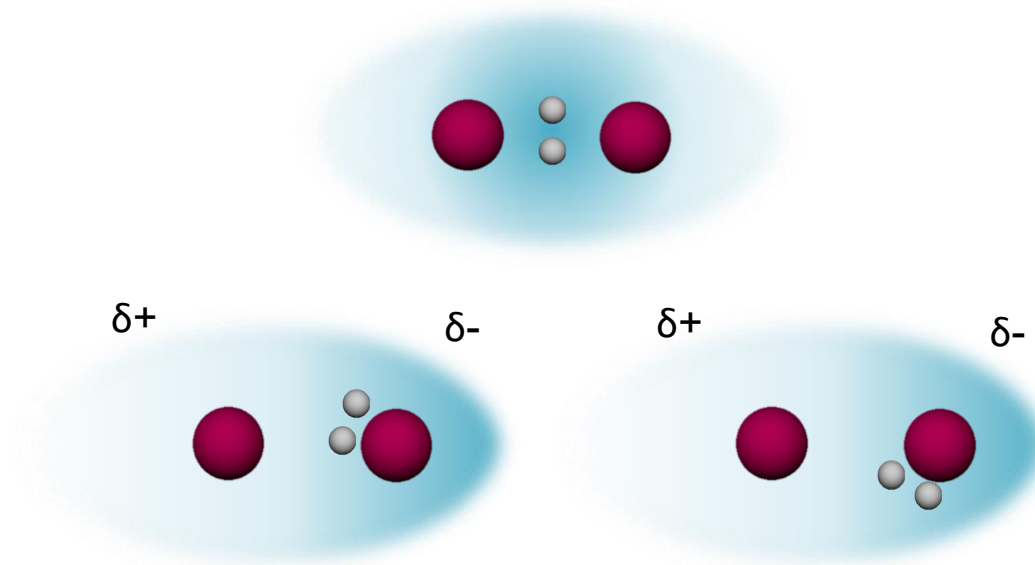
א. BF_3 (משולש מישורי)

ב. CH_4 (טטראדר)

ג. H_2O (זוויתית)

ד. CO_2 (קווית)

2. מולקולות לא קוטביות בהן מתקיים דו-קוטב רגעי



אלקטרוני הקשר המשותפים לשני אטומים, נמצאים בתנועה מתמדת, באזור המשותף שבין שני האטומים. בממוצע לאורך זמן הם נמצאים במרכז אך באופן רגעי הם יכולים להתקרב יותר לאחד האטומים או לשני וליצור **דו קוטב רגעי**.

לאיזו מולקולה יש דו קוטב רגעי?

א. Br_2 (קווית)

ב. CH_2Cl_2 (טטרادر)

ג. H_2S (זוויתית)

ד. NH_3 (פירמידה משולשת)

לאיזו מולקולה יש דו קוטב רגעי?

לכל המולקולות יש
דו קוטב רגעי.
כשאומרים שיש
למולקולה דו קוטב
רגעי, הכוונה **שיש**
דו קוטב רגעי
בלבד!

א. Br_2 (קווית)

ב. CH_2Cl_2 (טטרادر)

ג. H_2S (זוויתית)

ד. NH_3 (פירמידה משולשת)

אילו גורמים משפיעים על
חוזק אינטראקציות ו.ד.ו.?

