


Per l'insegnante Recupero dell'ammoniaca

Modulo 1

Costruzione della cella di recupero dell'ammoniaca

Occorrente



Reagenti	Formula		Quantità (g) o Concentrazione (M)
Cloruro di potassio	KCl		12.8 mM
Cloruro di sodio	NaCl		10.9 mM
Solfato di potassio	K ₂ SO ₄		0.26 mM
Carbonato di ammonio	(NH ₄) ₂ CO ₃		46.2 mM
Acido solforico	H ₂ SO ₄	Corrosivo e tossico	0.25 M
Idrossido di sodio	NaOH	Altamente corrosivo	0.25 M

Lista di strumenti/materiali

- 4 bottiglie di vetro da 1L
- Ancorette magnetiche
- Bastoncini per mescolare
- Cucchiari
- Bilancia (sensibilità: 0.01 g)

Note aggiuntive di sicurezza



La cella di recupero dell'ammoniaca non deve essere costruita sotto cappa. Camice da laboratorio e occhiali sono necessari. Quando si lavora con l'acido solforico, l'idrossido di sodio e le acque reflue lo studente dovrebbe indossare guanti in vinile. Assicurarsi che gli studenti conservino le membrane dopo l'uso in acqua, in modo che non si asciughino. Le modifiche alla cella elettrochimica dovrebbero essere compiute soltanto con la corrente staccata.

Per l'insegnante **Recupero dell'ammoniaca**

Procedura di laboratorio:

Preparare le soluzioni

Usare acqua demineralizzata nei seguenti passaggi:

- Per l'urina sintetica: fare una soluzione di
 - 12.8 mM KCl (per verifica dell'insegnante: 0.9542 g KCl in 1L)
 - 10.9 mM NaCl (per verifica dell'insegnante: 0.6370 g NaCl in 1L)
 - 0.26 mM K_2SO_4 (per verifica dell'insegnante: 0.0453 g K_2SO_4 in 1L)
 - 46.2 mM $(NH_4)_2CO_3$ (per verifica dell'insegnante: 4.4394 g $(NH_4)_2CO_3$ in 1L)
- Fare una soluzione di acido solforico (H_2SO_4) di 0.25 M per l'anodo (sotto cappa, per verifica dell'insegnante: 24.5198 g H_2SO_4 in 1L)
- Fare una soluzione di idrossido di sodio (NaOH) di 0.25 M per il catodo (sotto cappa, per verifica dell'insegnante: 9.9993 g NaOH in 1L)

A seconda di quanto tempo si desidera eseguire l'esperimento, è possibile regolare la quantità di soluzione necessaria. Nel caso in cui si lascia l'esperimento, è possibile regolare la quantità di soluzione necessaria. Nel caso in cui si lascia l'esperimento durante la notte, si consiglia di fare almeno 1 litro di ogni soluzione.

Costruire la cella elettrochimica

Nelle prossime pagine è mostrato passo per passo come costruire la cella elettrochimica.

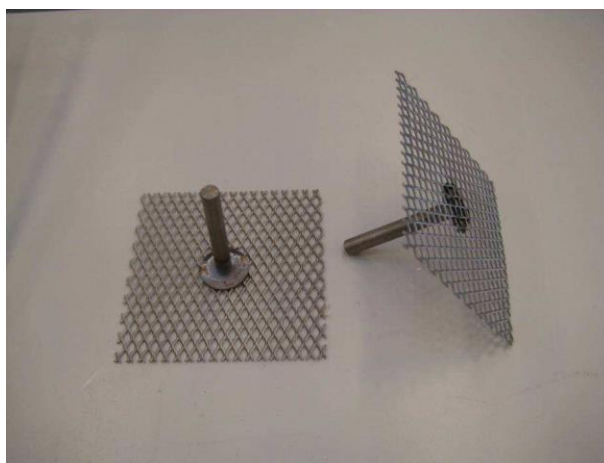
Per l'insegnante

Recupero dell'ammoniaca

Materiali:



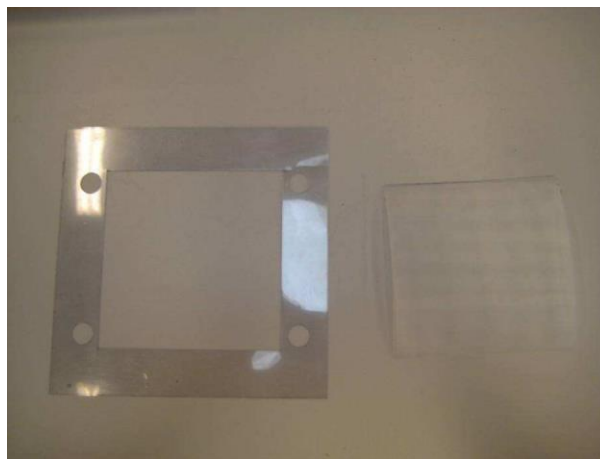
Sinistra: Membrana a scambio cationico (con foro nell'angolo) 2x; Destra: Membrana a scambio anionico 1x



