**LÆRINGSMÅL 4  
MINERALISERING, DEMINERALISERING OG REMINERALISERING**

**Man skal kunne beskrive sammensætningen af plaque med hensyn til calcium og fosfat og forklare hvorfor den kritiske pH værdi ofte er lavere end i spyt (hvor begrebet oprindeligt stammer fra).**  
a) Hvad er kritisk emalje-pH? (for børn)   
Kritisk emalje-pH svarer til den pH-værdi hvormed opløsningen (eksempelvis plak) er *mættet* ift. emalje (sv.t. pH ≈ 5,5).   
Med andre ord: den pH hvor opløsningen (eksempelvis plakken) ikke vil ”spise” emaljen – den er nemlig ”mæt” på de ioner, som emaljen indeholder!  
  
Hvis pH-værdien er **højere** end den kritiske pH, vil opløsningen være **overmættet**- og der vil ske en **udfældning af mineraler** – dvs. der dannes emalje.   
  
Hvis pH-værdien er **lavere** end den kritiske pH vil opløsningen være **undermættet** – og emaljen vil gå i **opløsning** – dvs. der frigives emalje. Hvorfor? Fordi emaljen vil forsøge at frigive sine mineraler, så opløsningen bliver mættet (ligevægtsprincip)!  
  
Om emaljen udfældes eller opløses, eller med andre ord går fra:   
  
Fast form 🡨🡪 Væskeform  
Ca10(PO4)6OH2 🡨🡪 10Ca2+ + 6PO43- + 2 OH-  
  
afhænger af ionproduktet (IP) og opløselighedsproduktet (Ksp) for hydroxylapatit (emaljens hovedbestanddel). Dette er en forsimpling, idet emaljen også indeholder eksempelvis fluorapatit.  
  
Hvis:   
IP = Ksp er opløsningen mættet – der hverken udfældes (overmættet) eller opløses (undermættet) emalje  
IP > Ksp er opløsningen overmættet – der udfældes emalje  
IP < Ksp er opløsningen undermættet – der opløses emalje

Plak indeholder relativt store mængder calcium-, fosfat-, og hydroxyl-ioner, hvorfor ionproduktet af emalje (som her antages at bestå kun af hydroxylapatit) er højt. Der skal derfor meget til før ionproduktet bliver mindre end Ksp (det sker først når pH er lavere end den kritiske emalje-pH – typisk 5,5).   
Individer med ringe koncentrationer af calcium-, fosfat- og hydroxylioner i spyttet har dog en højere kritisk pH-værdi (eksempelvis 6,5), idet deres ionprodukt, som følge af de ringe koncentrationer, er relativt lavt. Derfor skal pH ikke falde drastisk før IP < Ksp og emaljen opløses.  
  
Ovenstående rejser et meget vigtigt spørgsmål:  
  
b) Hvorfor går emaljen i opløsning ved lav pH? Eller med andre ord: hvorfor bliver IP lavere ved lav pH?  
Dette skyldes 3 ting!

1. **Færre hydroxyl-ioner ved lav pH**  
   Hydrogenioner (mange når pH er lav) fjerner hydroxylioner og danner vand– altså bliver ionproduktet for hydroxylapatit lavere!   
   **Resultat?  
   Færre hydroxylioner medfører lavere ionprodukt. Hvis IP < Ksp går emaljen i opløsning, da den kompenserer for det lave ionprodukt ved at frigive ionerne, her OH-, fra sine krystaller!**
2. **Færre PO43—ioner ved lav pH**  
   Fosfat i en væske (f.eks. i spyt og plak) eksisterer på forskellige former ved forskellige pH-værdier. Kun den form der hedder PO43- er relevant for emaljen (da hydroxylapatitkrystallerne kun indeholder denne form) og koncentrationen af denne falder støt, jo lavere pH bevæger sig! Dette skyldes at H+-ionerne binder sig til fosfat og danner eksempelvis HPO42-.  
   Dermed bliver ionproduktet for emaljen mindre når pH falder, da PO43- koncentrationen svinder ind! Når ionproduktet på et tidspunkt bliver mindre end opløselighedsproduktet, opløses emaljen som frigiver sine PO43—ioner for at imødegå ligevægtsforholdet mellem emalje og væske.  
   **Resultat?  
   Samme som ovenstående, men med fosfat-ioner i stedet for hydroxylioner!**
3. **~~Færre calciumioner~~****~~ved lav pH~~** ~~Anionen (dvs. H~~~~+~~~~) for mælkesyre, og kun mælkesyre, kan binde sig til calcium og nedsætte ionproduktet for emaljen.~~**~~Resultat?  
   Samme som ovenstående, men med calciumioner i stedet for hydroxyl- og fosfationer!~~**

c) Hvorfor er den kritiske pH lavere i spyttet end i plakken?  
Dette skyldes plakkens ionbyttereffekt – dvs. plakkens evne til at holde på (især ladede) ioner.   
Plakken indeholder derfor større mængder calcium-, fosfat og hydroxylioner end spyttet og der skal derfor mere til, før pH-fald (forbundet med flere frie H+’er) fører til undermætning.

**Man skal kunne forklare hvordan lav pH i plak medfører øget opløselighed af tandsubstans og forklare effekten af syrens anion**Se ovenstående.   
Kort sagt: når pH i plakken falder, frigives H+-ioner. Disse binder sig til OH--, PO43-- og calciumioner (sidstnævnte kun gældende for mælkesyrens anion) hvormed ionproduktet for hydroxylapatit falder. Når ionproduktet er mindre end opløselighedsproduktet (KPS), går tandens mineral i opløsning, da plakvæsken er undermættet.

**Man skal kunne beskrive hvordan molforholdet mellem calcium og fosfat i hydroxylapatit og andre faser, ændres ved mineralisering og følgende remineralisering**Det giver ingen mening