שטח המגע בין
המולקולות

קוטביות
המולקולה

גודל ענן
האלקטרונים

1. גודל ענן האלקטרונים

הכמות הכוללת של אלקטרונים שיש במולקולה

2. קוטביות המולקולה

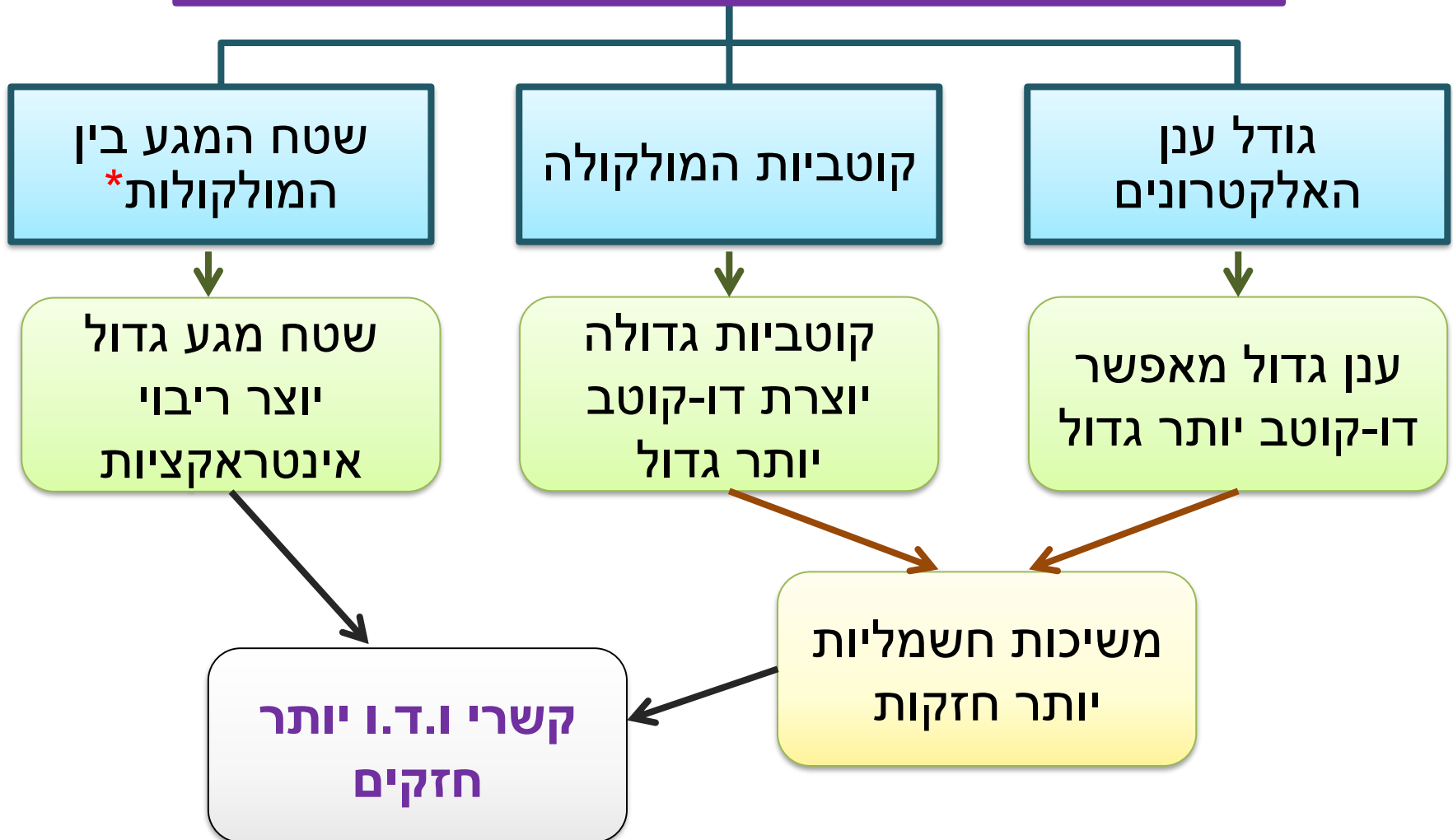
פיזור האלקטרונים על פני המולקולה

3. שטח המגע בין המולקולות

שטח הפנים היכול לבוא במגע עם מולקולות
אחרות

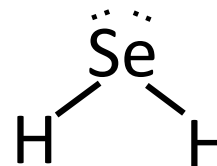
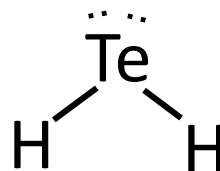
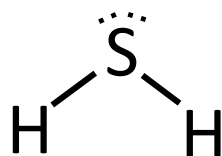
חוזק אינטראקציות ואן דר ואלס

אילו גורמים משפיעים על חוזק אינטראקציות ו.ד.ו.?