Elettrodi 2x



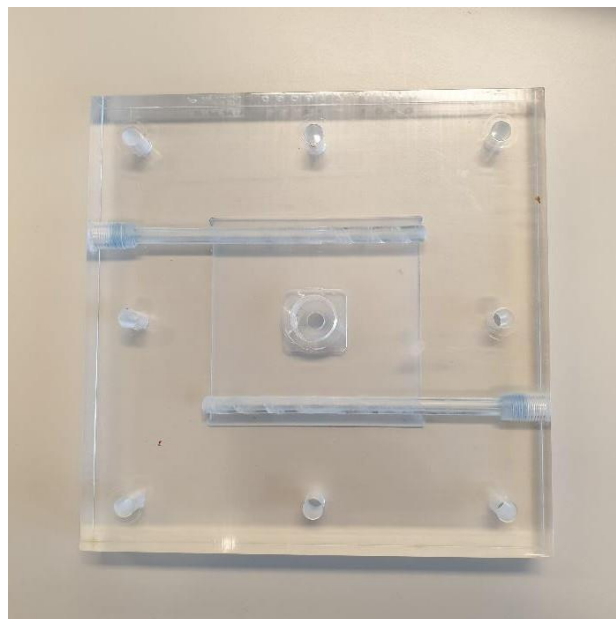
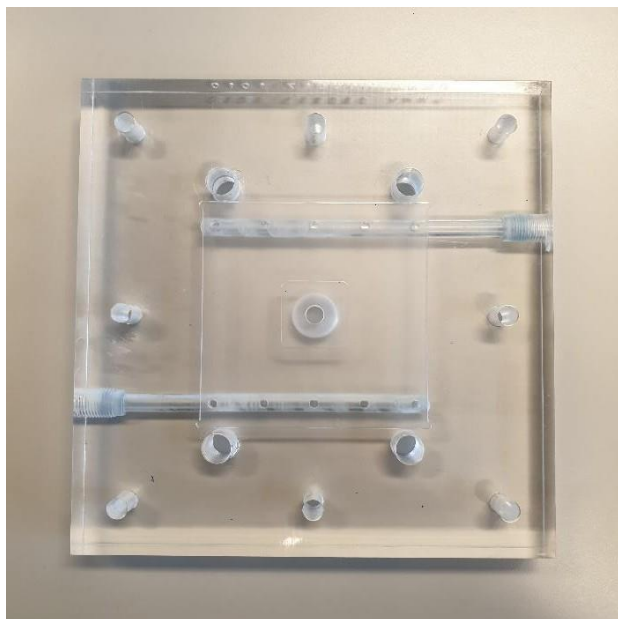
Sinistra: Distanziatori 3x; Destra: Imballaggi in silicone 3x



Imballaggio (sinistra) 2x e distanziatori (destra) 2x per la piastra iniziale e finale

Per l'insegnante

Recupero dell'ammoniaca



Sinistra: Piastra di partenza (con quattro fori intorno al centro, per il fissaggio delle diverse soluzioni); a destra: Piastra di fine



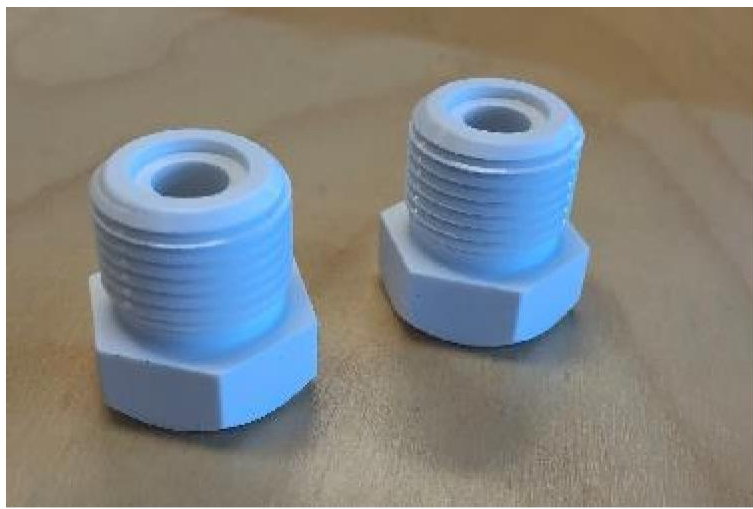
Tubo flessibile (8x)



