

Biofizika gyakorlat jegyzőkönyv

POLIMEREK

Készítette:
Körmendi János
JRD4V2
egészségügyi mérnök MSC szak,
I. évf.

Gyakorlatvezetők:
Bauer Rita,
Hajdú Angéla,
Juriga Dávid,
Molnár Kristóf,
Varga Zsófia

Mérés ideje:
2012.02.14

1. Polimerek, polimer gélek

Gyakorlatot vezette: *Molnár Kristóf*

A műanyagok polimerekből állnak. Olcsó előállítani őket. Az emberi szervezet polimerjei az aminosavakból összeálló fehérjék. 25 darab aminosav van, ebből 23 darab a fehérje építő.

A polimerek monomerekből állnak össze. Mesterségesen általában kondenzációs reakciókkal állítják elő. Ilyen polimer a poli-vinil-alkohol (PVA). Ez biokompatibilis anyag. Régebben a kontakt lencsákat ilyen anyagból készítették.

A polimerek keresztkötéseket is létrehozhatnak ha feloldják valamilyen oldószerbe. Megfelelő oldószerre van szükség. Rossz oldószerben kicsapódik az anyag. Hogy a keresztkötések létrejöhessenek, az oldat koncentrációjának is megfelelőnek kell lennie. Ha létrejöttek a keresztkötések a polimer láncok között, akkor kialakulhatnak a gélek. A gél állapothoz az is szükséges, hogy a keresztkötésekkel kialakult térhálós szerkezet közé folyadék szívódjon fel. Vannak olyan térhálós szerkezetű polimerek, ahol nincsen közte folyadék, pl. a bakelit. Ezek a gélekkel ellentétben nagyon kemény anyagok.

A keresztkötéseknek két fő fajtájuk lehetséges, a fizikai és a kémiai keresztkötések. A fizikai keresztkötések általában hidrogén kötések vagy Van der Waals-féle kötések. Ha a fizikai keresztkötésekből felépülő géleket melegítjük, akkor azok megolvadnak. Ilyen például a kocsonya. Kémiai keresztkötésű géltre példa a puding. Ha a pudingot melegítjük, könnyen odaég, nem megolvad.

Gél akkor alakul ki, ha kevés a keresztkötés, és így folyadékot tud felvenni az anyag. Minél több folyadékot vett fel a polimer, annál lágyabb lesz a gél. A gélben felvett folyadék képes vándorolni a polimeren belül. Ez a tulajdonság gyógyszerek készítésénél is hasznosítható. Megfelelően beállított gélekkel szabályozni lehet a gyógyszerek hatóanyagának leadási sebességét.

A szakirodalom szerint szappanból is lehet gélt készíteni, de nagyon nehéz. Molnár Kristóf azt állította, hogy ő még nem látta, hogy valakinek sikerült volna, csak olvasott róla.

Amennyiben a polimer oldatot szennyezzük nanorészecskékkel, megváltoznak a gél mechanikai tulajdonságai. Ha viszont sok ilyen részecske kerül bele, akkor nem fog megtörténni a gélesedés.

Gélesedés idejének mérése: Kaptunk egy friss polimer oldatot, és meg kellett mérnünk a gélesedés idejét. A kapott oldatban dimethyl sulfoxidban volt polisuccidin feloldva, és diamino-butane volt a keresztkötő anyag. Nálunk az oldat 10:54-kor készült el, és 11:10-re gélesedett meg. Ennek alapján a az oldat 15 perc alatt gélesedett.

2. Rugalmassági modulusz mérése

Gyakorlatot vezette: *Juriga Dávid*

Polimer gél rugalmassági moduluszát mértük.

A gélek átmenetet képeznek a szilárd és a folyékony anyagok között. A termodinamikai tulajdonságaik a folyadékokra hasonlítanak, azonban megtartják az alakjukat.

A mérés során egy kémiai keresztkötésekkel összeállított gélt vizsgáltunk. Ennek a rugalmasságát az adja, hogy a polimer keresztkötésekkel kapcsolt térhálós szerkezete össze akarja húzódní, ezzel pedig ellentétesen hat a felszívott folyadék duzzadásban megnyilvánuló ozmotikus nyomása. Ez a két hatás tart egyensúlyt a gélben. Ha ebből az egyensúlyi kiterjedésből megpróbáljuk kimozdítani az anyagot (pl. összenyomjuk), akkor az igyekszik visszatérni az eredeti helyzetébe. Ez az elmozdulással ellentétes erőhatásban mutatkozik meg.

