

## FACIT: REAKTIONER, REAKTIONSHASTIGHETER OCH ENZYMER

### Kemiska reaktioner och reaktionshastigheter:

1. Förklara följande begrepp:

a) Reaktanter

Svar: Ämnen som reagerar med varandra i en kemisk reaktion.

b) Produkter

Svar: Det som bildas i en reaktion när reaktanter reagerar med varandra. Resultatet av själva reaktionen.

c) Aktiverat komplex/övergångstillstånd

Svar: När reaktanterna krockar med varandra bildas först ett aktiverat komplex (ett övergångstillstånd med hög energi) som sedan snabbt ger upphov till de färdiga produkterna. I det aktiverade komplexet bryts gamla bindningar och nya börjar skapas. Det aktiverade komplexet existerar under en mycket kort tid (ca  $10^{-12}$  sekunder).

d) Aktiveringsenergi

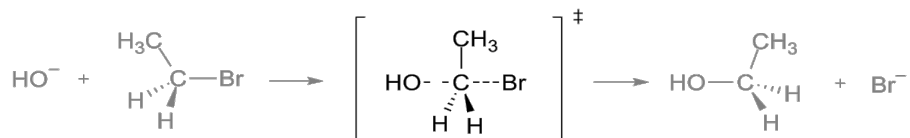
Svar: Aktiveringsenergi är den energi som krävs för att en reaktion ska sättas igång.

e) Katalysatorer

Svar: Katalysatorer binder reaktanterna, låter dessa komma i kontakt med varandra på ett optimalt sätt (rätt vinkel etc.) och försvagar på olika sätt de gamla bindningarna. Det behövs därför inte lika mycket aktiveringsenergi för att uppnå det aktiverade komplexet och få reaktionen att ske.

2. Vad krävs för att få till det aktiverade komplexet när en hydroxidjon reagerar med en etylbromidmolekyl? Förklara även vad som händer rent kemiskt i det aktiverade komplexet.

Svar:



I etylbromid är Br mer elektronegativt jämfört med C vilket innebär att de gemensamma bindningselektronerna förflyttas mot Br. Det gör att koleet blir partiellt positivt laddat. När  $\text{OH}^-$  krockar med etylbromiden så uppstår en attraktion mellan syreatomen i  $\text{OH}^-$  och det positiva koleet. Syreatomen har ju fria elektroner som attraheras av den positiva laddningen. En bindning börjar nu skapas mellan  $\text{OH}^-$  och C. Samtidigt innebär det att det blir för mycket elektroner runt koleatomen vilket leder till att bindningen mellan C och Br börjar brytas. Vi har nu fått det aktiverade komplexet.

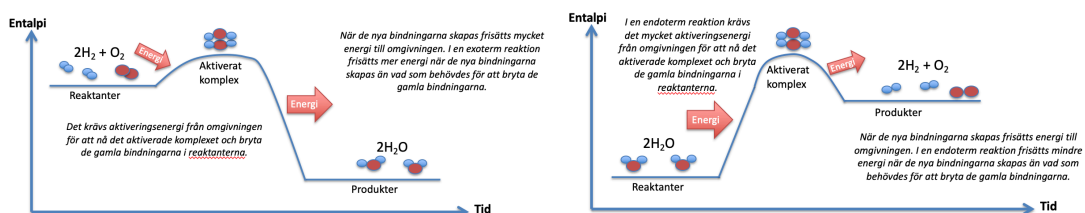
## FACIT: REAKTIONER, REAKTIONSHASTIGHETER OCH ENZYMER

3. Förklara vad som krävs för att en reaktion ska kunna ske mellan två olika reaktanter (vi utgår från att de kemiskt sett kan reagera med varandra).

Svar: Reaktanterna måste krocka med varandra. Krocken måste ske i tillräckligt hög hastighet samt i rätt vinkel.

4. Rita ett entalpidiagram för en exoterm resp. en endoterm reaktion och förklara skillnaden mellan dessa två typer av reaktioner.