Sopra: tubi di plastica (4x); B (8x)

Per l'insegnante

Recupero dell'ammoniaca



Giunto (2x)

Passaggio 1

Prima collegare i giunti alla piastra di inizio e fine. Applicare un po' di nastro Teflon sui fili, questo impedirà la perdita dell'elettrolita in seguito. Quindi fissare gli 8 connettori del tubo flessibile su entrambe le piastre. Assicurarsi che non perdano, quindi legare i fili con nastro Teflon. Quindi collegare gli elettrodi a entrambe le piastre. Dopo questo passaggio dovrebbe apparire come l'impostazione della figura 1.

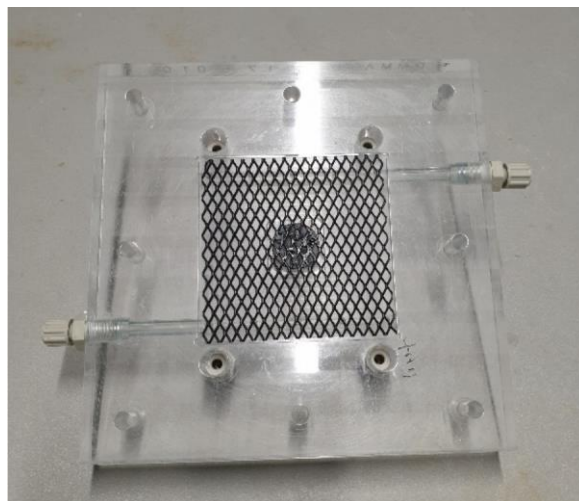
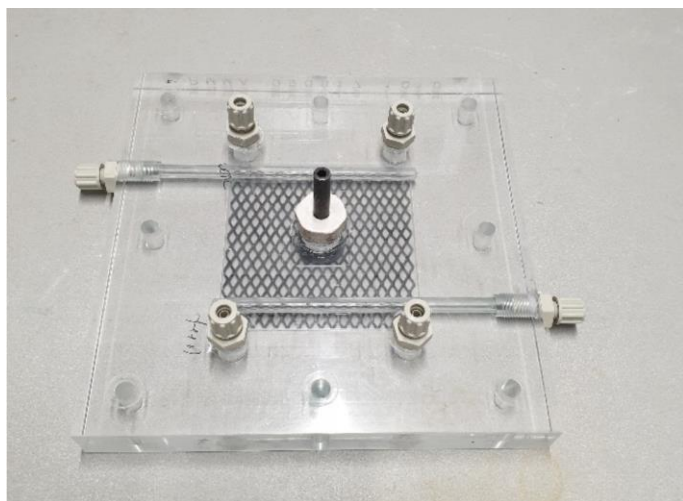


Figura 1: Piastra di partenza dopo il passaggio

Per l'insegnante Recupero dell'ammoniaca

Passaggio 2

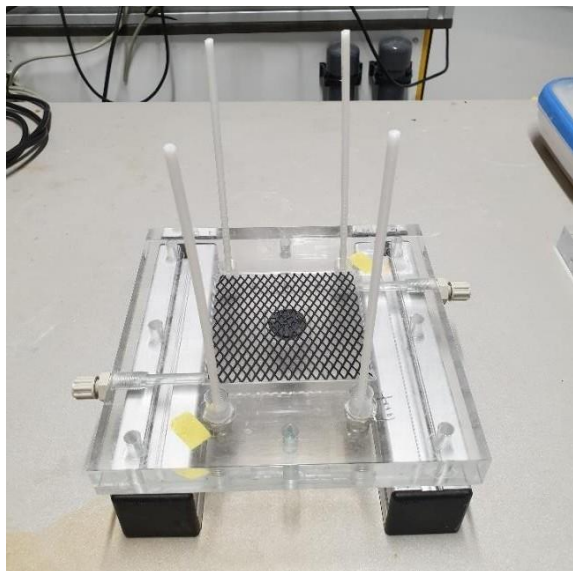


Figura 2: la cella viene sollevata e i quattro tubi sono in posizione.

Posizionare la piastra di partenza con i raccordi verso il basso sopra qualcosa (figura 2). In questo modo si impedisce alla cella di appoggiarsi sull'elettrodo. Posizionare i quattro tubi nei fori intorno all'elettrodo come mostrato nella foto.

