


Tanárok részére Ammónia visszanyerése szennyvízből

1. Modul

Az ammónia-visszanyerő cella felépítése

Szükséges anyagok és eszközök



Reagensek	Képlet		Mennyiség (g) vagy koncentráció (M)
káliumklorid	KCl		12.8 mM
nátriumklorid	NaCl		10.9 mM
káliumszulfát	K ₂ SO ₄		0.26 mM
ammóniumkarbonát	(NH ₄) ₂ CO ₃		46.2 mM
kénsav	H ₂ SO ₄	toxikus és korrozív	0.25 M
nátriumhidroxid	NaOH	erősen korrozív	0.25 M

Anyagok és eszközök listája

- 4 db 1 literes üveg
- mágneses keverőrudak
- keverők
- kanalak
- mérleg (0,01 g pontosság)

Biztonsági figyelmeztetése

Az ammónia-visszanyerő cellát nem szükséges elszívó alatt építeni.

A kísérlet végzése során laborköpeny és szemüveg viselése, valamint a savakkal és szennyvízzel végzendő műveletek során kesztyű viselése kötelező! Az elektrokémiai cellához csak kikapcsolt állapotban szabad hozzányúlni és változtatni rajta.

A laboratóriumi eljárás

Az oldatok elkészítése

Használjon desztillált vizet a következő lépésekben:

- A szintetikus vizelet készítéséhez készítse el az alábbi oldatokat:
 - 12,8 mM KCl (a tanári ellenőrzéshez: 0,9542 g KCl 1 literhez)
 - 10,9 mM NaCl (a tanári ellenőrzéshez: 0,6370 g NaCl 1 literhez)
 - 0,26 mM K₂SO₄ (a tanári ellenőrzéshez: 0,0453 g K₂SO₄ 1 literhez)
 - 46,2 mM (NH₄)₂CO₃ (a tanári ellenőrzéshez: 4,4394 g (NH₄)₂CO₃ 1 literhez)
- Készítsen 0,25 M kénsav (H₂SO₄) oldatot az anódhoz - (elszívó alatt, a tanári ellenőrzés: 24,5198 g H₂SO₄ 1 literhez)
- Készítsen 0,25 M nátrium-hidroxid (NaOH) oldatot a katódhoz (elszívó alatt,

Tanárok részére Ammónia visszanyerése szennyvízből

a tanári igazolás: 9,9993 g NaOH 1 literhez)

Attól függően, hogy mennyi ideig szeretné folytatni a kísérletet, az oldat mennyiségét hozzáigazíthatja a szükségletéhez. Ha egy éjszakára hagyja folyni a kísérletet, javasoljuk, hogy készítsen legalább 1 litert minden oldatból.

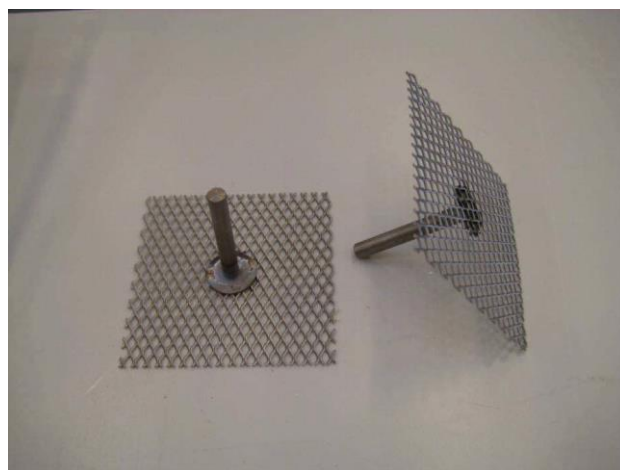
Az elektrokémiai cella felépítése

A következő oldalakon lépésről lépésre bemutatjuk az elektrokémiai cella felépítését.

