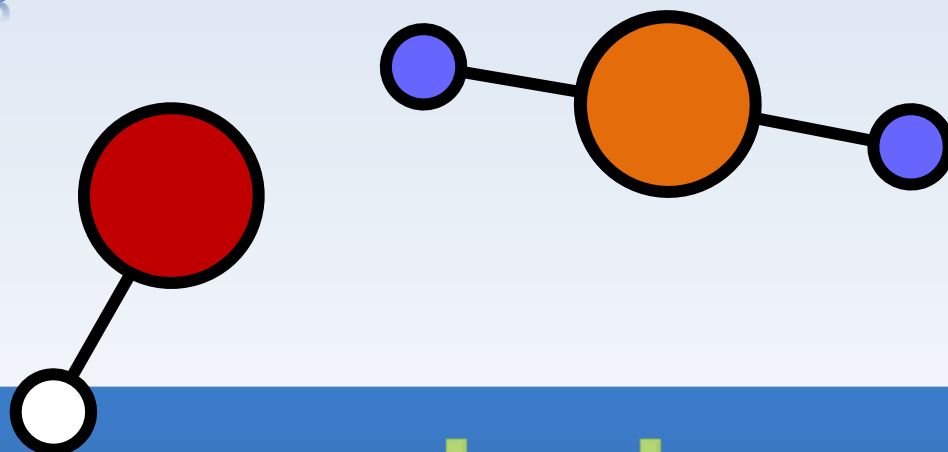
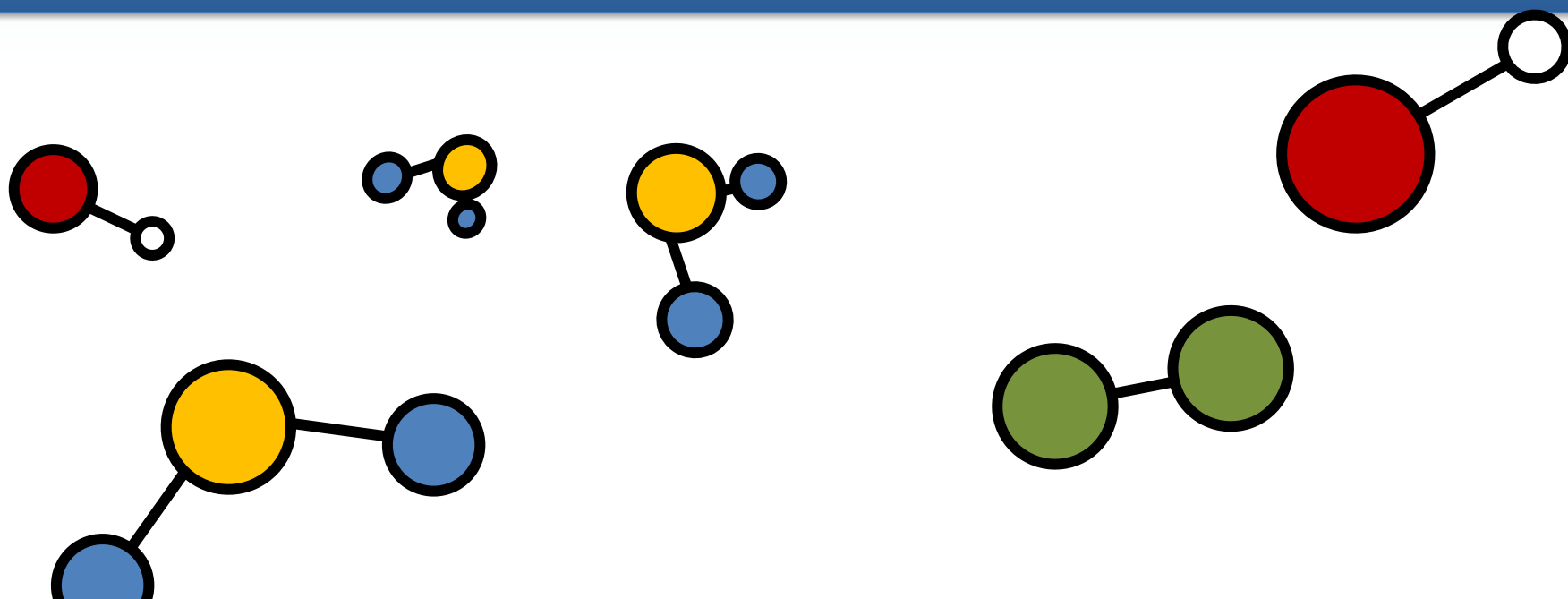




קשרים בין-מולקולריים חלק ג'



נלמד על הקשר בין קשרים בין מולקולריים להמסה 



מה אנחנו צריכים כבר לדעת?