Svar:



I alla kemiska reaktioner krävs aktiveringsenergi. Aktiveringsenergin (ofta värme) gör så att molekylerna krockar med högre hastighet och/eller att bindningarna börjar vibrera kraftigt vilket får de gamla bindningarna att brytas lättare. När nya starkare bindningar skapas frisätts en stor mängd värmeenergi till omgivningen.

### Exoterm reaktion:

Det krävs mindre aktiveringsenergi när det gäller en exoterm reaktion, jämfört med en endoterm reaktion, för att nå det aktiverade komplexet och bryta de gamla bindningarna i reaktanterna. När de nya bindningarna skapas och produkterna bildas, frisätts mycket mer energi till omgivningen, i jämförelse med en endoterm reaktion. I en exoterm reaktion frisätts mer energi när de nya bindningarna skapas än vad som behövs för att bryta de gamla bindningarna. Nettoeffekten är alltså att energi avges i en exoterm reaktion.

### Endoterm reaktion:

I en endoterm reaktion krävs det mycket mer aktiveringsenergi från omgivningen, jämfört med en exoterm reaktion, för att nå det aktiverade komplexet och bryta de gamla bindningarna i reaktanterna. När de nya bindningarna skapas och produkterna bildas så frisätts mycket mindre energi till omgivningen, jämfört med en exoterm reaktion. I en endoterm reaktion frisätts mindre energi när de nya bindningarna skapas än vad som behövs för att bryta de gamla bindningarna. Nettoeffekten är alltså att energi upptas i en endoterm reaktion.

5. Förklara hur olika katalysatorer kan påskynda (eller möjliggöra) kemiska reaktioner. Ge även exempel på olika katalysatorer.

Svar: Katalysatorer binder reaktanterna, låter dessa komma i kontakt med varandra på ett optimalt sätt (rätt vinkel etc.) och försvagar på olika sätt de gamla bindningarna. Det behövs därför inte lika mycket aktiveringsenergi för att uppnå det aktiverade komplexet och få reaktionen att ske.

**FACIT: REAKTIONER, REAKTIONSHASTIGHETER OCH ENZYMER**

6. Ange vilka faktorer som påverkar reaktionshastigheten i en kemisk reaktion.

Svar:

- **Ämnens kemiska egenskaper:** Beroende på vilka ämnen det är så kan de ha olika lätt att reagera med varandra. Vissa ämnen är t.ex. reaktiva än andra ämnen. Om reaktanterna har svårt att reagera med varandra så krävs det stor aktiveringsenergi. Ju högre aktiveringsenergi desto långsammare reaktionshastighet.
- **Temperatur:** Om temperaturen är högre rör sig molekylerna i högre hastighet. Det gör att fler reaktanter kolliderar med varandra per tidsenhet, vilket ökar antalet reaktioner och därmed reaktionshastigheten. Kollisionerna blir även kraftigare tack vare den ökade hastigheten, vilket ökar sannolikheten för att de gamla bindingarna ska kunna brytas.
- **Koncentrationen av reaktanterna:** Om vi har högre koncentration av reaktanterna kommer reaktionshastigheten att öka eftersom antalet krockar mellan reaktanterna ökar per tidsenhet.
- **Graden av finfördelning av fasta reaktanter:** Om reaktanterna är i fast form men finfördelade så kommer reaktionen gå snabbare jämfört med om reaktanterna ej är finfördelade. Den totala ytan blir större vilket möjliggör fler reaktioner mellan reaktanterna.
- **Närvaro av en katalysator:** Katalysatorer sänker behovet av hög aktiveringsenergi genom att dels binda reaktanterna och på olika sätt försvaga de gamla bindingarna och dels hålla reaktanterna i en viss position så att de lättare kan reagera med varandra. Reaktanterna når därmed det aktiverade komplexet lättare och reaktionshastigheten ökar.

