



**UNIVERSITÀ
DI PARMA**

DIPARTIMENTO DI SCIENZE
CHIMICHE, DELLA VITA E DELLA
SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE



Piano nazionale Lauree Scientifiche

PLS – Chimica

UNIPR

Presentazione

Quella che segue è la raccolta di alcune esperienze pratiche di laboratorio come possibile supporto all'insegnamento della chimica nella scuola superiore che volentieri mettiamo nelle mani di voi insegnanti di chimica, o più in generale di scienze, perché speriamo possiate trovarne tra esse almeno alcune che siano non solo utili per la vostra attività, ma anche, allo stesso tempo, realizzabili nelle strutture laboratoriali a vostra disposizione nelle scuole in cui lavorate. Da questo punto di vista, ve ne sono di diverso livello di difficoltà e con differenti esigenze dal punto di vista dell'attrezzatura richiesta per metterle in pratica. Sono probabilmente esperimenti più mirati a scuole non tecniche, ma anche chi di voi insegna in queste ultime potrebbe, forse, trovarvi qualche spunto di interesse per i propri studenti e studentesse, magari per andare oltre partendo da quelli qui proposti.

Questo piccolo strumento di lavoro è nato dalla richiesta da parte della Prof.ssa Maria Gabriella Dallafiora, che ringraziamo, del Liceo Scientifico "G. Ulivi" di Parma, la quale desiderava, con il nostro aiuto, mettere ordine e recuperare alla piena funzionalità un ampio elenco di esperimenti che nel tempo si era accumulato nella sua scuola. Nell'ambito del Progetto Piano Nazionale Lauree Scientifiche "PLS 2014-2016 – Chimica" (in realtà attivo per gli anni scolastici 2015/16-2017/18) abbiamo raccolto questa sua richiesta rivedendo, aggiungendo, selezionando, rinnovando. Questo è il risultato che, come detto, viene ora messo a disposizione di tutti coloro che vorranno prenderne visione ed eventualmente utilizzarlo.

Come voi ben sapete, chiamati a cimentarvi nell'insegnamento della CHIMICA, l'attività laboratoriale è pressoché indispensabile per comprenderne i concetti, acquisirne conoscenze e competenze, per assaporare cosa sia davvero questa disciplina scientifica. In questo senso, tale attività pratica serve indubbiamente a studenti e studentesse anche come strumento per auto-valutare la propria predisposizione e il proprio interesse alla materia favorendo un corretto orientamento nella scelta del percorso universitario.

Speriamo dunque che tra gli esperimenti proposti possiate davvero trovarne almeno alcuni realizzabili nelle vostre scuole per concorrere al raggiungimento di questi obiettivi. In ogni caso possiamo anche considerare questo come uno strumento in costruzione ed evoluzione, aperto all'inclusione di ulteriori proposte che vengano direttamente da voi. In questo senso potrebbe essere interessante avviare, partendo da qui, un ulteriore proficuo scambio tra tutti voi e tra noi e voi per continuare ad arricchire e perfezionare questo piccolo sussidio e sostenerci a vicenda nell'opera di insegnamento offerta a studenti e studentesse.

Aggiungiamo una piccola nota tecnica. Resta inteso che le procedure fornite potranno essere eseguite solo seguendo le misure di prevenzione e protezione previste, per gli specifici rischi, nel D.Lgs. 81/08 e s.m.i., in particolare utilizzando i dispositivi di protezione collettiva e/o individuale necessari, e in presenza di personale autorizzato e adeguatamente formato. Dovrà essere cura della scuola individuare e far osservare tali misure in funzione delle schede di sicurezza delle sostanze e dei sistemi a disposizione. L'Università e noi docenti e ricercatori chimici in particolare rimaniamo comunque a disposizione per chiarimenti o supporto per gli aspetti legati alla sicurezza.