קשר קוולנטי 

קוטביות הקשר 

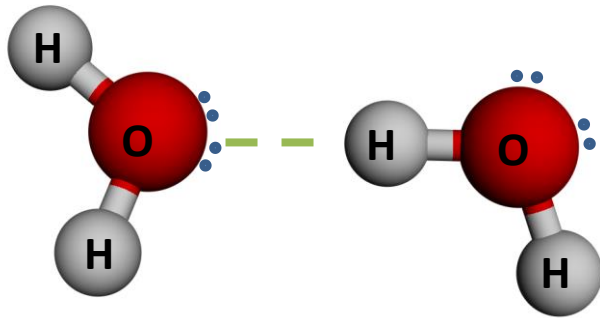
קוטביות מולקולה 

דו קוטבי קבוע ודו קוטב רגעי

קשרים בין מולקולריים 

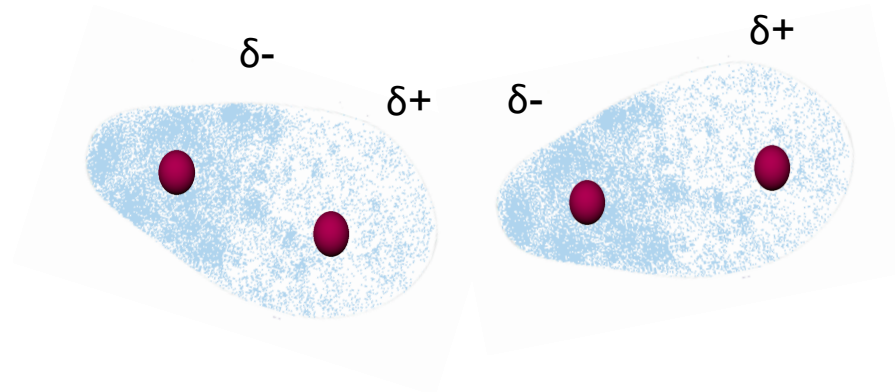
קשרי ואן דר ואלס וקשרי מימן

קשרי (גשרי) מימן



משיכה חשמלית בין מימן חשוף
מאלקטרונים (קשור לאחד מאטומי
NOF) לבין זוג אלקטרונים לא
קושר (הנמצא על אחד מאטומי NOF)
במולקולות סמוכות

אינטראקציות ואן דר ואלס



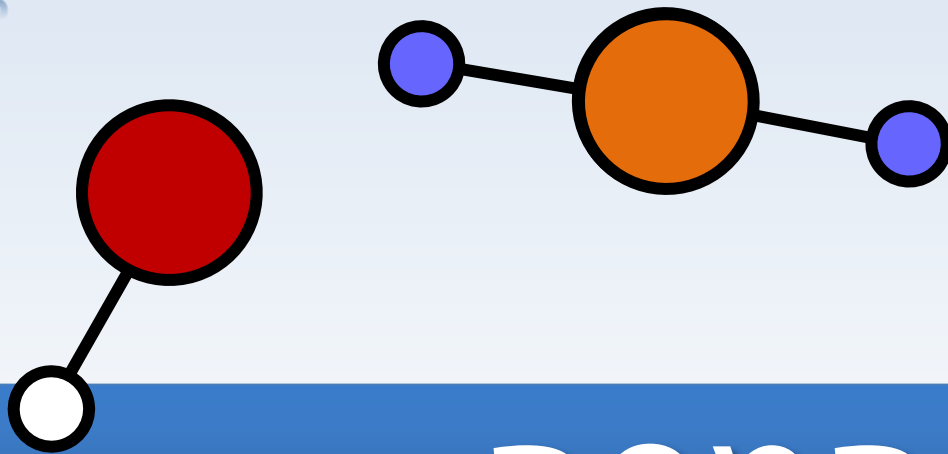
משיכה חשמלית בין
קטבים רגועים או קבועים
בין מולקולות סמוכות

ככל שהקישור הבין
מולקולרי חזק יותר כך
טמפ' ההתכה והרתיחה
יהיו גבוהות יותר

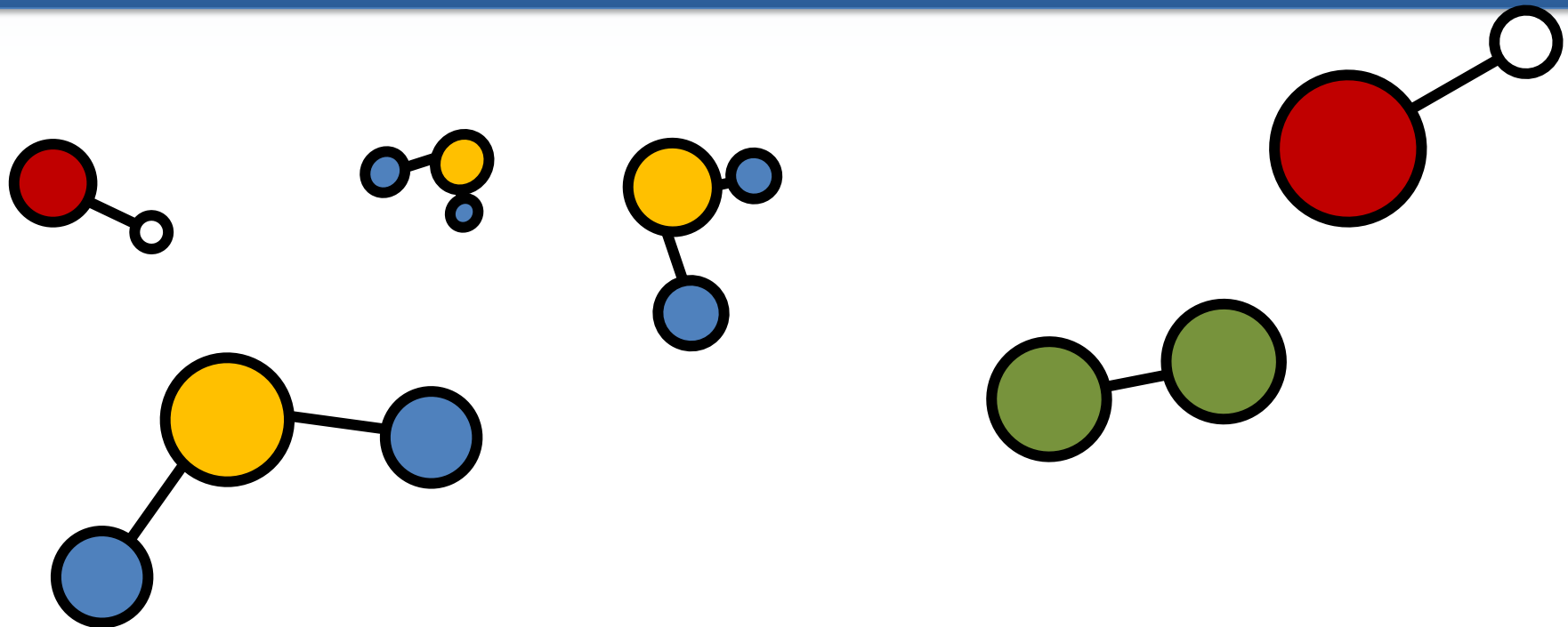
שינוי מצב צבירה ממוצק
לנוזל או מנוזל לגז מחייב
הפרדה של קשרים בין
מולקולריים