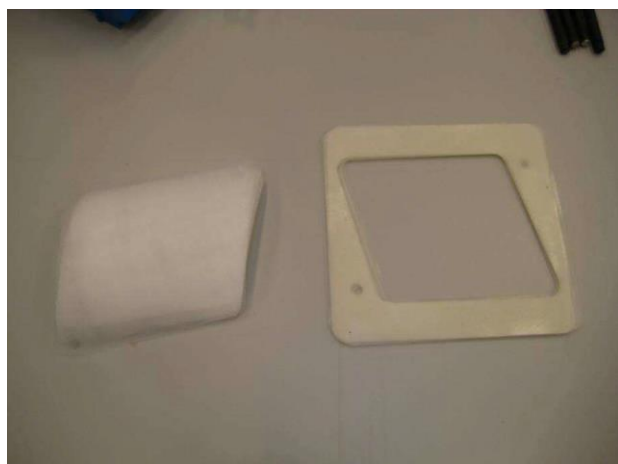
Anyagok



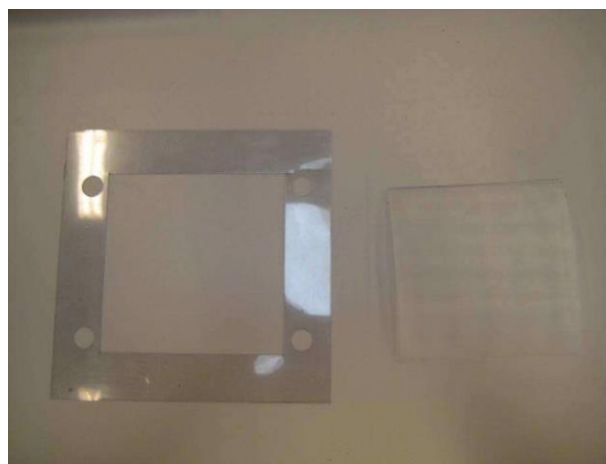
Balra: 2 db kationcserélő membrán (lyukakkal a sarkokban); jobbra: 1 db anioncserélő membrán



2 db elektróda

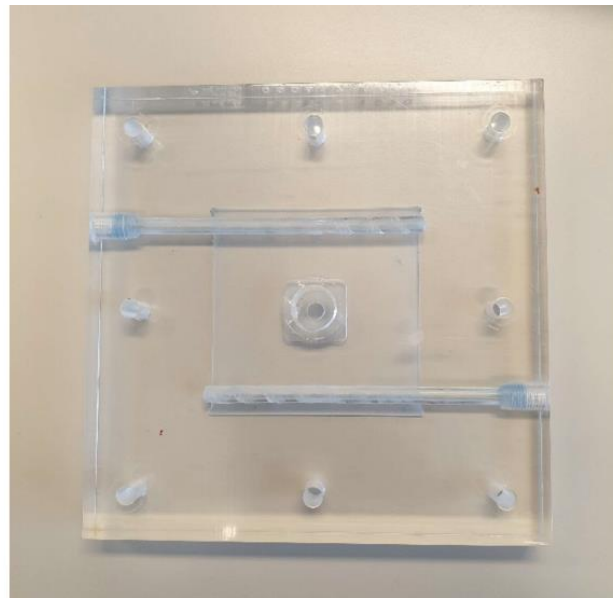
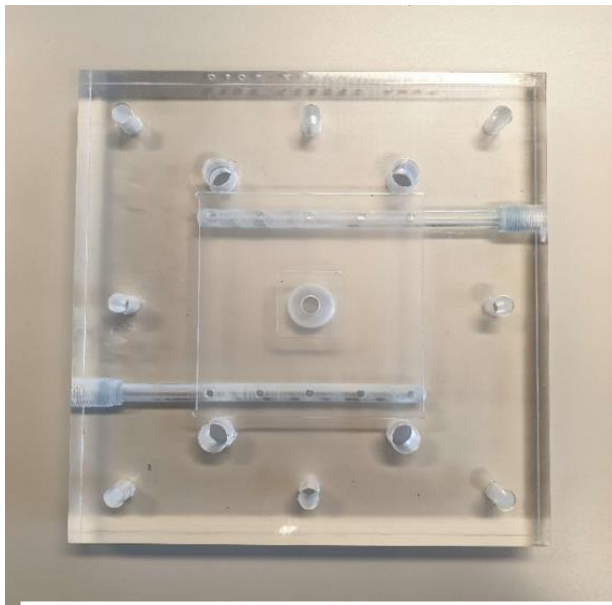


Balra: 3 db távtartó; jobbra: 3db szilikon tömítés



Balra: 2 db tömítés, jobbra 2 db távtartó az előlaphoz és a hátlaphoz

Tanárok részére Ammónia visszanyerése szennyvízből



Balra: előlap (négy lyukkal a középpont körül a különböző elemek rögzítéséhez); jobbra: hátlap.