A questo punto non ci resta che augurare a tutti voi buon lavoro

Per il PLS-Chimica di Parma

Francesco Sansone, referente locale, e Luciano Marchiò

Parma, 29 agosto 2018

Indice delle esperienze

	<i>pag.</i>
1. Sublimazione dello iodio	1
2. Distillazione di sistema binario H ₂ O/etanolo	2
3. Miscela frigorifera	4
4. Versare l'anidride carbonica	6
5. Le moli di un gas	7
6. Saggi alla fiamma	9
7. Cromatografia su gessetto	12
8. Cromatografia dell'inchiostro	13
9. Cromatografia su colonna	15
10. Titolazione argento-metrica secondo Mohr	20
11. L'equilibrio chimico	22
12. Reazioni reversibili: cloruro ferrico e tiocianato di potassio	24
13. La legge di Proust e il reagente limitante	27
14. Titolazione acido-base	29
15. Misura dell'acidità del latte	33
16. La chimica del cavolo	35
17. Ossidi acidi e basici	37
18. Potenziali redox e celle elettrochimiche	39
19. Elettrolisi dell'acqua	43
20. Chimica di coordinazione: il sistema rame-glicina	45
21. Determinazione visiva della presenza di proteine	49
22. Ossidazione di aldeide ad acido carbossilico: reattivo di Tollens	51
23. Riconoscimento di aldeidi e chetoni: saggio di Fehling	54
24. Sintesi dell'aroma di banana: reazione di sintesi di un estere di acido carbossilico	57
25. Saponificazione	58
26. Sapone dalla noce moscata: reazione di idrolisi basica di un estere	60
27. Riciclo chimico: depolimerizzazione del PET	64
28. Sintesi del biodiesel da olio di oliva o olio di scarto	66
29. Produzione di biodiesel da olio vegetale esausto	68
30. Sintesi del Nylon: formazione del legame ammidico da cloruro di acido carbossilico	70
31. Determinazione dei lipidi	73
32. Decolorazione dello zucchero bruno	75
33. Estrazione di sostanze organiche acide	77

1. Sublimazione dello iodio

Lo iodio è una sostanza che, a pressione standard e temperature facilmente ottenibili in laboratorio, può dar luogo a passaggi di stato meno comuni come sublimazione e brinamento. In questa esperienza sarà possibile osservare entrambi i fenomeni.

Argomenti:

Passaggi di stato

Durata:

15 minuti

Scopo:

Illustrare visivamente i fenomeni di sublimazione e brinamento.

Materiale:

- Iodio
- Ghiaccio

Strumenti:

- Becher (o Beaker)
- Vetro da orologio
- Spatola
- Piastra riscaldante

Procedimento:

Si inserisce una punta di spatola nel becher, sopra al quale viene poggiato un vetrino da orologio ed un cubetto di ghiaccio. Si trasferisce il becher su di una piastra riscaldante e si osservano i fenomeni di passaggio di stato che avvengono in seguito a riscaldamento.

Risultato:

Lo iodio sublima formando vapori viola, e brina sul fondo del vetro da orologio, formando cristalli viola scuro.

Sicurezza:

	<u>Indicazioni di Pericolo</u>	<u>Consigli di Prudenza</u>
Iodio 	H312 + H332 Nocivo a contatto con la pelle o se inalato H315 Provoca irritazione cutanea. H319 Provoca grave irritazione oculare H335 Può irritare le vie respiratorie H372 Provoca danni agli organi (Tiroide) in caso di esposizione prolungata o ripetuta se ingerito. H400 Molto tossico per gli organismi acquatici.	P261 Evitare di respirare la polvere P273 Non disperdere nell'ambiente P280 Indossare guanti/indumenti protettivi. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare. P314 In caso di malessere, consultare un medico.

2. Distillazione di sistema binario H₂O/etanolo

La distillazione è una tecnica utilizzata per separare due o più sostanze presenti in una miscela, che sfrutta la differenza dei punti di ebollizione di tali sostanze. È possibile separare una miscela liquida nei suoi componenti o in frazioni più semplici, cioè in miscele parziali costituite dalle stesse sostanze iniziali, ma in proporzioni diverse. È una tecnica nota sin dal Medioevo, applicata inizialmente alla produzione di bevande alcoliche. In questa esperienza vedremo come è possibile separare una miscela di H₂O/etanolo 1:1 nei rispettivi componenti.

Argomenti:

Tecniche separative

Scopo:

Separare i componenti di un miscuglio liquido sfruttando la diversa temperatura di ebollizione.