**מעבר מצבי
צבירה
(התכה
ורתיחה)**

המסה



המסה



המסה: פיזור חלקיקי חומר אחד בין חלקיקי חומר אחר עד כדי קבלת **תערובת הומוגנית**

מומס: החומר המפוזר, החומר הנמצא בכמות מועטה יותר. הוא יכול להיות מוצק, נוזל או גז

ממס: המרכיב שכמותו גדולה יותר ובתוכו מתפזר המומס. הוא יכול להיות מוצק או גז אך לרוב הוא נוזל



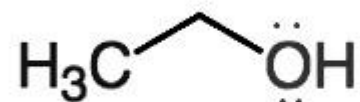
למה שמן ומים
לא מתערבבים,
אבל מים
ואתנול
מתערבבים?



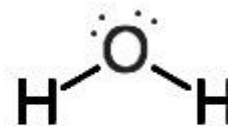
אילו קשרים בין-מולקולריים מאפיינים כל אחת מהמולקולות הבאות?



אוקטאן
(מולקולת דמויית שמן)



אתנול



מים

א. קשרי ו.ד.ו.

ב. קשרי מימן

ג. קשרי ו.ד.ו. וקשרי מימן

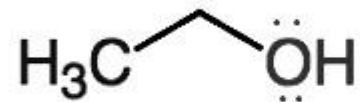
אילו קשרים בין-מולקולריים מאפיינים כל אחת מהמולקולות הבאות?

קשרי ו.ד.ו.



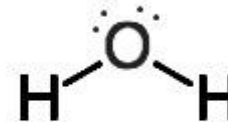
אוקטאן
(מולקולת דמויית שמן)

קשרי ו.ד.ו. וקשרי מימן



אתנול

קשרי מימן



מים

במולקולות קטנות (בעלות ענן אלקטרונים קטן) המכילות רק אטומי NOF ומימן H, אינטראקציות ו.ד.ו. קיימות אך הן לא משמעותיות ביחס לקשרי המימן. נציין את הקישור המימני כקישור המשפיע ביותר.