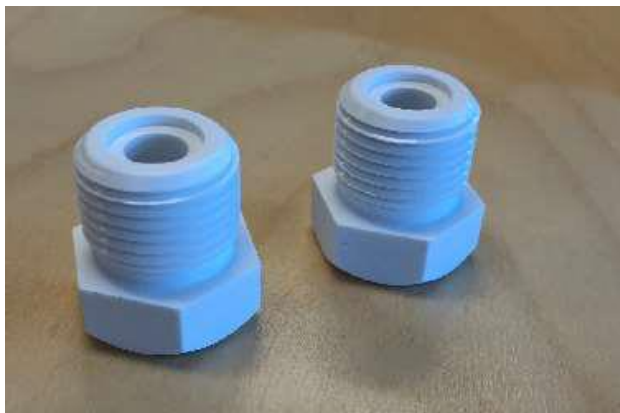


Tömlőcsatlakozó (8 db)



Felül: 4 db műanyag cső, alul: csavarok és szárnyas anyák (8 db)

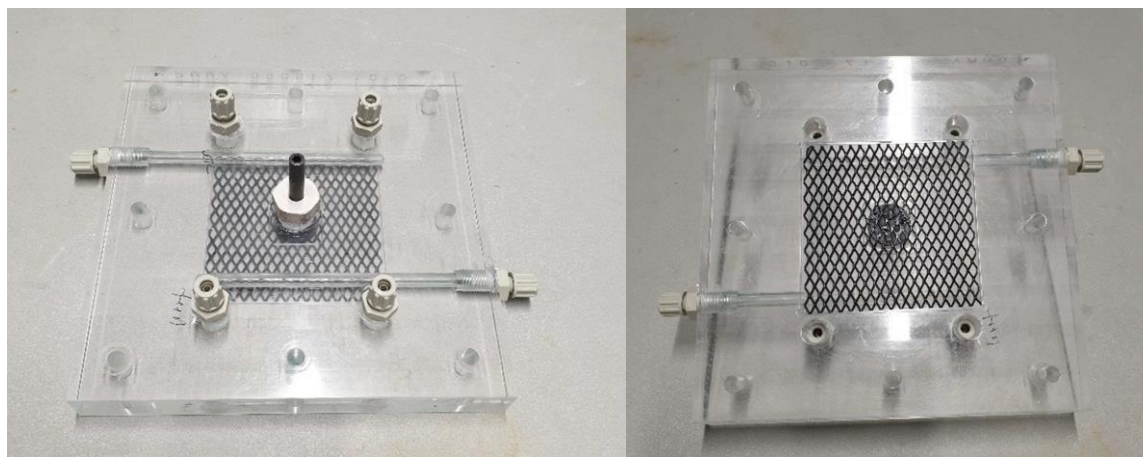
Tanárok részére Ammónia visszanyerése szennyvízből



2 db T-csatlakozó

1. lépés

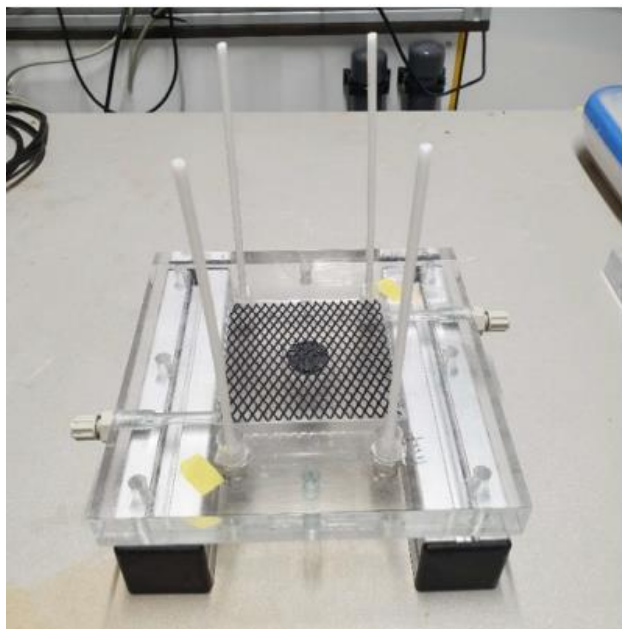
Először rögzítse a T-csatlakozókat az előlaphoz és a hátlaphoz. Erősítsen teflonszalagot a vezetékekre, ez meggátolja a későbbiekben az elektrolit szivárgását. Ezután rögzítse a 8 tömlőcsatlakozót mindkét lemezhez. Ügyeljen arra, hogy ne szivároghassanak, ezért ragassza le a vezetékeket teflonszalaggal. Ezután rögzítse az elektródákat mindkét lemezhez. Ezután a lépés után a felépítménynek meg kell felelnie az 1. ábrán látható konstrukciónak.