Materiale:

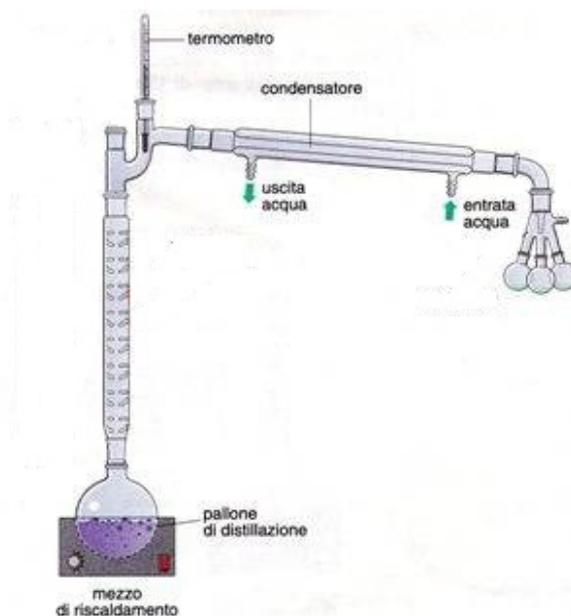
- Alcol denaturato
- Acqua

Strumenti:

- Termometro
- Colonna di frazionamento
- Pallone di vetro
- Mantello riscaldante
- Tubo refrigerante
- Contenitore di raccolta

Procedimento:

Si inseriscono nel pallone circa 30 ml di una soluzione H₂O/alcol etilico 1:1. Sopra a questo si inserisce la colonna di frazionamento, quindi un giunto in cui si inserisce il termometro ed infine il tubo refrigerante.



Si apre il rubinetto e si fa salire l'acqua controcorrente all'interno del tubo refrigerante, quindi si inizia a scaldare il pallone sul mantello riscaldante. Quando la temperatura sul termometro raggiunge i 79°C (temperatura di ebollizione dell'etanolo) sarà possibile vedere la progressiva discesa dell'etanolo nel

contenitore di raccolta. Al termine dell'esperimento il volume di liquido nel contenitore di raccolta dovrebbe essere circa uguale a quello rimasto nel pallone.

Conclusioni:

Il miscuglio contenuto nel pallone, cioè alcool e acqua, viene riscaldato e così si formano i vapori arricchiti del componente più volatile, ovvero etanolo, che passano nella colonna di frazionamento dove, a contatto con la superficie fredda, il componente meno volatile condensa e defluisce nella colonna, mentre il componente più volatile passa nel tubo refrigerante e condensa cadendo nel contenitore di raccolta. È quindi possibile osservare come attraverso la distillazione si possono separare i componenti di un miscuglio sfruttando il diverso punto di ebollizione dei liquidi.

Sicurezza:

	<u>Indicazioni di Pericolo</u>	<u>Consigli di Prudenza</u>
Etanolo 	H225 Liquido e vapori facilmente infiammabili. H319 Provoca grave irritazione oculare.	P210 Tenere lontano da fonti di calore, superfici riscaldate, scintille, fiamme e altre fonti di innesco. Vietato fumare. P280 Proteggere gli occhi/ il viso. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare. P337 + P313 Se l'irritazione degli occhi persiste, consultare un medico. P403 + P235 Conservare in luogo fresco e ben ventilato.

3. Miscela frigorifera

Acqua e sale formano una miscela eutettica, il cui punto di fusione è inferiore ai punti di fusione delle due sostanze. Nel caso del cloruro di sodio è a $-21,3^{\circ}\text{C}$ (miscela al 35% di NaCl), per il cloruro di potassio è a $-10,7^{\circ}\text{C}$ (miscela al 24,5% di KCl) e per il cloruro di magnesio è a -51°C (miscela al 21% di CaCl_2). Ghiaccio e sale, dunque, non possono coesistere in equilibrio ad una temperatura superiore a quella eutettica: in questo caso, il ghiaccio fonderà e il sale si scioglierà nel ghiaccio fuso. Verificheremo quindi come la fusione del ghiaccio sia una trasformazione di tipo endotermica e come il tipo di sale utilizzato determini un diverso eutettico e quindi una diversa temperatura.

Argomenti:

Passaggi di stato, trasformazioni endotermiche e esotermiche

Durata:

1 ora

Scopo:

Dimostrare come sia possibile preparare una miscela frigorifera mischiando ghiaccio con diversi sali e quale temperatura è possibile raggiungere cambiando il tipo di sale.