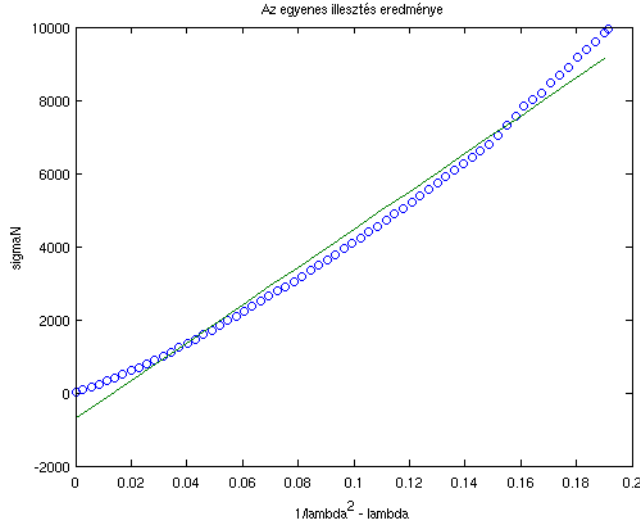
Henger alakú gélt vizsgáltunk. Nálunk a henger átmérője $d_0 = 1,97$ cm, a magassága $h_0 = 1,765$ cm volt.

Egy olyan gépbe tettük a gélt, ami a hengert a két végéről összenyomta. Mérté a gélt összenyomó erőt (F), és az ennek hatására beállt elmozdulást (Δh). Ha a henger két vége letapad, akkor hordósodás következik be. Ennek megakadályozására a hengert és a nyomási felületeken bekentük szappanos oldattal.

A Hook-törvény nem használható ebben az esetben. Helyette a Neo-Hook-törvényt használjuk:

$$\sigma_N = -G\left(\lambda - \frac{1}{\lambda^2}\right) \quad (1)$$

ahol σ_N a nominális feszültség, G a rugalmassági modulusz, és λ a deformációs arány.



1. ábra. A nominális feszültség σ_N függése a $(\frac{1}{\lambda^2} - \lambda)$ értékektől és az ezekre illesztett egyenes

A nominális feszültség számítási módja:

$$\sigma_N = \frac{F}{(\frac{d_0}{2})^2 \pi} \quad (2)$$

A deformációs arány:

$$\lambda = 1 - \frac{\Delta h}{h_0} \quad (3)$$

A Neo-Hook-törvény alapján a σ_N nominális feszültség egyenesen arányos a $(\frac{1}{\lambda^2} - \lambda)$ kifejezéssel. A mért nyomóerő (F), elmozdulás (Δh) párokból és a gél kezdeti magasságából (h_0) valamint átmérőből (d_0) kiszámíthatók a σ_N és $(\frac{1}{\lambda^2} - \lambda)$ értékek. Ha ezekre egyenest illesztünk, akkor annak a meredeksége meg fogja adni a rugalmassági moduluszt.

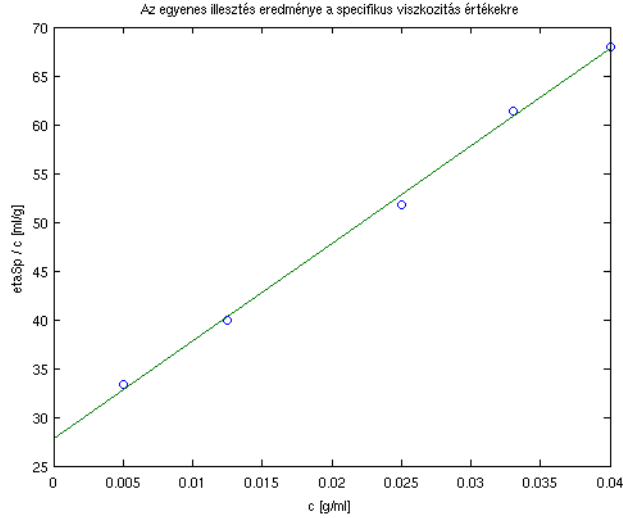
Az egyenes illesztése a `matlab lsqcurvefit` függvényével történt. Az illesztett görbétől a σ_N értékek eltérés négyzetének átlaga: $1.2 \cdot 10^5 \frac{N^2}{m^4}$ volt. És a kapott rugalmassági modulusz: $5.2 \cdot 10^4 \frac{N}{m^2}$. Ha `Origin`-nel csináljuk az illesztést, akkor az megadja az illesztett egyenes meredekségének a standard hibáját is, ami $771 \frac{N}{m^2}$. A számított σ_N , $(\frac{1}{\lambda^2} - \lambda)$ értékpárok és az illesztett görbe a 1. ábrán láthatók. Az ábrán látható, hogy a mért pontok nem egy egyenest alkotnak, vagyis csak kis jóindulattal mondhatjuk, hogy igaz a Neo-Hook-törvény. Az egyenestől nemcsak a kisebb értékeknél térnek el a mért pontok, hanem a végén is. Azok egy határozott ívet írnak le. Így azt sem mondhatjuk, hogy kiválasztunk egyetlen szakaszt, ahol közel egyenes a lefutás.