Passaggio 3

Adesso iniziamo a costruire la cella. Assicurati di sciacquare tutte le membrane, i distanziali e gli imballaggi con acqua di rubinetto/ Questo rende l'impilamento più facile e aiuta a prevenire le perdite. In primo luogo, posizionare l'imballaggio quadrato sopra i quattro tubi. Posizionare il distanziatore quadrato esattamente in mezzo, senza sovrapporsi con l'imballaggio (questo impedirà perdite). Vedi figura 3.

Per l'insegnante Recupero dell'ammoniaca

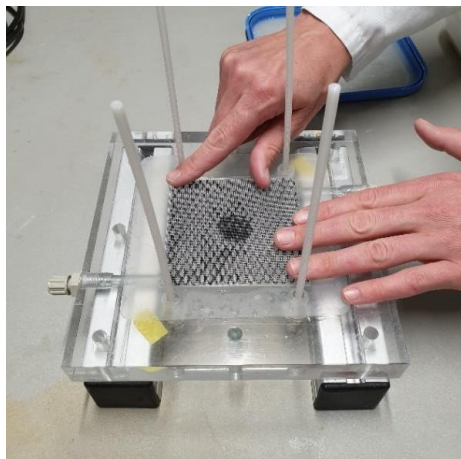


Figura 3: posizionare la guarnizione quadrata e distanziale.

Passaggio 4

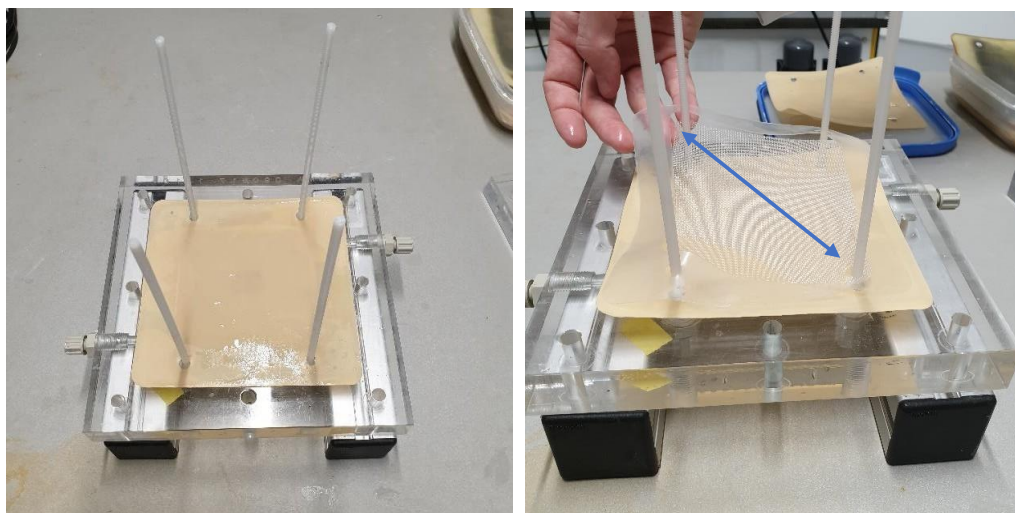


Figura 4: Posizionare la membrana e i distanziali.

Successivamente mettiamo la prima membrana di scambio cationico in cima. Mettere un imballaggio in silicone in cima e posizionare il distanziale al centro (senza sovrapporsi, per evitare perdite). È importante posizionare il distanziale e l'imballaggio nella giusta direzione, come indicato nella figura (figura 4). Questo è importante per il flusso delle soluzioni. Per una panoramica completa, vedere figura 8.

Passaggio 5

Posizionare la seconda membrana di scambio cationico in alto. Mettere un imballaggio in silicone in cima e posizionare il distanziatore al centro. **IMPORTANTE:** il distanziale e l'imballaggio devono essere posizionati nell'altra direzione ora! Vedi figura 5 e 8.

