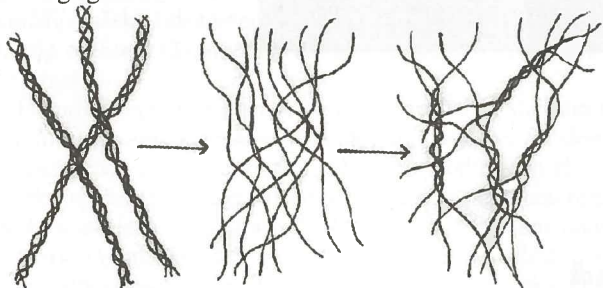


Figur 3. Termoplastisk elastomer med gummifase (gul) dannet af midterblokke og tværbindinger dannet af styrenende-blokke (lyseblå).

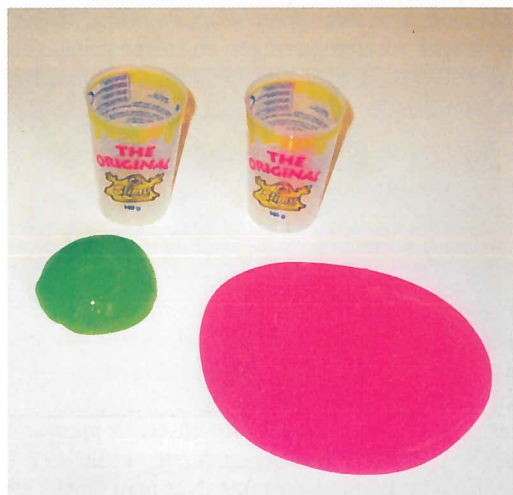
Gel'er og Slimy

På grund af de kovalente bindinger kan elastomerer som nævnt ikke opløses. Til gengæld vil de kvælde med væsker, dvs. at væskemolekylerne diffunderer ind i elastomeren, samtidig med at voluminet forøges. Den hastighed, hvormed det sker, og hvor store mængder væsker der kvældes, varierer meget. Kvælder elastomeren meget store mængder væske, kan der opstå en såkaldt gel. Gel'er anvendes f.eks. i bløde kontaktlinser, implantater og som stødabsorberende såler. Ordet gel er afledt fra gelatine. Gelatine, som er regenereret collagen, er et eksempel på et materiale med fysiske tværbindinger i form af hydrogenbindinger. Ved regenereringen ødelægges collagen-molekylernes tripelhelixstruktur (figur 4). Gelatine kvælder som bekendt med vand og bliver elastisk, og de fysiske tværbindinger gør det muligt at »støbe« såvel kvældet som pulverformigt gelatine.



Figur 4. Gelatine fremstilles ved at opvarme collagen med syre eller base, hvorved collagenens tripelhelixstruktur ødelægges. Efter afkøling gendannes denne delvis, samtidig med at der opstår fysisk tværbinding.

Fysiske tværbindinger kan give anledning til helt specielle egenskaber ved et materiale. I danske legetøjsbutikker kan man købe et specielt produkt kaldet Slimy, der minder om en gel og kan rulles til en bold, som kan hoppe. Men det er ikke en gel, for en klump Slimy flyder, hvis den ligger på et bord, eller hvis man holder en klump i hånden. Den kan strækkes langsomt, men går i stykker/brækker ved hurtige træk, men skaden er begrænset, da stykker af den ødelagte klump bare kan æltes sammen igen.

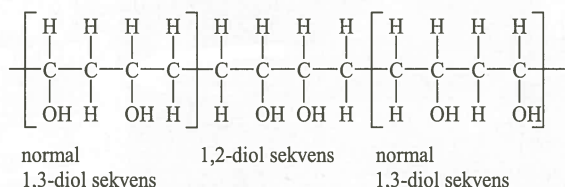


Figur 5. Slimy, som kan købes i legetøjsbutikker, er guar gummi tværbundet fysisk med borax.

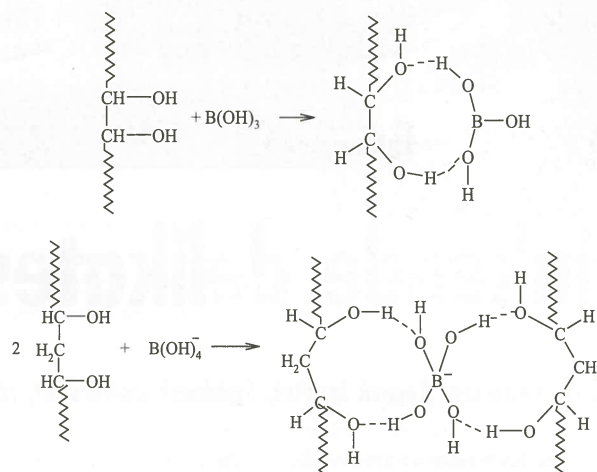
Man kan nemt fremstille et tilsvarende produkt ved et helt simpelt forsøg, hvor man tværbinder molekylerne i polyvinylalkohol ved brug af borax: Opløser man borax, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, i vand, vil følgende ligevægt indstille sig [5]



Polyvinylalkohol, PVA, er en vandopløselig lineær polymer, hvis struktur



indeholder 1-2% 1,2-diol-sekvenser igennem kæden og ellers er opbygget af 1,3-diol-sekvenser. Både borsyre og borationen kan bindes til polymerkæderne



hvor kun den nederste reaktion tværbinder polymerkæderne fysisk, så der dannes en polymer, som kvælder betydelige mængder vand. Den herved dannede gel får de helt specielle egenskaber, som nævnt ovenfor, hvilket kan forklares ved, at de dannede tværbindinger kun er hydrogenbindinger, som let brydes og gendannes.

Fremstilling

Gelen fremstilles helt simpelt ud fra en 4-5 w% polyvinylalkohol (PVA)-opløsning og en 4-5 w% boraxopløsning. Man blander 50 mL polyvinylalkoholopløsning med 5 mL boraxopløsning i et engangspålbæger og rører rundt med f.eks. en ispind. De fysiske tværbindinger dannes næsten øjeblikkeligt, og kort efter er blandingen så stiv, at den kan tages ud af bæget og æltes videre til en ensartet gel i hånden. Forsøget og produktet vækker stor begejstring blandt elever!

Det eneste besværlige ved forsøget ligger i fremstillingen af PVA-opløsningen. Polyvinylalkoholen skal tilsættes vandet langsomt og under kraftig omrøring. Det kan være en god idé at varme (undertiden nødvendigt), men kun behersket. Eventuelt skal omrøringen fortsættes et døgn tid. Men det er besværet værd.

Referencer

- Grete Ebbesen Plast og polymerer, Kemiforlaget, 2001
- Malcolm P. Stevens Polymer Chemistry An Introduction, 1999, Oxford University Press
- Jørgen Kops, Grete Ebbesen Kemi for tiden, »Levende« polymerisation for nye strukturer og anvendelser, dansk kemi, 82, nr. 5, 2001
- RISØ NYT 1999, 2, 20
- E.Z. Casassa, A.M. Sarquis og C.H. Van Dyke JCE 1986, Vol 63, 57