3. Molekuláris tömeg meghatározása viszkozitás mérés segítségével

Gyakorlatot vezette: *Bauer Rita*

Vibrációs viszkoziméterrel mértük egy poliszukcinimid oldat viszkozitását. A viszkozitás mérésének a célja az volt, hogy megállapítsuk a poliszukcinimid molekulatömegét.

A vibrációs viszkozitás mérés elve: A mérendő folyadékba keskeny fémlemez merül, amelyet kényszerrezgésben tartanak. A viszkozitástól függően a rezgés frekvenciája megváltozik, s ezt a változást mérik.



2. ábra. A $\frac{\eta_{sp}}{c}$ értékek a koncentráció függvényében és az illesztett egyenes

A mérés elve a rezonancia frekvencián alapszik. A mintát speciális küvettába kell elhelyezni, amelybe két vékony érzékelő lemezt kell bemezíteni. A lemezeket elektromágneses erő rezgési egymással ellentétes fázisban. A készülék a minta által okozott rezgésváltozás kompenzálásához szükséges áramot méri és alakítja át viszkozitásértékké.

A mért viszkozitás értékeket át kell számítani relatív viszkozitás értékekre:

$$\eta_{rel} = \frac{\eta}{\eta_0} \quad (4)$$

Ebből pedig a specifikus viszkozitást:

$$\eta_{sp} = \eta_{rel} - 1 \quad (5)$$

A mérés során a következő értékeket mértük:

koncentráció: $c[\frac{g}{100ml}]$	oldószer	0.5	1.25	2.5	3.3	4
koncentráció: $c[\frac{g}{ml}]$	oldószer	0.005	0.0125	0.025	0.033	0.04
viszkozitás: $\eta[mPas]$	0.78	0.91	1.17	1.79	2.36	2.9
relatív viszkozitás: $\eta_{rel}[1]$	1.000	1.167	1.500	2.295	3.026	3.718
specifikus viszkozitás: $\eta_{sp}[1]$	0.000	0.167	0.500	1.295	2.026	2.718
$\frac{\eta_{sp}}{c} [\frac{ml}{g}]$	–	33.3	40	5.18	61.4	68

A $\frac{\eta_{sp}}{c}$ hányados és a koncentráció értékek párosaira a `matlab lsqcurvefit` függvényével egyenes lett illesztve. Ezen illesztés eredményeként az egyenes tengelymetszetére azt kaptuk, hogy: $27.79 \frac{ml}{g}$. Ez a határviszkozitás ($[\eta]$). Az illesztett egyenestől a $\frac{\eta_{sp}}{c}$ értékek eltérés négyzetének átlaga: $0.35 \frac{ml^2}{g^2}$ volt. Ez átlagosan 3.5 %-os eltérést jelent $\frac{\eta_{sp}}{c}$ értékektől. Ha `Origin`-nel csináljuk az illesztést, akkor az megadja a tengelymetszet szórását: $0.7 \frac{ml^2}{g^2}$. A $\frac{\eta_{sp}}{c}$ értékek és az illesztett görbe a 2. ábrán látható.

Ezután a Kuhn-Mark-Houwink egyenlet segítségével kifejezhető a molekulatömeg:

$$[\eta] = KM^a \quad (6)$$

ahol $K = 1.32 * 10^{-2}$, és $q = 0.76$

Ebből átszámítva azt kapjuk, hogy a molekulatömeg: $2.36 * 10^4 \frac{g}{mol}$

4. Vizes közegű mágneses folyadékok

Gyakorlatot vezette: *Varga Zsófia*

A mágneses folyadék viszkozitása megváltozik, ha mágneses térbe kerül. Egy dupla, egymással szembe fordított injekciós fecskendő-szerű eszköz egyik kamrájából a másikba egyikünk sem tudta átpréselni a folyadékot, amíg egy mágnes volt mellette. Amint azonban a mágnes elkerült onnan, ezt könnyedén meg lehetett tenni.

Ha ilyen anyagból készítenek tömítést, akkor ki lehet használni, hogy a viszkozitás mágnessel változtatható.

A bemutatón mágneses folyadékkal feltöltött gélt is mutattak. Ez egy hajlítgatható vékony henger volt, amit mágnessel lehetett ide-oda irányítani.

A mágneses folyadékok alkalmazását elsősorban az orvostudományok területén tervezik.