Per l'insegnante

Recupero dell'ammoniaca

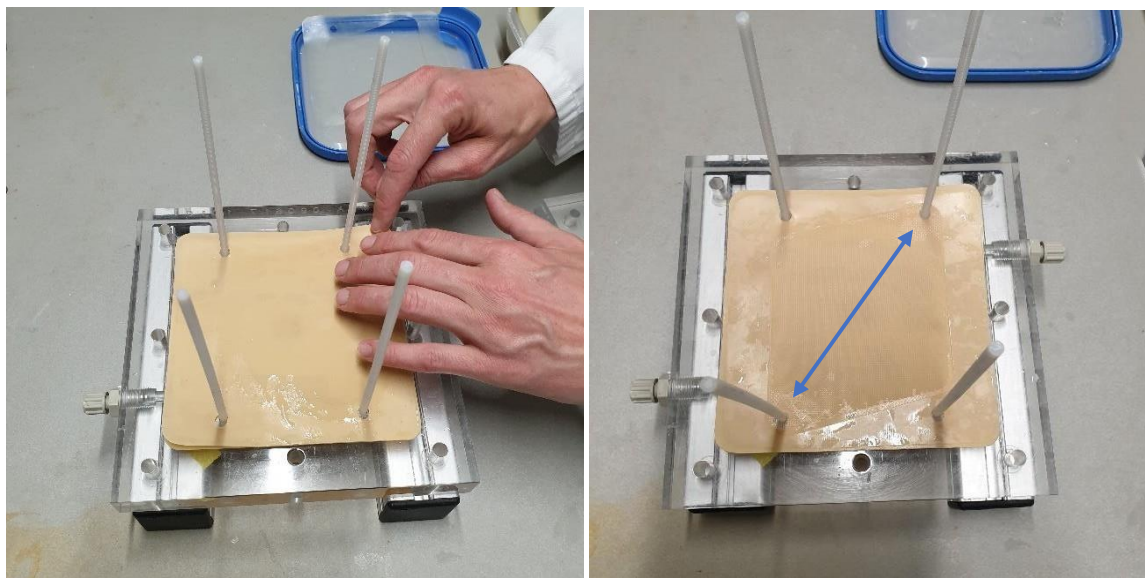


Figura 5: posizionare secondo CEM

Passaggio 6

Rifinire la cella disponendo la membrana di scambio dell'anodo sopra. Posizionare poi il distanziatore quadrato e l'imbottimento (figura 6, l'AEM è un po' colorato, ma questo è normale per le membrane).

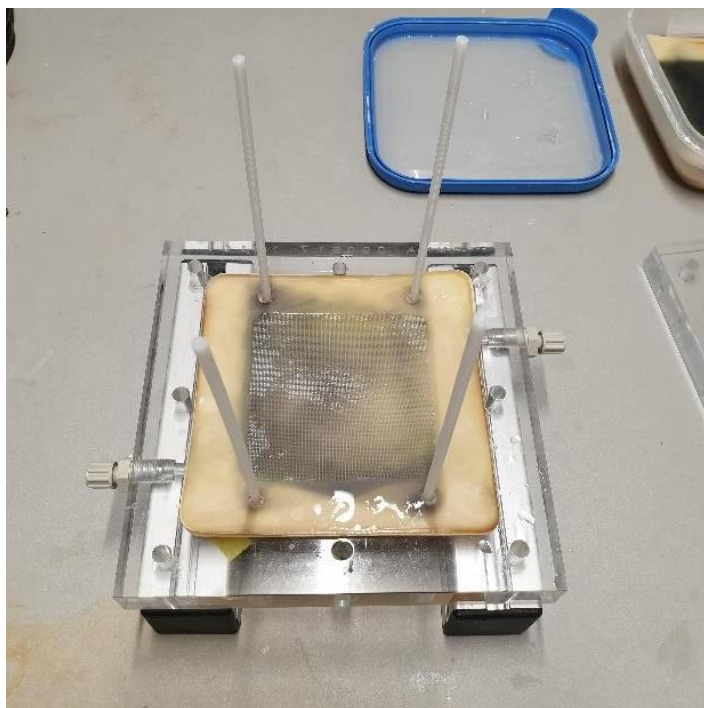
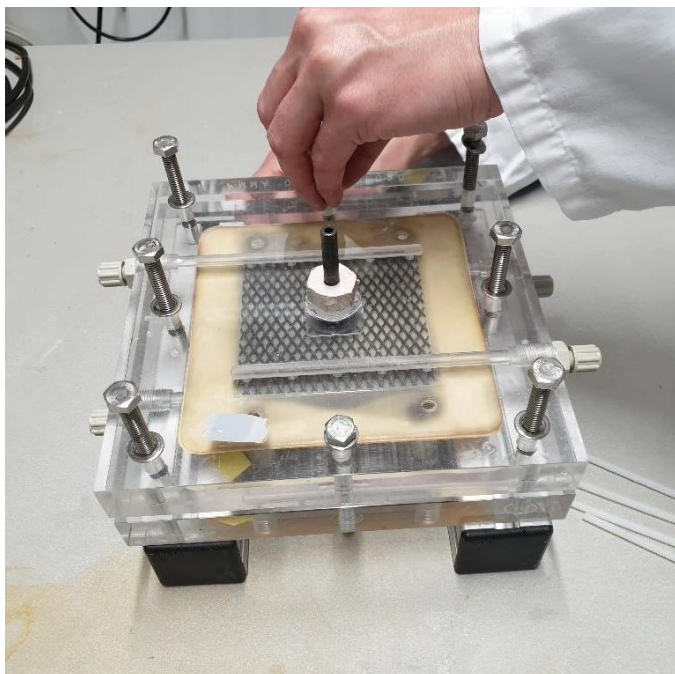