Materiale:

- Ghiaccio tritato
- NaCl in polvere
- KCl in polvere
- CaCl_2 in polvere

Strumenti:

- Becher
- Spatola
- Bacchetta di vetro
- Bilancia tecnica
- Termometro

Procedimento:

Inserire all'interno di un becher alcuni cubetti di ghiaccio e, servendosi di una bilancia, pesare la quantità di ghiaccio nel becher. Aggiungere nel becher una quantità di sale in modo che per ciascun sale il rapporto rispetto alla quantità di ghiaccio sia pari a:

NaCl = 35%	KCl= 24,5%	$\text{CaCl}_2=48\%$
------------	------------	----------------------

Mescolare e attendere alcuni minuti, quindi registrare la temperatura. Ripetere il processo per ogni tipo di sale avendo cura di rispettare la composizione percentuale tra ghiaccio e sale.

Risultato:

Il ghiaccio inizia a fondere e sciogliere il sale, assorbendo grandi quantità di calore e raffreddando il becher, tanto che all'esterno del becher dovrebbe formarsi una patina di ghiaccio dovuta all'umidità dell'aria che

condensa e congela. Le temperature registrate dovrebbero essere di circa -10 °C per KCl, -23 °C per NaCl e -51 °C per CaCl₂.

Sicurezza:

	<u>Indicazioni di Pericolo</u>	<u>Consigli di Prudenza</u>
CaCl ₂ 	H319 Provoca grave irritazione oculare.	P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare.

4. Versare l'anidride carbonica

Questo che sembra un trucco da prestigiatore può essere un interessante esperimento per capire gli effetti delle diverse densità dei gas. In un recipiente verrà prodotta anidride carbonica facendo reagire aceto e bicarbonato ($\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$) l'anidride carbonica, avendo massa molecolare maggiore rispetto a quella media dell'aria (44 dalton contro 29 dalton) risulta più densa dell'aria. Se non si mescolano, quindi, l'anidride carbonica tenderà a muoversi verso il basso, potendo essere versata in un altro recipiente come fosse un liquido, spegnendo la candela in esso contenuta.

Argomenti:

Proprietà della materia: densità

Durata:

15 minuti

Scopo:

Dimostrare che l'anidride carbonica è più densa dell'aria.

Materiale:

- Aceto
- Bicarbonato di sodio
- Candela

Strumenti:

- Becher di altezza maggiore di quella della candela
- Beuta da 250 ml
- Fiammiferi o accendino
- Bilancia

Procedimento:

Versare all'interno di una beuta da 250 ml circa 50 ml di aceto. In seguito aggiungere circa 4,2g di bicarbonato di sodio e lasciar reagire per alcuni secondi. Inserire all'interno del becher una candela e accenderla. Fare il gesto di versare il contenuto della beuta nel becher, fermandosi prima che il liquido fuoriesca.

Risultato:

Nel momento in cui si aggiunge il bicarbonato all'aceto si sviluppa un'abbondante effervescenza: è l'anidride carbonica prodotta dalla reazione. Facendo il gesto di versare il contenuto della beuta nel becher, la candela si spegne: l'anidride carbonica, più densa dell'aria, scende dalla beuta al becher, sostituendo l'aria presente. La fiamma, rimasta senza ossigeno, si spegne.

Note:

E' possibile che il movimento di aria dovuto alla fiamma della candela ostacoli la discesa dell'anidride carbonica nel becher. Un procedimento alternativo consiste nel versare l'anidride carbonica in un becher senza candela, e calarvi poi dentro una candela accesa, che si dovrebbe spegnere.

5. Le moli di un gas

Così come, conoscendo il peso di un solido o il volume occupato da un liquido, è possibile risalire alla quantità di moli contenute, lo stesso può essere fatto per i gas servendosi dell'equazione di stato dei gas perfetti:

$$pV = nRT$$

Utilizzando i valori di pressione atmosferica e temperatura ambiente è possibile misurare il volume occupato da un gas per ottenere una buona approssimazione del numero di moli contenute nel gas. In questa esperienza verrà condotta una reazione che prevede lo sviluppo di un gas il cui volume sarà misurato aiutandosi con un cilindro graduato. La reazione in questione è la seguente:



Nel nostro caso verrà impiegato dell'aceto piuttosto che l'acido acetico puro.

Argomenti:

Legge dei gas

Durata:

1 ora

Scopo:

Misurare il numero di moli di gas che si sviluppano in una reazione.

