Additionsreaktioner - Simuleringsövning

Senast uppdaterad: 2025-02-20

Inledning

Om en reaktions*formel* beskriver vilka reaktanter som deltar i en reaktion och vilka produkter som bildas så ger reaktions*mekanismen* för motsvarande reaktion en mer detaljerad information om HUR reaktionen sker.

Du skall med hjälp av visualiseringsverktyget Chemtube3D, studera reaktionsmekanismer för nedanstående additionsreaktioner.

1. Addition av vätehalogenid till symmetrisk alken
2. Addition av vätehalogenid till osymmetrisk alken

Resurser

Visualiseringsverktyget Chemtube3d https://www.chemtube3d.com/

Utförande

Del I – Lär känna visualiseringsverktyget (Punkt 1–3).

Del II – Addition av en vätehalogenid till symmetrisk alken (Punkt 4–7).

Del III – Addition av en vätehalogenid till osymmetrisk alken (Punkt 8–10).

Del I

1. Välj i rullgardinsmenyn; → Organic → Organic Chemistry Animations Introduction Varje sida under ”Organic” innehåller lite information om en reaktion, följt av ett interaktivt reaktionsschema.
2. Genom att klicka på lämpliga delar av schemat och rotera strukturerna i 3D kan du utforska reaktionens egenskaper och upptäcka hur molekylerna interagerar. Observera ”mekanismpilarna” på reaktanten, som visar elektronförflyttningar.

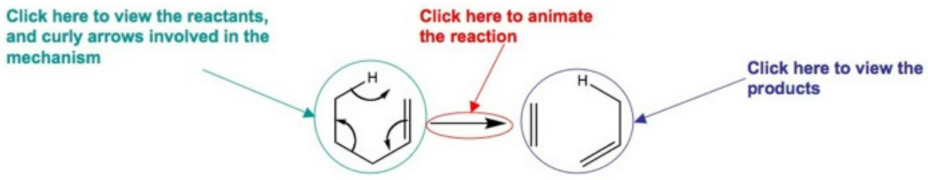


Bild 1: Exempel som visar hur man kan klicka sig fram i reaktionen (Skärmdump från https://www.chemtube3d.com/)

3. Lek runt lite grann i programmet och lär känna det på egen hand.

   Klicka på ”Controls” i stora figuren till vänster och testa vad som händer när du klickar i de olika rutorna. Under ”Display controls” kan du exempelvis välja vilken typ av molekylmodell som du föredrar. I den här övningen rekommenderas ”Ball & Stick”. Lägg till beteckningar för atomslagen.

Del II– Addition av en vätehalogenid till symmetrisk alken (Punkt 4–7).

4. Välj i rullgardinsmenyn → *A-level* → *Organic reaction mechanism* → *Electrophilic addition to alkenes - Symmetrical and Unsymmetrical*.
5. Studera först reaktionen där vätebromid adderas till eten (*Symmetrical alkene*). Klicka på reaktanterna för att få fram mekanismpilarna.

Fråga	**Svar**
Varför säger man att eten är en symmetrisk alken?	
Varför är dubbelbindningens elektroner ”intresserade av” vätet i vätebromid?	

6. Klicka på första reaktionspilen för att simulera reaktionen.

Fråga	**Svar**
En karbokatjon bildas. Varför är den positiva laddningen lokaliserad på det undre kolet? Förklara i termer av elektronunderskott.	
En bromidjon bildas. Förklara utifrån mekanismen varför denna har en negativ laddning.	

7. Klicka på den andra reaktionspilen

Fråga	Svar
Vilket är produktens systematiska namn (på svenska)?	
Avslutningsvis – rita upp mekanismen för hand inklusive mekanismpilar, fria elektronpar, laddning och eventuell polaritet.	

Del III – Addition av en vätehalogenid till osymmetrisk alken (Punkt 8–10).

8. Studera reaktionen där 2-metylpropen reagerar med vätebromid (*Unsymmetrical alkene*). Klicka på reaktanterna för att få fram mekanismpilarna.

Fråga	Svar
Varför säger man att 2-metylpropen är en osymmetrisk alken?	

9. Klicka på första reaktionspilen.

Fråga	Svar
Vätet från vätebromiden har ett ”val” att placera sig på ett av de två kolen runt den ursprungliga dubbelbindningen. Sannolikheten är högre att alla väteatomer placerar sig enligt simuleringen. Varför?	
En karbokatjon bildas. Är den primär, sekundär eller tertiär? Motivera ditt svar.	
Ange bindningsvinklarna vid karbokatkolet.	

10. Klicka på andra reaktionspilen.

Fråga	**Svar**
Detta steg visar en **nukleofil attack**. Motivera påståendet.	
Bindningsvinklarna kring det centrala kolet ändras när bromidjonen binder till karbokatkolet. Vilka är de nya bindningsvinklarna? Varför ändras formen på molekylen?	
Vilket systematiskt namn har slutprodukten?	

Till läraren

Målgrupp: Kemi – *nivå 2*

Koppling till Gy25: organiska reaktionsmekanismer samt simuleringar.

A. Instruktioner till läraren

Denna simulering utgör en del i undervisningen om organiska reaktionsmekanismer. Man kan tänka sig en trestegsraket enligt nedan:

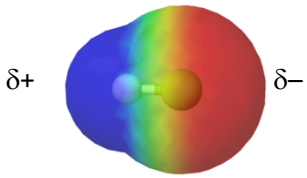
1. Genomgång i helklass av begreppen: polaritet, fria elektronpar, elektronförflyttningar, mekanismpilar, elektrofiler och nukleofiler, formell laddning, laddningsplacering hos joner, enklare mekanismer (ex. protolysreaktioner), addition av vätehalogenid till symmetrisk och osymmetrisk alken.