1. ábra: az előlap az 1. lépés után

Tanárok részére Ammónia visszanyerése szennyvízből

2. lépés



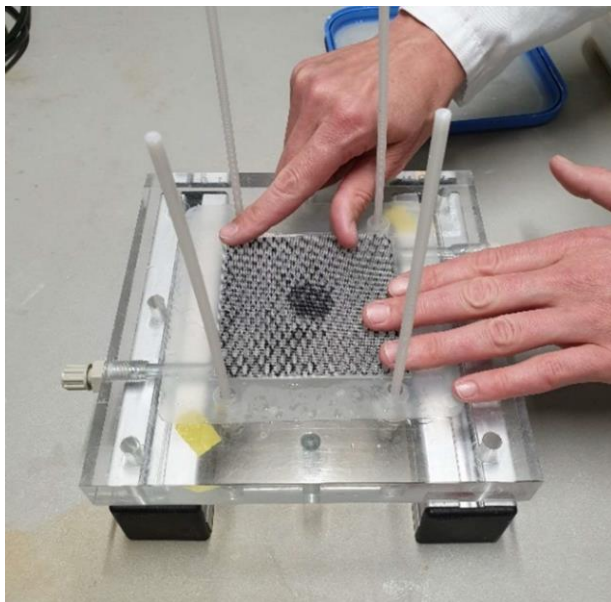
2. ábra: a cella fel van emelve, és a négy cső a helyén van

Helyezze az előlapot a tömlőcsatlakozókkal lefelé valamilyen alátámasztásra (2. ábra). Így megakadályozza, hogy a cella az elektródát eldeformálja. Helyezze a négy csövet az elektróda sarkainál lévő lyukakba a képen látható módon.

3. lépés

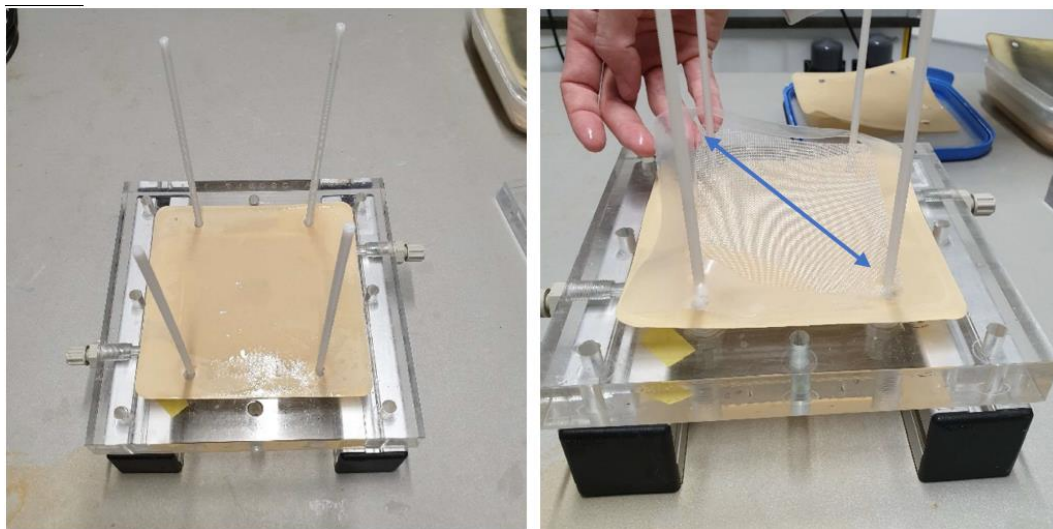
Most elkezdjük felépíteni a cellát. Öblítse le csapvízzel az összes membránt, a távtartót és a tömítéseket. Ez megkönnyíti a tapadást és megakadályozza a szivárgást. Először helyezze a négyzet alakú tömítést a négy cső köré. Helyezze bele a négyzet alakú távtartót pontosan, úgy, hogy ne legyen átfedésben a tömítéssel (ami megakadályozza a szivárgást). Ld. a 3. ábra.