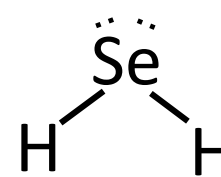
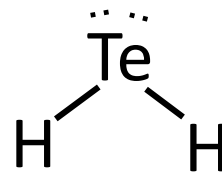
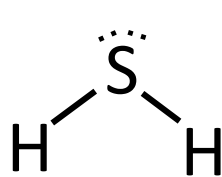


* שטח מגע בין מולקולות הוא גורם בעל תרומה הבאה לידי ביטוי בעיקר באיזומרים של תרכובות פחמן

סדרו את החומרים הבאים לפי עוצמת כוחות ואן דר ואלס



סדרו את החומרים הבאים לפי עוצמת כוחות ואן דר ואלס



H ₂ Te	H ₂ Se	H ₂ S	
54 אלקטרונים	36 אלקטרונים	18 אלקטרונים	גודל ענן האלקטרונים
מבנה זוויתי ← כל המולקולות קוטביות			קוטביות
מבנה זהה = שטח פנים דומה			שטח הפנים



קשרים בינמולקולריים ומעבר מצב צבירה

במעבר מצב צבירה מוצק $\leftarrow$ נוזל (התכה) יש להשקיע אנרגיה
נוזל $\leftarrow$ גז (אידוי)

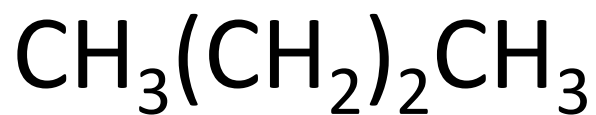
ככל שהקשרים הבין מולקולריים חזקים יותר נדרשת יותר אנרגיה למעבר מצב צבירה (ובהתאם טמפרטורות הרתיחה וההתכה גבוהות יותר)



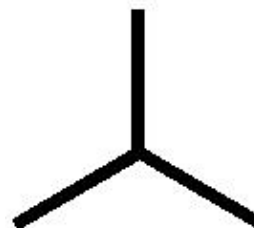
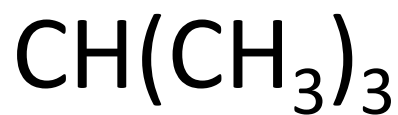
-2.2 °C -41 °C -60 °C

ל- H_2Te נקודת הרתיחה הגבוהה ביותר, מכיוון שבין המולקולות של חומר זה קשרי ו.ד.ו החזקים ביותר ונדרשת יותר אנרגיה כדי לנתקם

למי מהחומרים הבאים טמפ' רתיחה גבוהה יותר?



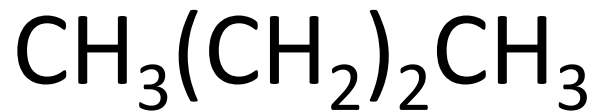
n-בוטאן



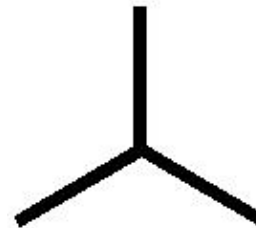
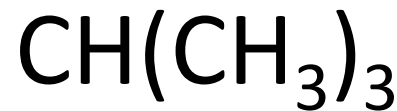
איזו-בוטאן

למי מהחומרים הבאים טמפ' רתיחה גבוהה יותר?