Materiale:

- Aceto, acidità 6% m/V
- NaHCO₃

Strumenti:

- beuta da 250 ml
- 2 cilindri graduati da 50 ml
- bilancia
- spatola
- bacinella
- tubicini di gomma
- tappo forato per beuta

Procedimento:

In una beuta si inseriscono 50 ml di aceto, precedentemente misurati con l'aiuto di un cilindro graduato. Si inserisce un'estremità del tubicino dentro il cilindro graduato, facendolo passare nella bacinella mentre l'altra estremità viene connessa con il tappo forato. Si riempie la bacinella per $\frac{3}{4}$ di acqua avendo cura di segnare con un pennarello indelebile il livello del liquido sul cilindro graduato (appena sopra il livello dell'acqua). Si pesano 4,2g di NaHCO₃ che vengono trasferiti all'interno della beuta, quindi chiudere velocemente la beuta con il tappo forato e agitare gentilmente la beuta per omogeneizzare la miscela. In questo modo la CO₂ sviluppata fluisce attraverso il tubicino all'interno del cilindro, andando così a "gonfiare" la sacca d'aria presente all'interno di quest'ultimo. Al termine della reazione, si misura il volume di gas sviluppato come differenza tra la tacca segnata all'inizio con il pennarello indelebile sul cilindro e il livello a cui si è abbassata l'acqua all'interno del cilindro.

NOTA: con le quantità indicate il volume di CO₂ sviluppato è di circa 1,2 litri. E' opportuno utilizzare un cilindro (o recipiente affine graduato) di almeno 2 litri di capienza ed una bacinella di almeno 5 litri di capienza.

NaHCO₃	CH₃COOH 6%
4,2 g (50 mmol)	50 ml (50 mmol)

Risultato:

Avendo in questo modo misurato il volume di gas sviluppato dalla reazione è possibile andare a determinare la quantità di moli n tramite l'equazione di stato dei gas perfetti. Data la stechiometria della reazione, il numero di moli massimo misurabile è pari a 50 mmol.

6. Saggi alla fiamma

Andando a scaldare su di una fiamma elementi metallici, questi vengono strappati dai legami che li tengono uniti e passano in fase gas in forma eccitata. Il ritorno allo stato fondamentale degli elettroni precedentemente eccitati per via termica avviene tramite emissione di radiazione elettromagnetica, la cui lunghezza d'onda può ricadere all'interno dello spettro visibile, portando così alla colorazione della fiamma. Questa dipende dalla differenza di energia tra stato eccitato e stato fondamentale, producendo così differenti colorazioni tipiche di ogni atomo. Questo fenomeno viene sfruttato, ad esempio, per la produzione di fuochi d'artificio.

Argomenti:

La struttura dell'atomo

Durata:

1 ora

Scopo:

Dimostrare come è possibile riconoscere la presenza di alcuni metalli mediante i saggi alla fiamma.

Materiale:

- Cloruro di litio (LiCl) in polvere.
- Cloruro di sodio (NaCl) in polvere.
- Cloruro di potassio (KCl) in polvere.
- Cloruro di calcio (CaCl₂) in polvere.
- Cloruro di stronzio (SrCl₂) in polvere.
- Cloruro di bario (BaCl₂) in polvere.
- Cloruro rameico (CuCl₂) in polvere.
- Acido cloridrico (HCl) concentrato.
- Acqua distillata
- Carta assorbente
- Carta vetrata

Strumenti:

- Filo di platino o al nickel-cromo
- Becco Bunsen
- Provetta e portaprovette
- Vetrini da orologio
- Spatola

Procedimento:

Versare dell'acido cloridrico all'interno di una provetta, quindi accendere il becco Bunsen, la cui fiamma deve essere di un colore azzurro tenue. Bruciare il filo di platino sul becco Bunsen per verificarne la pulizia (la fiamma deve mantenere la sua colorazione). Se il filo risultasse non pulito, strofinarlo con carta vetrata e immergerlo in acido cloridrico prima di verificarne nuovamente la pulizia. Depositare una punta di spatola di campione su di un vetrino da orologio. Immergere il filo di platino prima in acido cloridrico poi nel campione in polvere, quindi bruciare il filo sul becco Bunsen osservando il colore della fiamma e la sua persistenza. In seguito pulire il filo con carta vetrata ed acido cloridrico prima di ripetere il procedimento con un altro campione.