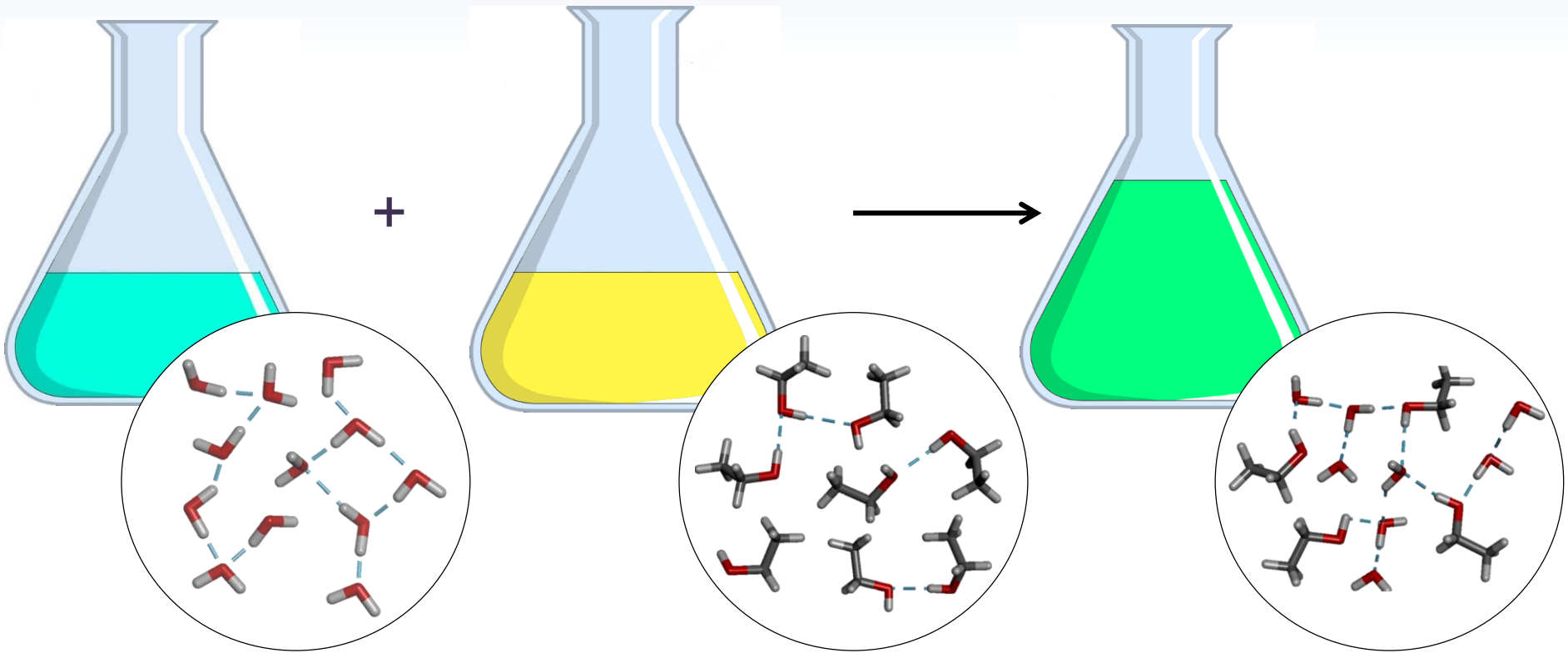
המסה היא השתלבות חלקיקי המומס בתוך הממס.

**ההשתלבות טובה יותר ככל שהקישור בין חלקיקי המומס
לחלקיקי הממס טוב יותר**

המסה טובה מתרחשת כאשר לחלקיקי המומס ולחלקיקי הממס יש יכולת
ליצור **את אותו סוג של קשרים בין מולקולריים**

בתהליך ההמסה ניתקים חלק מן הקשרים בין מולקולות הממס, וניתקים
הקשרים בין מולקולות המומס, ובמקומם נוצרים קשרים בין מולקולריים
חדשים (מאותו סוג) בין מולקולות הממס למולקולות המומס.

המסה של אתנול (C_2H_5OH) במים



מים

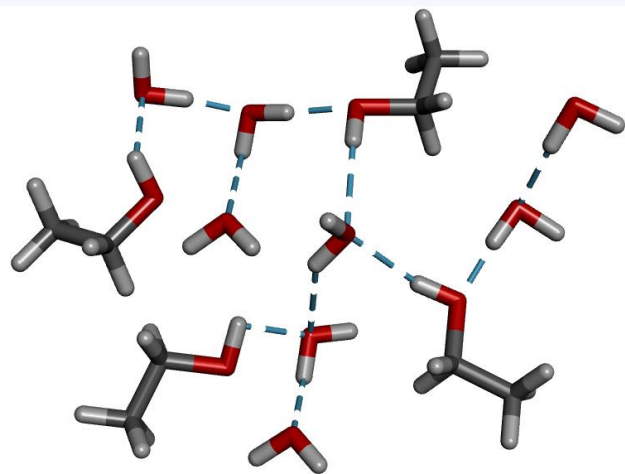
בין מולקולות המים
קיימים קשרי מימן

אתנול

בין מולקולות האתנול
קיימים קשרי מימן (וגם
אינטראקציות ואן-דר-ואלס)

תערובת מים ואתנול

נוצרים קשרי מימן בין
מולקולות המים לבין
מולקולות האתנול



סוג החלקיקים:

בתמיסה יש מולקולות אתנול C_2H_5OH ומולקולות מים H_2O .

סוג הקשרים בין החלקיקים וסידור החלקיקים:

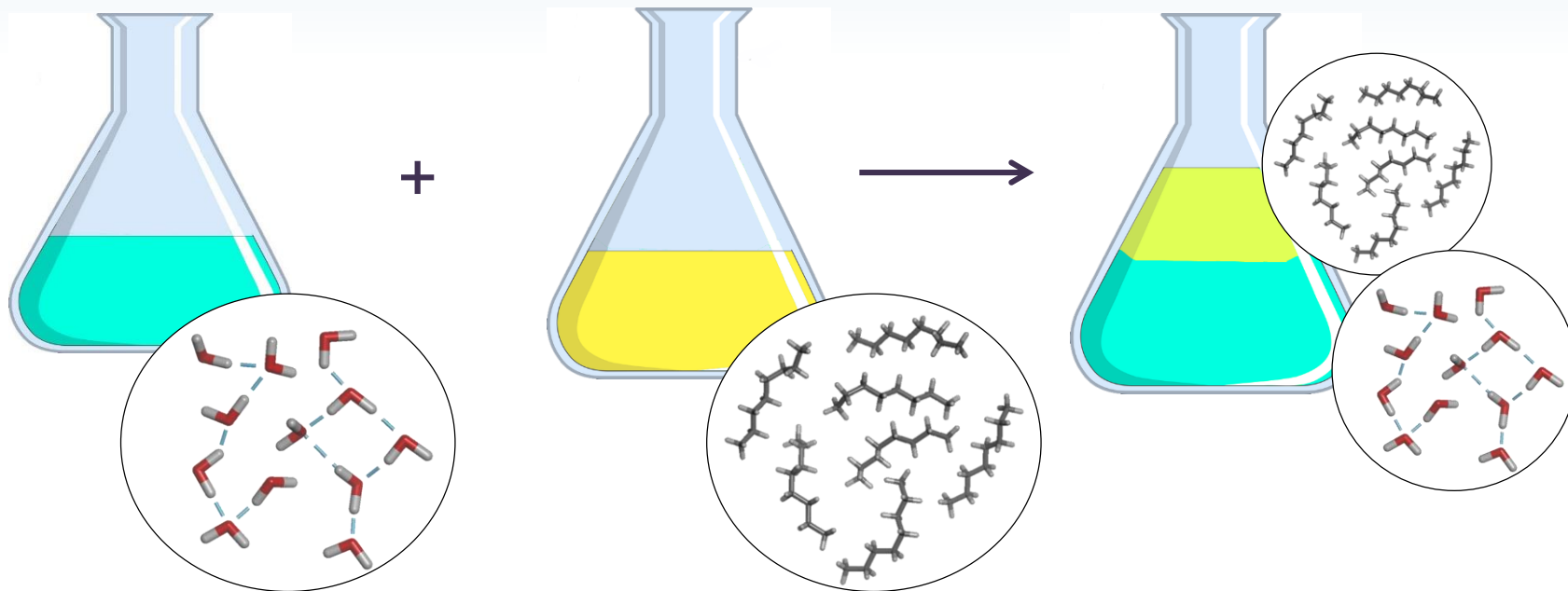
בין מולקולות האתנול לבין מולקולות המים קיימים קשרי מימן. קשרי המימן נוצרים בין אטום מימן חשוף

מאלקטרונים הקשור לאטום חמצן במולקולת אתנול לזוג אלקטרונים לא קושר של אטום חמצן במולקולת המים הסמוכה, וגם להפך, בין אטום מימן חשוף **מאלקטרונים** הקשור לאטום חמצן במולקולת מים לזוג אלקטרונים לא קושר של אטום חמצן במולקולת האתנול הסמוכה.

בין מולקולות המים לבין עצמן מתקיימים קשרי מימן. קשרי המימן נוצרים בין אטום מימן חשוף **מאלקטרונים** הקשור לאטום חמצן במולקולת מים אחת לזוג אלקטרונים לא קושר של אטום חמצן במולקולה סמוכה. מולקולות אתנול ומולקולות מים קרובות ואינן מסודרות.

אופני תנועה של החלקיקים: המולקולות נעות בתנודה (רטט) וסיבוב

ערבוב של אוקטן ומים



מים

בין מולקולות המים
קיימים קשרי מימן

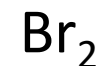
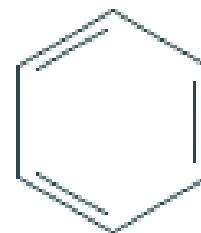
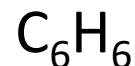
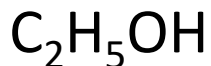
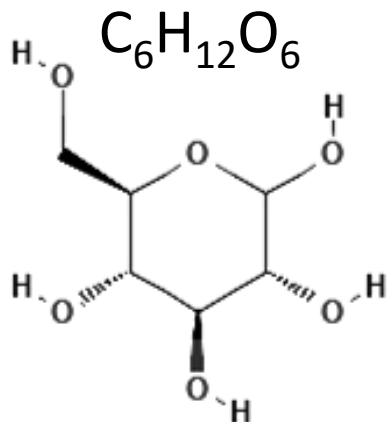
אוקטן

בין מולקולות האוקטן
קיימים קשרי ואן-דר-
ואלס

תערובת מים ואוקטן

בין מולקולות המים לבין
מולקולות האוקטן אין
(כמעט) קשרים בין
מולקולריים ולכן הם לא
מתערבבים

מי מהחומרים הבאים יהיה מסיס במים ומי יהיה מסיס בהקסאן C_6H_{14} ?



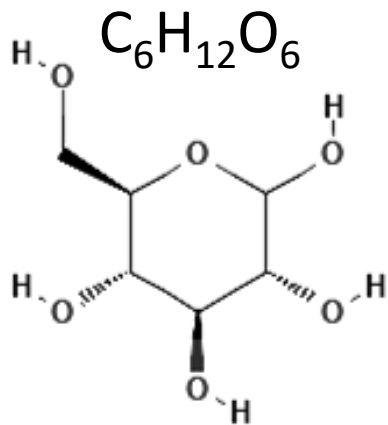
א. מסיס במים

ב. מסיס בהקסאן

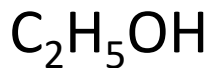
ג. מסיס גם במים וגם בהקסאן

שאלה 2- פתרון

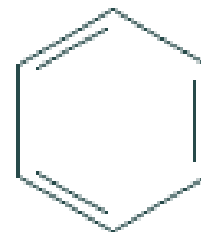
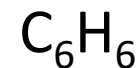
מי מהחומרים הבאים יהיה מסיס במים ומי יהיה מסיס בהקסאן C_6H_{14} ?