2. Simuleringsövning (repetition av begreppen för eleverna)

3. Återkoppling i helklass

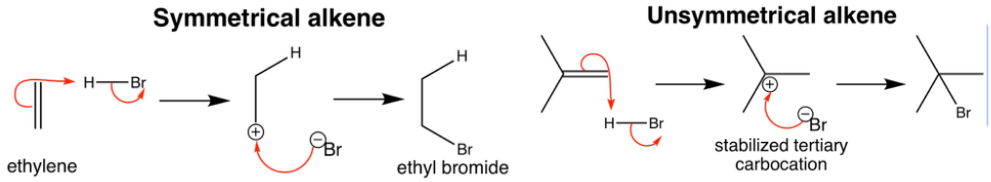
Teori

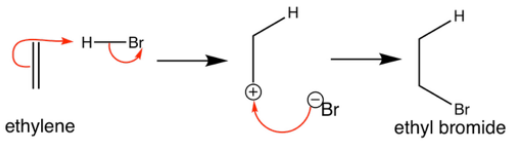
Alkener är omättade kolväten med energirika dubbelbindningar. Elektronerna i dubbelbindningen kan reagera med polära molekyler. Det kan ske en *elektrofil attack* där elektroner i dubbelbindningen överförs till den del av en polär molekyl som har ett elektronunderskott. Ett exempel på polär molekyl är vätehalogenider, där väteatomen har ett elektronunderskott på grund av den polära kovalenta bindningen till halogenatomen i molekylen som har högre elektronegativitet och får ett litet elektronöverskott.

Vätehalogenid	**Skillnad i elektronegativitet**	**Elektrondensitetsmodell;** visar laddningsfördelningen i molekylen.
H–F	4,0 – 2,1 = 1,9	
H–Cl	3,0 – 2,1 = 0,9	

En symmetrisk alken binder kolatomerna i dubbelbindningen till lika många kolatomer.
I en osymmetrisk alken binder kolatomerna i dubbelbindningen till olika många kolatomer.

Förslag på svar till frågorna



Frågor del II	**Svar**
Varför säger man att eten är en symmetrisk alken?	Det finns inga fler kolatomer varken före eller efter kol-kol-dubbelbindningen i etenmolekylen. Molekylen är identisk på båda sidor om dubbelbindning, den är symmetrisk.
Varför är dubbelbindningens elektroner ”intresserade av” vätet i vätebromid?	Vätebromid är en polär molekyl med elektronunderskott i väteatomen. Elektronöverskottet i dubbelbindningen kan användas för att skapa en kovalent bindning till vätet.
En karbokatjon bildas. Varför är den positiva laddningen lokaliserad på det ”undre” kolet? Förklara i termer av elektronunderskott.	Det kol som fångar upp vätet (vätejonen) använder ”elektronöverskottet” från dubbelbindningen för att skapa en bindning till vätet. Då får den andra kolatomen i den ursprungliga dubbelbindningen ett elektronunderskott. Det bildas en primär karbokatjon vid det ”undre” kolet.
En bromidjon bildas. Förklara utifrån mekanismen varför denna har en negativ laddning.	Elektronparet i bindningen mellan väteatomen och bromatomen övergår helt till bromatomen. Med den extra elektronen från väteatomen bildas därför en negativ bromidjon med laddningen -1.
Vilket är produktens systematiska namn (på svenska)?	Brometan (eller etylbromid)
Avslutningsvis – rita upp mekanismen för hand inklusive mekanismpilar, fria elektronpar, laddning och eventuell polaritet.	

Del III – Addition av en vätehalogenid till osymmetrisk alken (Punkt 8–10).

Frågor del III	**Svar**
Varför säger man att 2-metylpropen är en osymmetrisk alken?	Kol 1 i dubbelbindningen har inga fler bindningar till kolatomer förutom till kol 2 i dubbelbindningen. Kol 2 binder däremot till två andra kol förutom dubbelbindningen till kol 1. Det gör denna alken osymmetrisk.
Vätet från vätebromiden har ett ”val” att placera sig på ett av de två kolen runt den ursprungliga dubbelbindningen. Sannolikheten är högre att alla väteatomer placerar sig enligt simuleringen. Varför?	Om vätet placeras på kol 1 i dubbelbindningen bildas en sekundär karbokatjon. När vätet placeras på kol 2 i dubbelbindningen bildas en tertiär karbokatjon. Vätet binder till den kolatom i dubbelbindningen som ger den mest stabila karbokatjonen. En tertiär karbokatjon är mer stabil än en sekundär karbokatjon.
En karbokatjon bildas. Är den primär, sekundär eller tertiär? Motivera ditt svar.	Det är en tertiär karbokatjon eftersom den binder till tre andra kolatomer.
Ange bindningsvinklarna vid karbokatkolet.	120°
Detta steg visar en **nukleofil attack**. Motivera påståendet.	Bromidjonen är en nukleofil som attackerar mellanproduktens karbokatjon.
Bindningsvinklarna kring det centrala kolet ändras när bromidjonen binder till karbokatkolet. Vilka är de nya bindningsvinklarna? Varför ändras formen på molekylen?	Slutprodukten innehåller enbart enkelbindningar och får en tetraedisk rymdstruktur. Bindningsvinklarna är cirka 109°. Alkenens dubbelbindning gav startmolekylen en plan struktur. *(Låt gärna eleverna bygga dessa två molekyler med molekylbyggsats också).*
Vilket systematiskt namn har slutprodukten?	2-bromo-2-metylpropan

Övrigt

Övningen utvecklades av Henrik Swärd, kemilärare på PA Fogelströms gymnasium, Stockholm under en fortbildning ledd av Fredrik L Holmelin på KRC hösten 2024. Övningen har bearbetats av KRC.