Tanárok részére Ammónia visszanyerése szennyvízből



3. ábra: a négyzet alakú tömítés és távtartó elhelyezése

4. lépés



4. ábra: a membrán és a távtartók elhelyezése

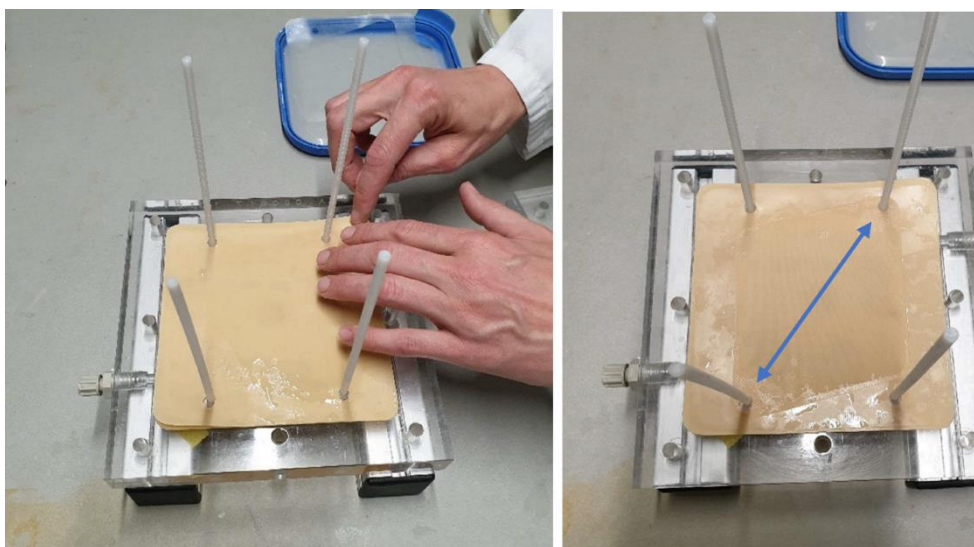
Ezután az első kationcserélő membránt helyezze a felépítmény tetejére, majd rakon rá egy szilikon tömítést és helyezze el a távtartó közepén (úgy, hogy ne legyen átfedés a szivárgás megelőzése érdekében). Fontos,

Tanárok részére Ammónia visszanyerése szennyvízből

hogy a távtartót és a tömítést a képen látható módon a megfelelő irányban helyezzük el (4. ábra). Ez az oldatok áramlása miatt fontos. A teljes áttekintés a 9. ábrán látható.

5. lépés

Helyezze rá a rendszerre a második kationcserélő membránt. Rakjon egy szilikon tömítést a tetejére, és helyezze el a távtartó a közepén. FONTOS, hogy a távtartó és a szigetelés most a másik irányba nézzen. Lásd az 5. és 9. ábrát.

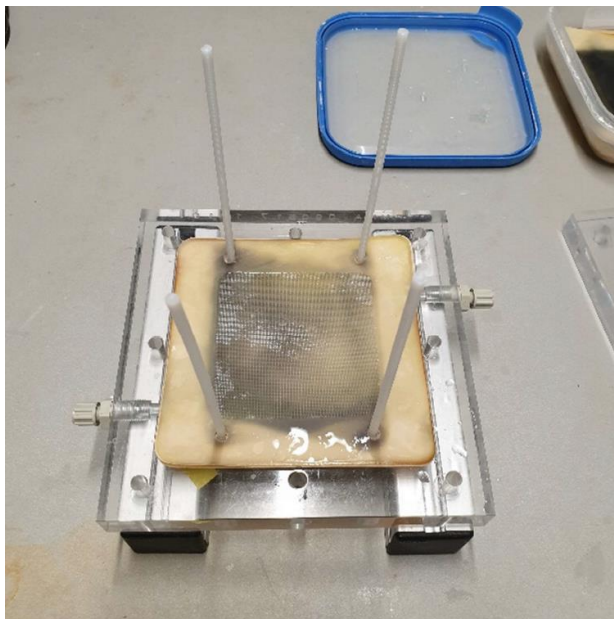


5. ábra: a második kationcserélő membrán elhelyezése

6. lépés

Végül rakja a rendszer tetejére az anódcserélő membránt. Ezután helyezze el a négyzet alakú távtartót és a tömítést (6. ábra. Az anódcserélő membrán kissé elszíneződött, de ez normális jelenség a membránok esetében).