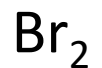
מסיס במים



מסיס גם במים
וגם בהקסאן



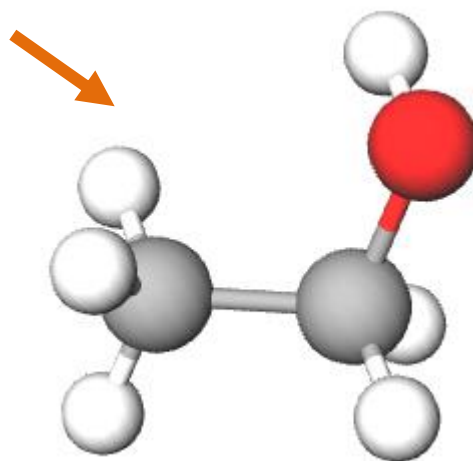
מסיס
בהקסאן



מסיס
בהקסאן

ישנן מולקולות להן חלק היכול ליצור קשרי מימן וחלק אחר שיכול ליצור רק קשרי ואן דר ואלס.
דוגמה למולקולות כאלה הם הכהלים (המכילים קבוצת OH, כוהל).

החלק של המולקולה שמכיל אטומי פחמן ומימן בלבד, הוא חלק לא קוטבי שיכול לקיים קשרי ואן דר ואלס בלבד. חלק **פחמימני** זה נקרא **שייר הידרופובי** (שונא מים)



אתנול
 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

קבוצת הכהל מכילה מוקדים ליצירת קשרי מימן. חלק זה שיכול ליצור קשרי מימן ולהשתלב בין מולקולות מים נקרא **שייר הידרופילי** (אוהב מים)

מסיסות של כהלים במים

כהל	נוסחה מולקולרית	מסיסות (גרם מומס ל-100 מ"ל מים, בטמפרטורה של 25°C)
מתנול	CH_3OH	מסיס בכל יחס
אתנול	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	מסיס בכל יחס
פרופנול	$\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$	מסיס בכל יחס
בוטנול	$\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$	7.7
פנטנול	$\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$	2.2
הקסנול	$\text{C}_6\text{H}_{13}\text{OH}$	1.4
הפטנול	$\text{C}_7\text{H}_{15}\text{OH}$	0.1

מה קרה כאן? מדוע המסיסות במים הולכת ויורדת?

🔗 בין מולקולות הכהל לבין עצמן מתקיימות אינטראקציות ואן-דר-ואלס וקשרי מימן

🔗 בין מולקולות המים לבין עצמן מתקיימים קשרי מימן

🔗 כדי שהכהל יתמוסס במים, מולקולות המים צריכות לנתק קשרי מימן בינן לבין עצמן, מולקולות הכהל צריכות לנתק קשרי מימן בין קבוצות הכהל (OH) ואינטראקציות ואן-דר-ואלס בין החלקים הפחמימניים וזאת על מנת שמולקולות הכהל יתפזרו בין מולקולות המים ויצרו איתם קשרי מימן חדשים משותפים.

🔗 ככל שאורך השרשרת גדל, החלק היוצר אינטראקציות ואן-דר-ואלס גדול יותר והאינטראקציות בין מולקולות כהל שכנות חזקות יותר

כשאורך השרשרת עולה, מסיסות הכהל במים קטנה, מכיוון שכדי שיתרחש ערבוב יש לשבור את אינטרקציות ואן-דר-ואלס החזקות יותר בין מולקולות הכהל ומנגד מתקבלים מעט קשרי מימן בין קבוצות הכהל והמים. כלומר העירבוב "לא משתלם" מבחינה אנרגטית

בנוסף, שייר פחמימני גדול מפריע לקבוצות הכהל ליצור קשרי מימן עם מולקולות המים

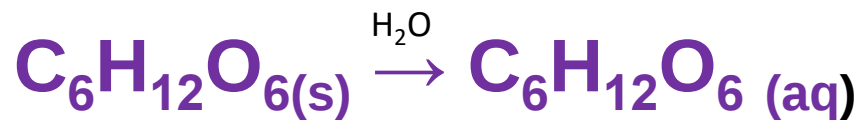
כתוצאה מכך מולקולות המים תשארנה קשורות עם עצמן ומולקולות הכהל תשארנה קשורות עם עצמן, עם מעט קשרים ביניהן כך שהמסיסות יורדת

מעל 5 אטומי פחמן בשרשרת, מסיסות מולקולות כהל היא זניחה (לא משמעותית)

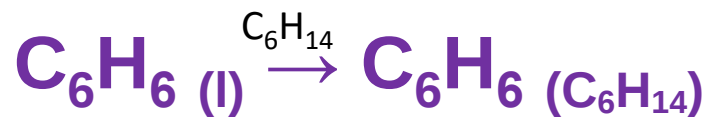


תזכורת: רשום תהליכי המסה בשפת הכימאים

המסה של גלוקוז מוצק $C_6H_{12}O_6$ במים 



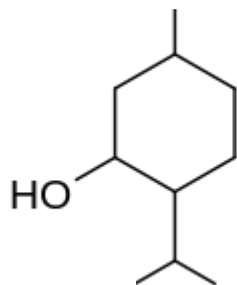
המסה של בנזן נוזלי C_6H_6 בהקסאן 



מֶנְתוֹל $C_{10}H_{20}O_{(s)}$ (menthol), הוא חומר המופק מעלים של צמח המנתה.