טמפרטורת רתיחה -11.7°C טמפרטורת רתיחה -0.5°C



ח-בוטאן



איזו-בוטאן

	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$	$\text{CH}(\text{CH}_3)_3$	
✗	34 אלקטרונים		גודל ענן האלקטרונים
✗	לא קוטבי		קוטביות
✓	פרוס – שטח פנים גדול	מסועף – שטח פנים קטן	שטח הפנים

הסבירו את התופעה הבאה במונחים של מבנה וקישור:
טמפרטורת הרתיחה של CCl_4 גבוהה משל CH_3Cl

הסבירו את התופעה הבאה במונחים של מבנה וקישור:
טמפרטורת הרתיחה של CCl_4 גבוהה משל CH_3Cl



CH_3Cl	CCl_4	
$3 \times 1 + 6 + 17 = 26$	$4 \times 17 + 6 = 74$	גודל ענן האלקטרונים
קוטבי	לא קוטבי	קוטביות
טטרמר	טטרמר	שטח מגע

שימו  יש 2 גורמים בעלי מגמות הפוכות.
בתשובה אפשר להזכיר את הגורם הנוסף, אך לסייג ולהסביר את הגורם האחראי לתופעה

הצעה לתשובה:

הסבירו את התופעה הבאה במונחים של מבנה וקישור:

טמפרטורת הרתיחה של CCl_4 גבוהה משל CH_3Cl

שני החומרים, CCl_4 (פחמן ארבע כלורי) ו- CH_3Cl (כלורמתאן) הם חומרים מולקולריים.

בשני החומרים בין המולקולות פועלים קשרי ואן דר ואלס, אך למרות שכלורמתאן הינה בעלת דו-קוטב קבוע, לפחמן ארבע כלורי יש ענן

אלקטרוני גדול יותר (74 אלקטרונים) מזה של הכלורמתאן (26

אלקטרונים). על כן נוצרים מטענים חלקים גדולים יותר במולקולות

ה- CCl_4 , כוחות המשיכה בין המטענים הנוצרים חזקים יותר ולכן חוזקם של כוחות הוואן דר ואלס בין מולקולות אלה גבוה יותר.

כתוצאה מכך יש להשקיע יותר אנרגיה בשבירת הקשרים בין המולקולות וטמפרטורת הרתיחה של החומר CCl_4 גבוהה יותר.

הסבירו את התופעה הבאה במונחים של מבנה וקישור:
החומר Br_2 הוא נוזל בטמפ' החדר ואילו HBr הוא גז בטמפ' החדר

הסבירו את התופעה הבאה במונחים של מבנה וקישור:
 החומר Br_2 הוא נוזל בטמפ' החדר ואילו HBr הוא גז בטמפ' החדר



HBr	Br_2	
$35+1=36$	$2 \times 35=70$	גודל ענן האלקטרונים
קוטבי	לא קוטבי	קוטביות
מולקולה דו אטומית	מולקולה דו אטומית	שטח מגע

הצעה לתשובה:

הסבירו את התופעה הבאה במונחים של מבנה וקישור:

החומר Br_2 הוא נוזל בטמפ' החדר ואילו HBr הוא גז בטמפ' החדר

שני החומרים, Br_2 (ברום) ו- HBr (חומצה ברומית) הם חומרים מולקולריים. בשני החומרים בין המולקולות פועלים קשרי ואן דר ואלס. לברום יש ענן אלקטרוני גדול יותר (70 אלקטרונים) מזה של חומצה ברומית (36 אלקטרונים). על כן נוצרים מטענים חלקים גדולים יותר במולקולות כוחות המשיכה בין המטענים הנוצרים חזקים יותר ולכן חוזקם של כוחות הואן דר ואלס בין מולקולות אלה גבוה יותר. כתוצאה מכך יש להשקיע יותר אנרגיה בשבירת הקשרים בין המולקולות ולכן טמפרטורת הרתיחה של החומר ברום גבוהה יותר מזו של חומצה ברומית.

קשרים בינמולקולריים: 

אינטראקציות ו.ד.ו.

התנאים בהם הם נוצרים 

גורמים המשפיעים על חוזקם 

הקשר למעברי מצבי צבירה 