Tanárok részére Ammónia visszanyerése szennyvízből

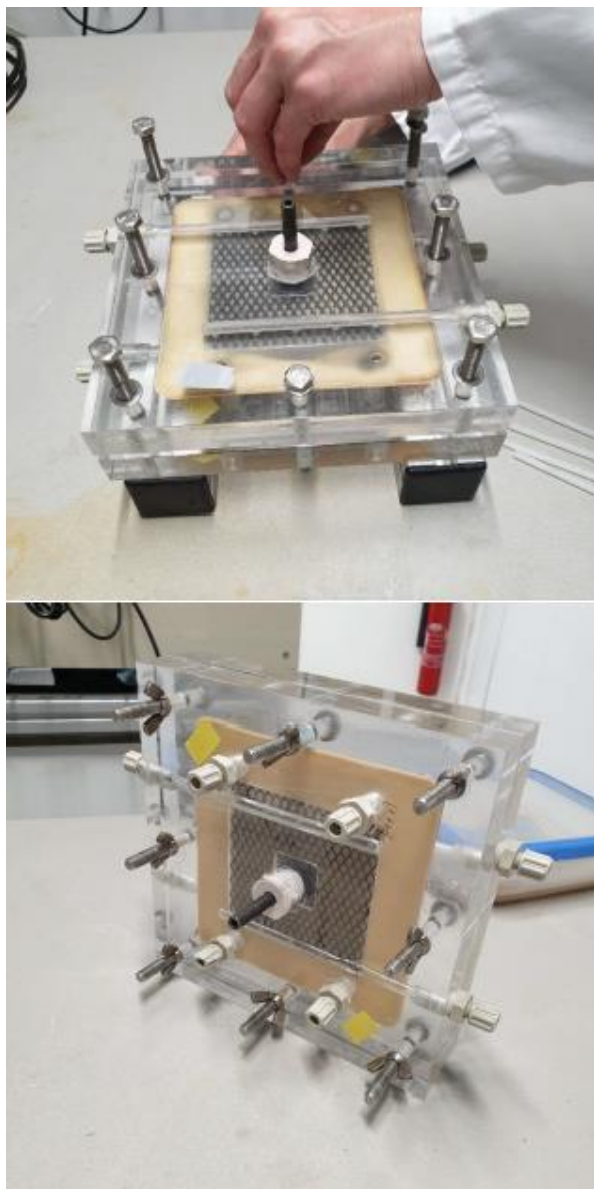


6. ábra: az anódcserélő membrán a négyzet alakú távtartóval és a tömítéssel

7. lépés

Ennél a lépésnél egyszerűbb két emberrel dolgozni. Óvatosan helyezze rá a felépítményre a hátlapot a 7. ábrán látható módon. Ügyeljen arra, hogy ne mozduljon el egyik membrán, távtartó vagy tömítés sem. Távolítsa el a műanyag csöveket, dugja át a csavarokat a lyukakon, és hagyja, hogy az előlap furataiba besüllyedjenek. Az egyik személy emelje fel a cellát, a két réteget együtt tartva, míg a másik rögzítse a szárnyas anyákat, hogy a cella lezáródjon (lásd a 7. ábrát). Szorítsa meg a szárnyas anyákat úgy, hogy az egyes csavarok meghúzása után az ellenkező oldalon lévőket húzza meg. Ez megakadályozza, hogy a cella rétegei elcsavarodjanak vagy elcsússzanak egymáshoz képest.