Figura 6: AEM con distanziale quadrato e guarnizione.

Per l'insegnante

Recupero dell'ammoniaca

Passaggio 7



Per questo passo è più comodo lavorare con due persone. Posizionare con attenzione la piastra di estremità sulla parte superiore della pila, come illustrato in figura 7. Fare molta attenzione a non spostare le membrane, distanziali o di imballaggio: rimuovere i tubi di plastica, posizionare i bulloni attraverso i fori e lasciarli affondare nei fori della plastica di avvio. Uno dei due può sollevare la cella mentre tiene insieme le due piastre, l'altro può attaccare i dadi delle ali per chiudere la cella (vedi figura 7). Serrare i dadi delle ali come segue: dopo averne stretto uno, stringere quello sul lato opposto. Ciò impedisce alla cella di deformarsi.

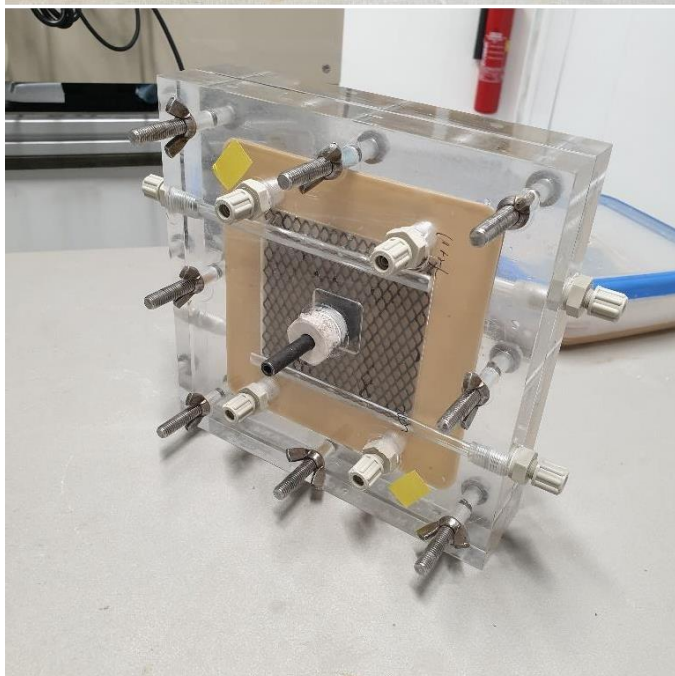


Figura 3: Chiusura della cella.

Per l'insegnante Recupero dell'ammoniaca

Passaggio 8

Ora è il momento di collegare i tubi, vedi figura 8. Regolare il tubo e con esso la soluzione nel modo giusto, come illustrato nello schema della figura 9. I tubi sono etichettati come segue: giallo per l'urina, verde per l'acqua demineralizzata, rosso per l'acido solforico e blu per l'idrossido di sodio.

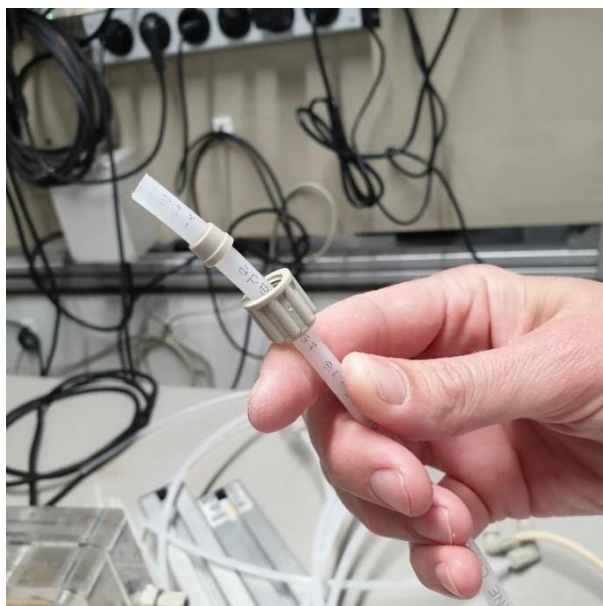


Figura 8: Parte di un connettore per tubo flessibile su un tubo, prima del montaggio