מֶנְתוֹל משמש, בין היתר, חומר טעם בתעשיית המזון ובתעשיית התרופות.

לפניך ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של מולקולת מֶנְתוֹל:



המסיסות של מֶנְתוֹל במים נמוכה, אך הוא מתמוסס היטב בהקסאן, $C_6H_{14(l)}$.

הסבר את שתי העובדות האלה, במונחים של מבנה וקישור



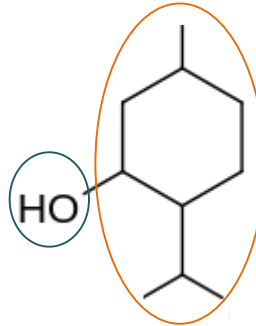
חלק א' של הפתרון

ממס: מים	מומס: מנתול	
מולקולות H_2O	מולקולות $C_{10}H_{20}O$	סוג החלקיקים שמהם מורכב החומר
קשרי מימן ואינטראקציות ון-דר-ואלס חלשות	קשרי מימן מועטים ואינטראקציות ון-דר-ואלס חזקות	סוגי הקשרים בין חלקיקי החומר לבין עצמם
קשרי מימן – האפשרות ליצירת קשרי מימן קטנה ביחס לגודל המולקולה		סוגי הקשרים הנוצרים בין הממס למומס במהלך ההמסה
המסיסות של מנתול במים נמוכה.		המסקנה

חלק א' של הפתרון

מולקולה של מְּנָתוֹל מורכבת מקבוצה פחמימנית גדולה וקבוצת כהל קטנה.

קבוצת כהל הידרופילית – 3
מוקדים ליצירת קשרי מימן



חלק פחמימני
הידרופובי – יצירת
קשרי ואן-דר-ואלס
בלבד

בין מולקולות מים קיימים בעיקר קשרי מימן ולכן כדי שמנתול יתמוסס במים עליו ליצור קשרי מימן עם המים.

בין קבוצת הכהל במולקולות מְּנָתוֹל לבין מולקולות מים יכולים להיווצר מעט קשרי מימן בין מימנים חשופים מאלקטרונים על אטומי חמצן לבין זוגות אלקטרונים

בלתי קושרים על אטומי החמצן במולקולה מנתול ומים סמוכות. הקבוצה הכהלית קטנה ביחס לחלק הפחמימני ההידרופובי הגדול המפריע להשתלבות מולקולות המְּנָתוֹל בין מולקולות המים, מסיסות מְּנָתוֹל במים היא נמוכה.

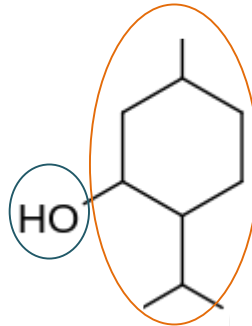
חלק ב' של הפתרון

ממס: הקסאן, $C_6H_{14(l)}$	מומס: מנתול	
מולקולות C_6H_{14}	מולקולות $C_{10}H_{20}O$	סוג החלקיקים שמהם מורכב החומר
אינטראקציות ון-דר-ואלס	קשרי מימן מועטים ואינטראקציות ון-דר-ואלס חזקות	סוגי הקשרים בין חלקיקי החומר לבין עצמם
אינטראקציות ון-דר-ואלס רבות		סוגי הקשרים הנוצרים בין הממס למומס במהלך ההמסה
המסיסות של מנתול בהקסאן גבוהה		המסקנה

חלק ב' של הפתרון

מולקולה של מנתול מורכבת משתי מקבוצה פחמימנית גדולה וקבוצת כהל קטנה.

קבוצת כהל הידרופילית – 3
מוקדים ליצירת קשרי מימן

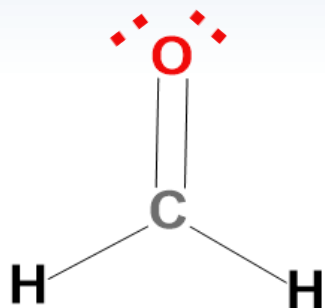


חלק פחמימני
הידרופובי – יצירת
קשרי ואן-דר-ואלס
בלבד

בין מולקולות הקסאן קיימים קשרי ואן-דר-ואלס בלבד וכדי שמנתול יתמוסס בהקסאן עליו ליצור קשרי ואן-דר-ואלס עם מולקולות ההקסאן.

בין השייר הפחמימני הגדול שבמולקולות מנתול לבין מולקולות של הקסאן יכולות להיווצר אינטראקציות ון-דר-ואלס רבות, **בין דו קטבים רגעיים בהקסאן לקטבים רגעיים וקבועים במולקולת המנתול**, ולכן מסיסותו של מנתול בהקסאן

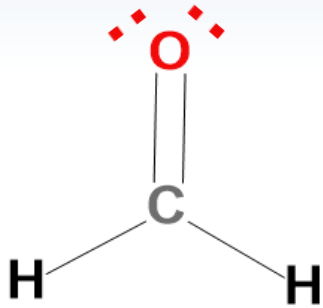
היא גבוהה



לפניכם נוסחת ייצוג אלקטרונים של מולקולת פורמלדהיד:

מה הם ההיגדים הנכונים?