Tanárok részére Ammónia visszanyerése szennyvízből

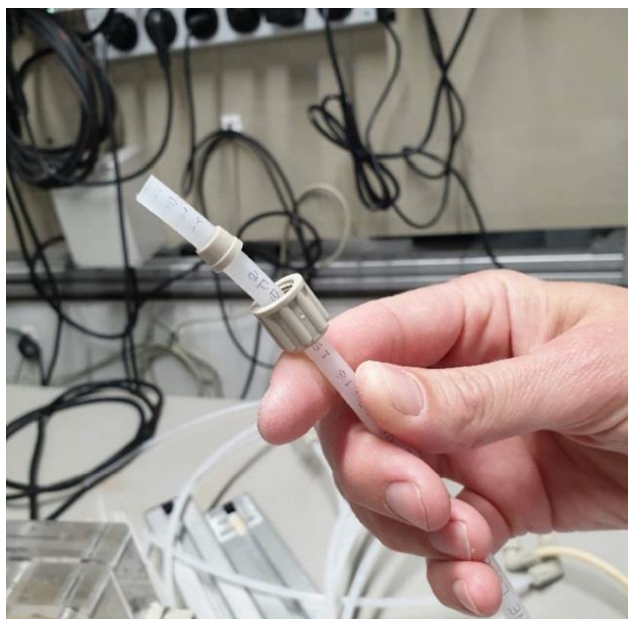


7. ábra: a cella zárása

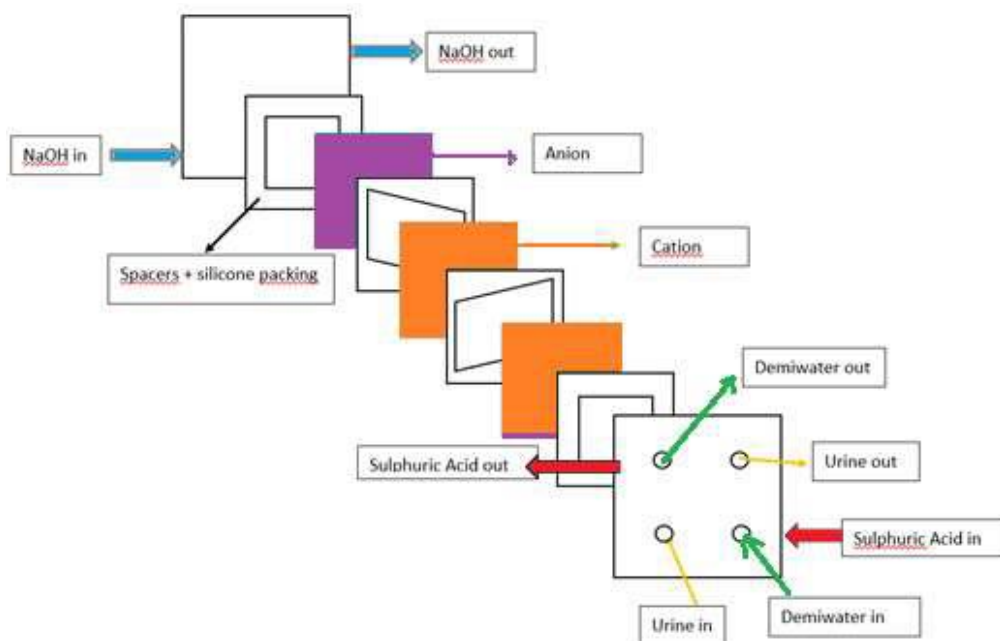
8. lépés

Most az összes csövet csatlakoztassa, a 8. ábra szerint. Állítsa be a csövezést ezzel együtt az oldatot a megfelelő módon, a 9. ábra elrendezése szerint. A csövek címkézése a következő legyen: sárga a vizelet, zöld a desztillált víz, piros a kénsav és kék a nátrium-hidroxid.

Tanárok részére Ammónia visszanyerése szennyvízből



8. ábra: a tömlőcsatlakozó egyik része egy csövön, összeszerelés előtt



9. ábra: az összes oldat áramlása

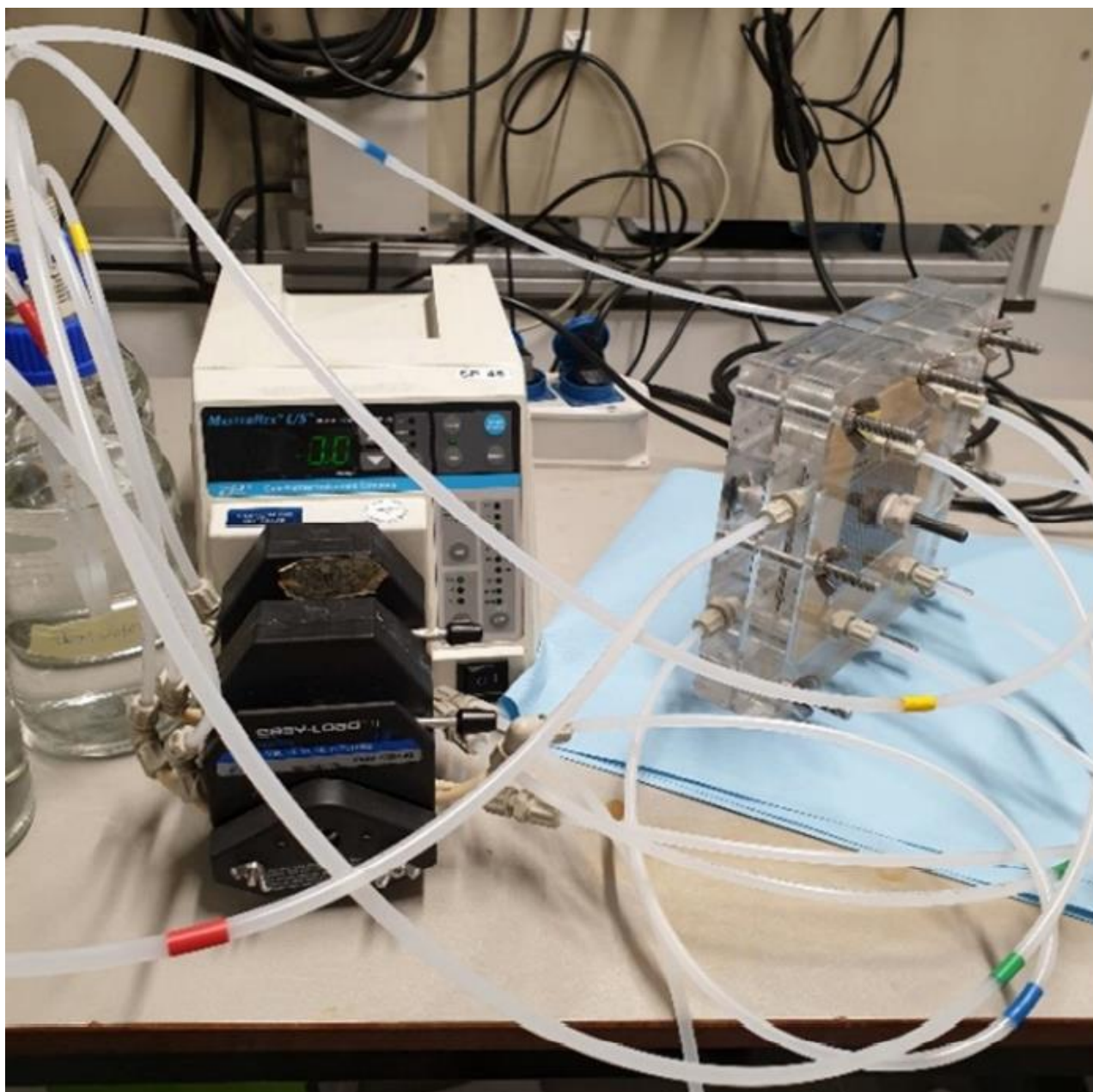
Tanárok részére Ammónia visszanyerése szennyvízből