7. Hur kan vi ta reda på att reaktionshastigheten har ökat i en kemisk reaktion?

Svar:

Reaktionshastigheten kan undersökas på 2 olika sätt:

- Genom att ta reda på hur mycket någon av produkternas koncentration ökar per tidsenhet.
- Genom att ta reda på hur mycket någon av reaktanternas koncentration minskar per tidsenhet.

**FACIT: REAKTIONER, REAKTIONSHASTIGHETER OCH ENZYMER**

8. I en bensin- eller dieselmotor exploderar bränslet i en cylinder. Bränslet kommer in i cylindern via en insprutare som finfördelar det i små droppar innan det antänds. Varför är det viktigt att det blir små droppar?

Svar: små droppar innebär en högre grad av finfördelning. En högre grad av finfördelning innebär att den totala ytan mot omgivningen blir större. Större total yta mot omgivningen innebär att fler krokar, och därmed fler reaktioner, kan ske med den andra reaktanten (syremolekyler) per tidsenhet, vilket ger en högre reaktionshastighet (fler produkter kommer bildas per tidsenhet).

**Enzymer katalyserar kemiska reaktioner:**

9. Förklara följande begrepp:

- a) Aktivt säte

Svar: Enzymer katalyserar kemiska reaktioner genom att de binder substratet/substraten (substrat = annat ord för reaktant) i en slags "ficka" som kallas för "aktivt säte" (engelska; "active site"). Kan även kallas för "aktivt centrum". Substratet/substraten passar in i det aktiva sätet och hålls där fast av enzymet i en perfekt position.

- b) Substrat

Svar: När vi pratar om enzymer så kallar vi ämnet eller ämnena som ska omvandlas till produkt/produkter för "substrat" (istället för reaktanter).

- c) Enzym-/substratkomplex

Svar: När substratet har bundit till det aktiva sätet i enzymet så kallas allting för ett "enzym-/substratkomplex". Ofta ändrar enzymet lite form när substratet binder till det, vilket gör att de passar ännu bättre ihop och binder starkare till varandra. I enzym-/substratkomplexet kan gamla bindningar brytas och nya skapas.

- d) Enzym-/produktkomplex

Svar: Efter att substratet/substraten har bundit till det aktiva sätet så katalyserar enzymet en reaktion så att det bildas en eller flera produkter. Detta komplex med enzymet och den färdiga produkten/produkterna kallas för ett "enzym-/produktkomplex". Strax efteråt släpper produkten/produkterna från enzymet.

- e) Bred resp. smal substratspecificitet

Svar: Ett enzym kan ha bred substratspecificitet vilket innebär att det kan binda flera olika substrat, eller smal substratspecificitet vilket innebär att enzymet endast binder ett enda eller ett fåtal olika substrat.

## FACIT: REAKTIONER, REAKTIONSHASTIGHETER OCH ENZYMER

## f) Kofaktorer

Svar: Många enzymer kan inte utföra sin funktion (katalysera sin specifika reaktion) om de inte har hjälp av en "k~~o~~mpismolekyl" (hjälparmolekyl). Dessa kallas för *kofaktorer* och binder till det aktiva sätet på olika sätt.

## g) Koenzymer

Svar: Koenzymer är en typ av kofaktorer. Dessa består ofta av organiska föreningar som har bildats från vitaminer. Dessa binder löst till det aktiva sätet och släpper ofta efter att reaktionen har skett.

## h) Prostetiska grupper

Svar: Prostetiska grupper är en typ av kofaktorer. Dessa består av eller innehåller ofta metalljoner. Metalljonerna binder hårt till det aktiva sätet och sitter kvar där hela tiden.

10. Förklara i detalj hur enzymer fungerar och hur enzymer kan påskynda (eller möjliggöra) kemiska reaktioner.

Svar:

Enzymet binder ett eller flera substrat (beroende på vilken funktion enzymet har) i sitt aktiva säte (aktivt centrum). Det bildas då ett enzym-/substratkomplex där gamla bindningar försvagas/bryts medan nya bindningar skapas. Enzymet gör så att en eller flera produkter bildas, vi har då fått ett enzym-/produktkomplex. Produkterna frisätts sedan från enzymet.