Per l'insegnante Recupero dell'ammoniaca

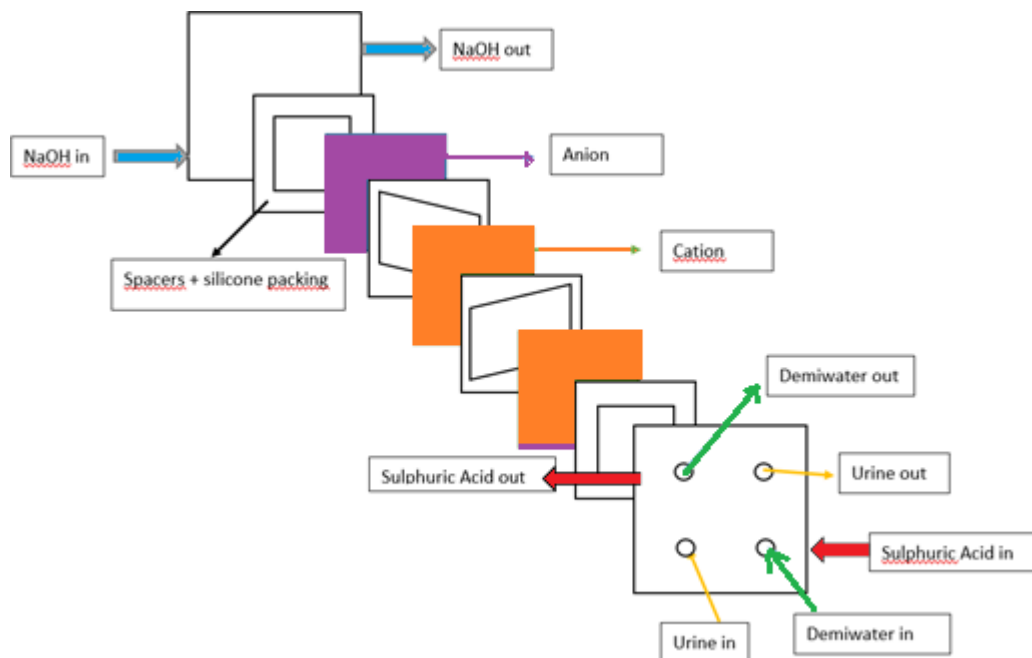


Figura 9: Flusso di tutte le soluzioni

Per l'insegnante Recupero dell'ammoniaca



Figura 10: Posizionamento dei tubi nella pompa

Per l'insegnante

Recupero dell'ammoniaca

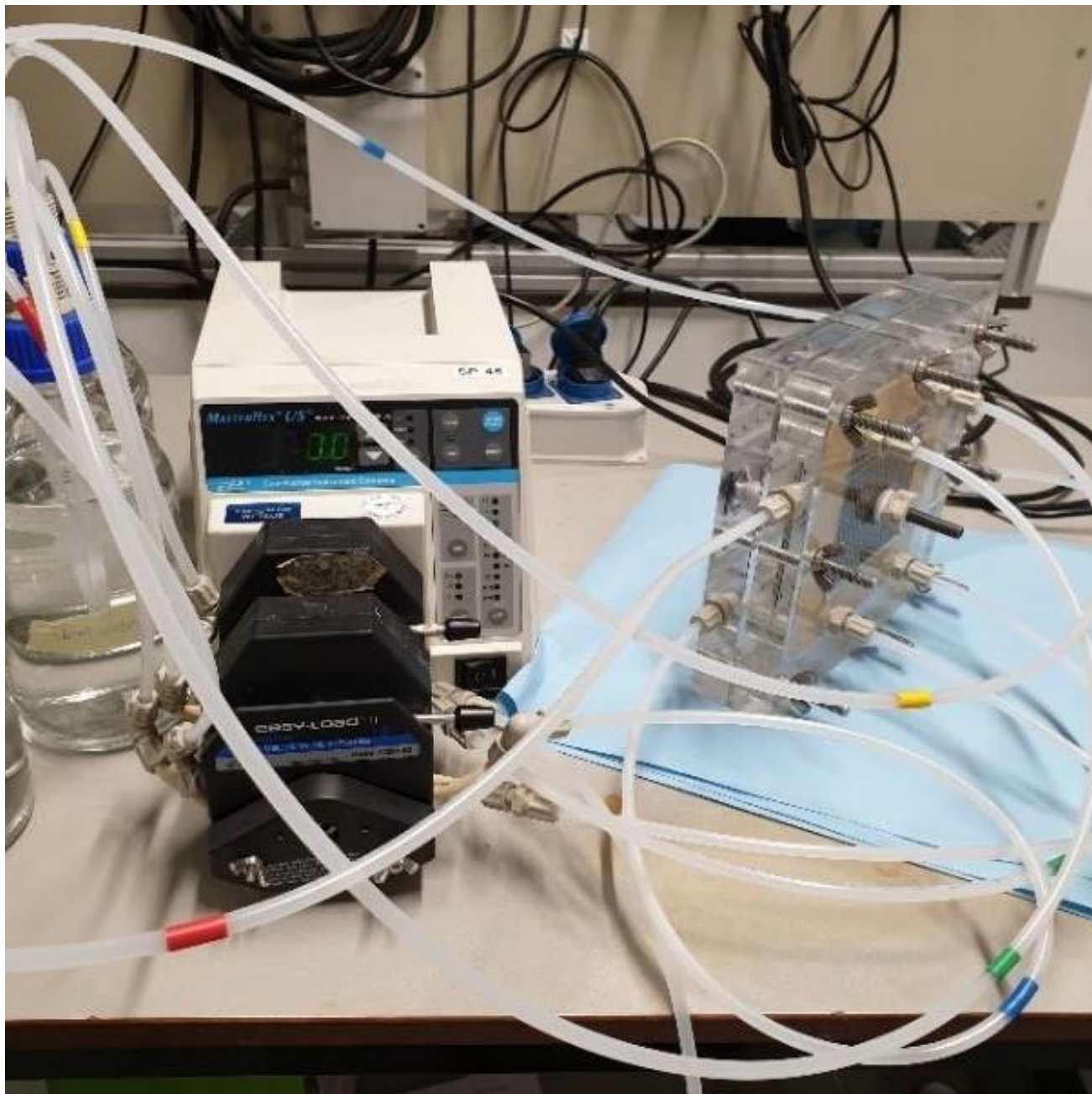


Figura 11: Tutti i tubi in posizione e collegati alla pompa.

Pulizia

Ruotare la direzione della pompa, in modo che tutto il liquido venga rimosso dal sistema. Rimuovere tutti i tubi e sciacquarli con acqua, utilizzando la siringa. Aprire la cella e sciacquare tutti i materiali con acqua. **Importante:** conservare le membrane in una scatola chiusa con acqua. Asciugare tutti gli altri materiali.

Per l'insegnante **Recupero dell'ammoniaca**

Calcoli

Urina sintetica (1L)

Per ottenere 1L di 12.8 mM KCl soluzione sono necessari 12.8 mmol KCl

Mw di KCl = 74.55 g/mol

Quindi è necessario sciogliere $12.8/1000 \cdot 74.55 = 0.9542$ g KCl