Amikor a csövek a helyükön vannak, csatlakoztasson a szivattyút az áramlási sebesség beállításához (10. ábra). Győződjön meg arról, hogy a cső a szivattyú „háromszög terében” van (lásd a 10. ábrán a piros kört). Miután csatlakoztatta a szivattyút, indítsa el a beállítást és töltsse fel a cellát. Így ellenőrizheti a szivárgást. Beállíthatja az áramlás irányát és sebességét. A cella feltöltéséhez 20 ml/perc sebességet használjon. Amikor a rendszer szépen, szivárgás nélkül működik, elkezdheti a kísérletet.



10. ábra: a csövek behelyezése a szivattyúba

Tanárok részére Ammónia visszanyerése szennyvízből



11. ábra: minden cső a helyére és a szivattyúhoz is rögzítésre került

Tisztítás

Kapcsolja át a szivattyú forgásirányát, hogy az összes folyadék távozzon a rendszerből. Húzza ki az összes csövet és öblítse át őket vízzel a fecskendő segítségével. Nyissa ki a cellát, és öblítse le vízzel az összes anyagot. Fontos, hogy a membránokat vízben és zárt dobozban tárolja. Az összes többi alkatrészt szárítsa meg.

Tanárok részére **Ammónia visszanyerése szennyvízből**

Számítások

Szintetikus vizelet (1L)

1 liter 12,8 mM KCl-oldat elkészítéséhez 12,8 mmol KCl-ra van szükség

KCl Mw = 74,55 g/mol

Tehát $12,8/1000 \cdot 74,55 = 0,9542$ g KCl-t szükséges feloldania

1 liter 10,9 mM NaCl oldat elkészítéséhez 10,9 mmol NaCl szükséges

NaCl Mw = 58,443 g/mol

Tehát $10,9/1000 \cdot 58,443 = 0,6370$ g NaCl-t szükséges feloldania

1 liter 0,26 mM K₂SO₄ oldathoz 0,26 mmol K₂SO₄-re van szükség

Mw K₂SO₄ = 174,259 g/mol

Tehát $0,26/1000 \cdot 174,259 = 0,0453$ g K₂SO₄ szükséges feloldania

1 liter 46,2 mM (NH₄)₂CO₃ oldat elkészítéséhez 46,2 mmol (NH₄)₂CO₃ szükséges

Mw (NH₄)₂SO₄ = 96,09 g/mol

Tehát $46,2/1000 \cdot 96,09 = 4,4394$ g (NH₄)₂CO₃ szükséges feloldania

Kénsav (1L)

1 liter 0,25 M H₂SO₄ oldathoz 0,25 mol H₂SO₄-re van szükség

Mw H₂SO₄ = 98,079 g/mol

Tehát $0,25 \cdot 98,079 = 24,5198$ g H₂SO₄-et szükséges feloldania

Nátrium 1L

1 liter 0,25 M NaOH oldathoz 0,25 mol NaOH-ra van szükség

Mw NaOH = 39,9971 g/mol

Tehát $0,25 \cdot 39,9971 = 9,9993$ g NaOH-t szükséges feloldania