- (1) במצב נוזל בין המולקולות של פורמלדהיד יש רק אינטראקציות ון-דר-ואלס.
- (2) במצב נוזל בין המולקולות של פורמלדהיד יש גם אינטראקציות ון-דר-ואלס וגם קשרי מימן.
- (3) בתמיסה מימית של פורמלדהיד יש קשרי מימן בין המולקולות של פורמלדהיד לבין המולקולות של מים.
- (4) בתמיסה מימית של פורמלדהיד יש רק אינטראקציות ון-דר-ואלס בין המולקולות של פורמלדהיד לבין המולקולות של מים.

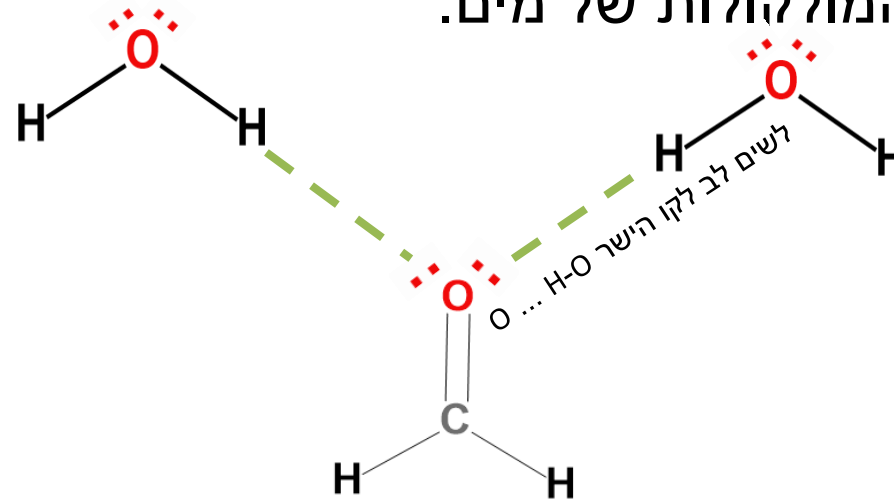


לפניכם נוסחת ייצוג אלקטרונים של מולקולת פורמלדהיד:

מה הם ההיגדים הנכונים?

- (1) במצב נוזל בין המולקולות של פורמלדהיד יש רק אינטראקציות ון-דר-ואלס. נכון
- (2) במצב נוזל בין המולקולות של פורמלדהיד יש גם אינטראקציות ון-דר-ואלס וגם קשרי מימן. שגוי
- (3) בתמיסה מימית של פורמלדהיד יש קשרי מימן בין המולקולות של פורמלדהיד לבין המולקולות של מים. נכון
- (4) בתמיסה מימית של פורמלדהיד יש רק אינטראקציות ון-דר-ואלס בן המולקולות של פורמלדהיד לבין המולקולות של מים. שגוי

בתמיסה מימית של פורמלדהיד יש קשרי מימן בין המולקולות של פורמלדהיד לבין המולקולות של מים.



בתמיסה מימית של פורמלדהיד יש קשרי מימן בין המולקולות של פורמלדהיד לבין המולקולות של מים. נוצרים קשרי מימן בין זוגות אלקטרונים לא קושרים של אטום חמצן במולקולת פורמלדהיד לבין אחד מאטומי מימן החשופים מאלקטרונים שבמולקולת המים.

פורמלדהיד יכול "לקשור" מימנים חשופים מאלקטרונים ממולקולה אחרת אך אין לו מימנים חשופים מאלקטרונים שהוא יכול "לקשור" למולקולה אחרת

ככל שהקישור הבין
מולקולרי חזק יותר כך
טמפ' ההתכה והרתיחה
יהיו גבוהות יותר

שינוי מצב צבירה ממוצק
לנוזל או מנוזל לגז מחייב
הפרדה של קשרים בין
מולקולריים

**מעבר מצבי
צבירה
(התכה
ורתיחה)**

המסה

**מעבר מצבי
צבירה
(התכה
ורתיחה)**

ככל שהקישור הבין
מולקולרי חזק יותר כך
טמפ' ההתכה והרתיחה
יהיו גבוהות יותר

שינוי מצב צבירה ממוצק
לנוזל או מנוזל לגז מחייב
הפרדה של קשרים בין
מולקולריים

המסה

על מנת שחומר אחד
יתמוסס בחומר אחר
צריך שלשני החומרים
תהיה יכולת ליצור את
אותם קשרים בין-
מולקולריים

המסה של חומר אחד
בחומר אחר דורשת:
1. פירוק קשרים בין
מולקולריים של כל חומר
(בינו לבין עצמו)
2. יצירת קשרים בין
מולקולריים בין מולקולות
הממס והמומס

קשרים בינמולקולריים: 

אינטראקציות ואן-דר-ואלס. וקשרי מימן

המסה של חומר אחד בשני תלויה ביצירת 

קשרים בין-מולקולריים בין המומס לממס