Diagnosztikában:

- Az MRI diagnosztikai módszerben a vizes mágneses folyadékok kontrasztanyagként alkalmazhatók a jelenleg használt gadolínium-komplex helyett. A gadolínium extracellulárisak, és ritka földfémek tartalmazzák, ami szennyezi a környezetünket, főleg a vizeket. A mágneses folyadékok nagyobb érzékenysége mellett előnyös a szervezetbarát összetételük, valamint az, hogy a jelet adó nanorészecskék méretüktől függően más és más szövetben halmozódnak fel, így nagyobb felbontású a különböző szervek képi megjelenítése. Az USA-ban 80%-ban mágneses folyadékokat használnak kontrasztanyagként, Európába még nem hozták be.
- A célzott sejtválogatás során a mágneses nanorészecskék felületére egy olyan felismerő molekulát szeretnének rögzíteni, mely az eltávolítani kívánt beteg sejtet felismeri és megköti, majd ekkor ezek egy külső mágneses tér segítségével elválaszthatók lennének a többi jelenlevő ágenstől.

Terápiában:

- Olyan irányú kísérletek folynak, hogy a hatóanyagot célzottan juttassák be a szervezetbe. Főleg daganatos betegségek esetén tervezik a használatát, kihasználva azt, hogy a rákos sejtek sokkal több tápanyagot fogyasztanak, mint az egészségesek, ezen kívül azt, hogy a mágneses hordozóhoz kötött hatóanyagot külső mágnessel lehetne irányítani.
- A kutatások egy másik iránya a mágneses folyadékok hipertermiás terápiában való alkalmazása, melyben a nanorészecskék ferro- vagy szuperparamágneses tulajdonságát használnák ki. Tumoros szövetekbe mágneses folyadékot juttatnának. Az ilyen szöveteket mágneses térbe helyezve, a nanorészecskék mozgásba jönnek. Eközben hő szabadulna fel. Ezt a lokális melegítést megfelelő ideig alkalmazva (30 percig min. 42°C) a daganatos sejtek elpusztulnának, mivel jóval érzékenyebbek a hőmérséklet változására, mint az egészséges sejtek. Így kiegészítő kezelésként használhatók lennének daganatos betegségek esetén, ezzel is csökkentve a kemoterapeutikumok dózisát és mellékhatásait.

5. Elektromos szálhúzás

Gyakorlatot vezette: *Varga Zsófia*

Elektromos térben történő szálhúzás: A polimerből egy körkörös mozgó fej nyílásából egy cseppet "ejtenek le" elektromos térben, ami az elektromos tér és a körkörös mozgás hatására erősen megnyúlva, nano-méretűvé vékonyodó szál formájában érkezik le egy gyűjtőlapra. Nanotechnológiai eljárásokkal olyan szálakat tudnak előállítani, amelyeket a textilipar különleges nemszőtt kelmék gyártására használhat, amelyekből azután szűrőbetétek, bőrutáncatok, gyógyászati eszközök (kötszerek) készíthetők. A szűrőbetétek és a kötszerek esetében az a nagy előny, hogy rendkívül kis méretű részecskék kiszűrését teszik lehetővé, akár még mikrobákét is.

Térhálósítás: 10-25 kV-os elektromos térbe cseppenve az anyagot, a becsapódási felületen ebből egy ultravékony film alakul ki. Reaktív elektromos szálhúzás: a polimerek kiindulási anyagát becseppentve, mire az becsapódik, létrejön a polimerizáció.

Extracelluláris mátrix készíthető belőle. Ezekre helyezett sejtekkel sejt tenyésztés lehetséges. Olyan kísérletek folynak, hogy őssejteket helyezve ilyen térhálós anyagra, mesterségesen tenyésztenek szöveteket, amivel majd pótolni lehet pl. égési sérültek hiányzó bőr felületeit.

Hasfali sérvek esetén kísérleteznek ilyen anyagokkal. A sérveknél beültetett hálókkaal mindenféle baj szokott történni. Az anyag zsugorodik, pöndörödik, kitépi a kapcsokat, amelyekkel rögzítették. A cél az, hogy a kifejlesztendő új anyagnak megfelelően lőjék be a lebomlási idejét. A beültetés után addig kellene megmaradnia ennek a térhálós szerkezetnek, amíg rajta ki nem fejlődnek a megfelelő szövetek, utána viszont jobb, ha lebomlik. Ez körülbelül fél év.

6. Ozmométerek

Gyakorlatot vezette: *Hajdú Angéla*

Membrán ozmometria: az ozmózis elvén alapul, azaz, hogy az oldószer molekulák hajlamosak híg oldatból a tömény oldatba átmenni egy féligáteresztő membránon keresztül, hogy egyensúly jöjjön létre. A tesztnél a híg oldat nulla koncentrációjú, a tömény oldat pedig a polimert tartalmazza. Az oldószer átvándorlása a membránon keresztül nyomáskülönbséget okoz, amely az oldat koncentrációjától és a polimer molekulatömegétől függ.

Gőzfázis ozmometria: tiszta oldószer aeroszol párolgási sebességének összehasonlítása legalább három eltérő koncentrációban polimert tartalmazó aeroszolhoz képest.