

På grund av COVID-19 pandemin görs denna tentamen på distans. Alla hjälpmedel är tillåtna och frågorna har anpassats därefter. Kontakt mellan studenter är inte tillåten under tentamen. Svar skickas in som ett dokument via email. Examinator är tillgänglig för att besvara frågor mellan 9:30 och 11:00. Genom att ladda upp dina svar bekräftar du att du har löst uppgifterna själv, utan hjälp från någon annan person.

Fråga 1 (3p)

Kan man använda polydimethylsiloxane (PDMS) för att tillverka ett gummimaterial? Beskriv i så fall vilka principiella steg processen består av och hur man kan kontrollera materialets elasticitet (modul). Du behöver dock inte ange några kemiska reaktionsformler eller strukturer.

Ja PDMS kan bilda ett bra gummimaterial eftersom det har glasövergång och smälttemperatur långt under rumstemperatur. Det finns även kemi för att korslänka polymeren (exempelvis vulkanisering ska fungera). För att kontrollera modulen behöver man kontrollera korslänkarnas täthet, lämpligtvis genom tiden som korslänkingsreaktionen sker. Fler korslänkar ger styvare material. Molekylvikten kan man förstås också kontrollera, men den spelar ingen större roll. (Det räcker att den är tillräckligt hög för att det ska bildas åtminstone några korslänkar på varje kedja.)

Notera att detta var tänkt som en lite enklare fråga som man verkligen bör klara om man vet vad ett gummimaterial är. Ändå har väldigt få förklarat det mest grundläggande gällande låg temperatur för glasövergång och smältpunkt. Majoriteten av alla polymerer kan inte användas som gummi. (Att bara säga "ja" till att polymeren är lämplig för att bilda gummi duger inte, man måste som vanligt motivera.)

Fråga 2 (6p)

A

Beskriv hur man kan skulle kunna tillverka och använda någon sorts filter/membran/nanostruktur för att separera 50 nm kolloider från små molekyler (~1 nm) i en vattenbaserad lösning.

Exempel: Spåretsade membran i polykarbonat tillverkas genom exponering för joner som passerar igenom och därefter etsas porer ut. Porer kan även skapas i tunna membran av kiseloxid eller kiselnitrid genom torretsning. Detta kräver litografi genom elektronstråle eller kolloidala partiklar. (Optisk litografi ger normalt inte 100 nm porer.) Efter litografi deponerar man något material som agerar som mask vid torretsningen, t.ex. Cr eller Ti genom fysisk ångdeponering. Andra möjligheter finns också, såsom mesoporös kiseloxid.

Filtreringen kan ske enkelt genom passiv diffusion, alltså de små molekylerna går igenom membranet men inte kolloiderna eftersom de är för stora. Man kan också tänka sig att vattnet flödar igenom membranet t.ex. genom att en tryckskillnad skapas.

Det kan noteras att få beskrev hur strukturen skulle användas i separationen trots att det står klart och tydligt i frågan att man både ska beskriva både tillverkningen och användandet. Många beskrev heller inte vad för sorts yta strukturen tillverkades på. (Det behöver vara någon sorts membran i slutändan.)

B

Vilka faktorer avgör hur snabbt den filtreringsprocess du beskrivit går?

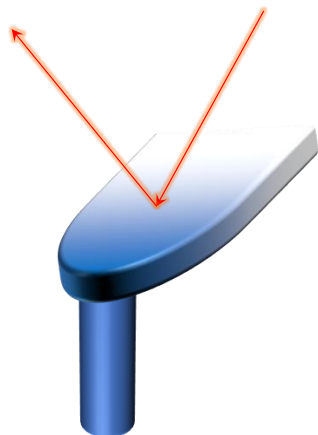
Ju tunnare membran, desto högre diffusiv flux och desto högre flöde av vatten för en given tryckskillnad. Om flöde används är det viktigt att porerna inte har för liten diameter eftersom det snabbt ger mycket hög flödesresistans. (De måste dock givetvis vara mindre än kolloiderna.)

Även här kan vissa noteringar göras: Om man, som de flesta, bara rabblar upp några faktorer utan att förklara hur och varför de påverkar hastigheten så ges inte många poäng. Många har dessutom misstagit Washburn's ekvation och vätning med en separationsprocess. (Vätningen är ett krav för att filtret ska fungera, men det görs förstås innan själva separationen.)

Fråga 3 (6p)

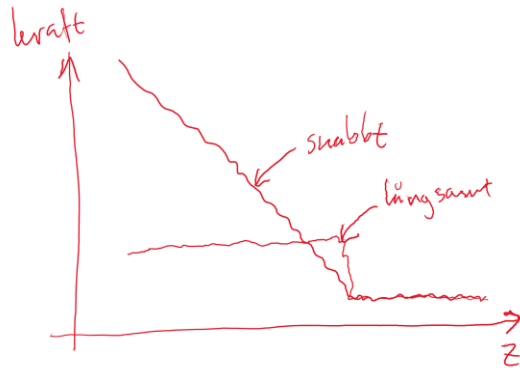
A

En AFM används för att karakterisera ett viskoelastiskt material. Instrumentet körs i intryckningsläge och med piezokontrollern kan man styra hur pass snabbt förflyttningen sker i z-led. Hur bör data (uppmätt kraft mot avstånd) se ut när intryckningen sker väldigt långsamt samt väldigt snabbt? Anta att spetsen är cylinderformad och att effekter från ytenergier kan ignoreras.



viskoelastiskt material

Väldigt snabb z förflyttning betyder elastiskt svar. Kraften kommer att öka kontinuerligt så fort spetsen har kontakt. Det sker inte nödvändigtvis linjärt, men för att svaret ska vara rätt ska kraften fortsätta öka när avståndet minskar. Väldigt långsam z förflyttning betyder att materialet beter sig som en vätska. Kraften borde då ligga ganska konstant nära noll. Energin blir friktionsvärme i vätskan istället för att lagras mekaniskt i konsolen (samt materialet). Konsolen blir alltså inte mer och mer böjd och spetsen ”doppas” helt enkelt ned i materialet. Den optiska avläsningen registrerar således ingen kraftökning. (Man kan även tänka sig ett minimum i kraftkurvan innan kontakt på grund av attraktion, men det kan även ske repulsion och det är inte det relevanta här.)



Detta var tänkt som en lite svårare fråga, men man bör åtminstone kunna redogöra för att vid snabb intryckning blir materialet elastiskt och vid långsam betar det sig som en vätska, vilket måste leda till att en mycket lägre kraft registreras. För övrigt är det starkt rekommenderat att faktiskt göra en skiss på hur kurvorna ser ut istället för att bara svara med text.

B

Vad kan man få för information från ett sådant här experiment jämfört med vanlig reologisk karakterisering av materialet?

Förutom att karakterisera relaxationstiden och kanske elasticitet etc. bör man kunna få information om heterogenitet på väldigt liten skala. AFM spetsen kommer att trycka på materialet på flera platser och man kan se hur pass lika kurvorna ser ut för samma hastighet i z-led. Karakterisering i en vanlig rheometer, dragtestare etc. ger bara medelvärden för materialet som helhet.

Notera att om man bara repeterar det jag sagt på föreläsning om vad man får för information genom mätningar i intryckningsläge i allmänhet så ger det inga poäng. Frågan handlar om just reologi och viskoelasticitet.