Per ottenere 1L di 10.9mM NaCl soluzione sono necessari 10.9 mmol NaCl

MW of NaCl = 58.443 g/mol

Quindi è necessario dissolvere $10.9/1000 \cdot 58.443 = 0.6370$ g NaCl

Per ottenere 1L di 0.26 mM K₂SO₄ soluzione sono necessari 0.26 mmol K₂SO₄

Mw K₂SO₄ = 174.259 g/mol

Quindi è necessario dissolvere $0.26/1000 \cdot 174.259 = 0.0453$ g K₂SO₄

Per ottenere 1L di 46.2 mM (NH₄)₂CO₃ soluzione sono necessari 46.2 mmol (NH₄)₂CO₃

Mw (NH₄)₂SO₄ = 96.09 g/mol

Quindi è necessario dissolvere $46.2/1000 \cdot 96.09 = 4.4394$ g (NH₄)₂CO₃

Acido solforico (1L)

Per ottenere 1L di 0.25 M H₂SO₄ soluzione sono necessari 0.25 mol H₂SO₄

Mw H₂SO₄ = 98.079 g/mol

Quindi è necessario dissolvere $0.25 \cdot 98.079 = 24.5198$ g H₂SO₄

Sodio 1L

Per ottenere 1L di 0.25 M NaOH soluzione sono necessari 0.25 mol NaOH

Mw NaOH = 39.9971 g/mol

Quindi è necessario dissolvere $0.25 \cdot 39.9971 = 9.9993$ g NaOH