Enzymer binder substratet/substraten på ett perfekt sätt och försvagar de gamla bindningarna. Det behövs då inte lika mycket aktiveringsenergi (ofta värme) för att reaktionen ska kunna ske. Enzymer kan på det sättet öka reaktionshastigheten.

11. Vad bestämmer hastigheten av enzym-katalyserade reaktioner?

Svar:

- **Temperaturen:** Enzymer fungerar bäst vid en viss temperatur (har "temperatur-optima"). En högre temperatur ökar antalet kollisioner mellan substraten och enzymerna (fler "enzym-substratkomplex" bildas per tidsenhet). En högre temperatur hjälper också enzymet att snabbare försvaga de gamla bindningarna så att nya kan skapas. Temperaturen får dock inte vara för hög (individuellt för olika enzymer) eftersom för hög temperatur denaturerar enzymet. Om enzymet förlorar sin tredimensionella form så kan den inte längre binda substratet/substraten.
- **Substrat- och enzymkoncentrationen:** Ju mer substrat (S) och/eller enzym (E) desto snabbare reaktion (till en viss gräns; substratmättnad) eftersom det kan bildas fler "enzym-substratkomplex" per tidsenhet.

**FACIT: REAKTIONER, REAKTIONSHASTIGHETER OCH ENZYMER**

- **pH-värdet:** Enzymer har pH-optima. För lågt eller högt pH-värde denaturerar enzymet.
- **Graden av finfördelning:** I de reaktioner som sker i cellerna är alltid substraten och enzymerna lösta i vatten (alltså finfördelade) men vid reaktioner som sker utanför cellerna (t.ex. i en bägare i labbet) så kanske vi har substraten och/eller enzymerna i fast form. Om vi finfördelar dessa så kommer reaktionen gå snabbare jämfört med om vi inte finfördelar dessa. Den totala ytan blir nämligen större vilket möjliggör fler reaktioner mellan substrat och enzymer.

12. Förklara hur ett koenzym kan hjälpa ett enzym att katalysera en kemisk reaktion.

Svar: Enzymer som är beroende av ett specifikt koenzym kan ej binda sitt/sina substrat utan koenzymet. Formen på det aktiva sätet matchar nämligen inte substratets form. Däremot kan koenzymet binda till det aktiva sätet på enzymet och sedan kan substratet binda till koenzymet i det aktiva sätet. Koenzymet har nämligen en form som gör att substratet kan binda. Utan koenzymet kan inte substratet binda till det aktiva sätet och då kan enzymet inte katalysera sin specifika reaktion.

13. Många läkemedel och gifter utövar sin funktion genom att fungera som enzym-inhibitorer. Förklara vad det egentligen innebär.

Svar: Enzym-inhibitorer fungerar som "hämmare" och binder till enzymet på så sätt att substratet inte kan binda till det aktiva sätet. Detta inaktiverar enzymet.

14. Ange 2 olika typer av enzym-inhibition och förklara vilka likheterna resp. skillnaderna är mellan dessa.

Svar: Enzym-inhibition kan ske genom att ämnet binder direkt till det aktiva sätet. Substratet kan då inte binda dit. Det kan även vara så att enzym-inhibitorn binder till en annan del av enzymet men att det aktiva sätet påverkas så att substratet inte kan binda dit.

15. Förklara hur penicillin utifrån enzym-inhibition kan hämma bakterietillväxten.

Svar: Cellväggen hos bakterier är uppbyggd genom att olika lager sitter ihop genom sidokedjor. Ett enzym sätter fast sidokedjorna i varandra. Cellväggen stabiliserar bakterien. Penicillinet binder till det aktiva sätet på detta enzym. Enzymet kan då inte binda ihop cellväggarna. Bakteriecellerna kan då inte växa och dela på sig. På så sätt hämmas bakterietillväxten.