Risultato:

La fiamma si dovrebbe colorare di questi colori:

- Litio: rosso cardinale
- Potassio: violetto, scarso riempimento della fiamma
- Calcio: rosso mattone, poco persistente
- Stronzio: rosso, poco persistente
- Bario: verde pisello
- Rame: verde-blu elettrico
- Sodio: giallo

Commenti:

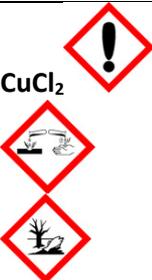
Il sodio dà una colorazione molto persistente, conviene bruciarlo per ultimo, in modo da non sporcare irrimediabilmente il filo e di conseguenza oscurare i colori di eventuali sali successivi.

E' possibile osservare la fiamma anche attraverso un vetrino blu al cobalto: questo nasconde la luce di alcune lunghezze d'onda, in particolare quella emessa dal sodio, mentre lascia passare luce di altre lunghezze d'onda, come quella emessa dal potassio.

E' possibile, per verificare di aver imparato a riconoscere gli elementi in base al colore che emettono nella fiamma, cercare di riconoscere gli elementi presenti in una miscela di più sali: in questo caso osservare attraverso un vetrino al cobalto permettere di individuare eventuali sali poco vistosi (come il potassio) nascosti dalla fiamma più vistosa del sodio.

Sicurezza:

	<u>Indicazioni di Pericolo</u>	<u>Consigli di Prudenza</u>
CaCl₂ 	H319 Provoca grave irritazione oculare.	P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare.
LiCl 	H302 Nocivo se ingerito. H315 Provoca irritazione cutanea. H319 Provoca grave irritazione oculare	P301 + P312 + P330 IN CASO DI INGESTIONE accompagnata da malessere: Contattare un CENTRO ANTIVELENI/un medico in caso di malessere. Sciacquare la bocca. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare.
SrCl₂ 	H315 Provoca irritazione cutanea. H318 Provoca gravi lesioni oculari. H335 Può irritare le vie respiratorie.	P261 Evitare di respirare la polvere/ i fumi/ i gas/ la nebbia/ i vapori/ gli aerosol. P280 Indossare guanti/ proteggere gli occhi/ il viso. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare.
BaCl₂ 	H301 Tossico se ingerito. H319 Provoca grave irritazione oculare. H332 Nocivo se inalato	P261 Evitare di respirare la polvere/ i fumi/ i gas/ la nebbia/ i vapori/ gli aerosol. P301 + P330 + P331 + P310 IN CASO DI INGESTIONE: sciacquare la bocca. NON

		<p>provocare il vomito. Contattare immediatamente un CENTRO ANTIVELENI o un medico.</p> <p>P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare.</p>
<p>CuCl₂</p> 	<p>H302 + H312 Nocivo se ingerito o a contatto con la pelle</p> <p>H315 Provoca irritazione cutanea.</p> <p>H318 Provoca gravi lesioni oculari.</p> <p>H410 Molto tossico per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata.</p>	<p>P273 Non disperdere nell'ambiente. P280 Indossare guanti/ proteggere gli occhi/ il viso.</p> <p>P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare.</p>
<p>HCl</p> 	<p>H290 Può essere corrosivo per i metalli.</p> <p>H314 Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari.</p> <p>H335 Può irritare le vie respiratorie.</p>	<p>P260 Non respirare la polvere/ i fumi/ i gas/ la nebbia/ i vapori/ gli aerosol.</p> <p>P280 Indossare guanti/ indumenti protettivi/ Proteggere gli occhi/ il viso.</p> <p>P303 + P361 + P353 IN CASO DI CONTATTO CON LA PELLE (o con i capelli): togliere immediatamente tutti gli indumenti contaminati. Sciacquare la pelle/fare una doccia.</p> <p>P304 + P340 + P310 IN CASO DI INALAZIONE: trasportare l'infortunato all'aria aperta e mantenerlo a riposo in posizione che favorisca la respirazione. Contattare immediatamente un CENTRO ANTIVELENI/un medico.</p> <p>P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare.</p>

7. Cromatografia su gessetto

La cromatografia è una tecnica separativa utilizzata per separare i componenti di una miscela. Il principio sul quale si basa la cromatografia è la ripartizione dei composti sulla base delle loro proprietà. Ad esempio comunemente si sfrutta la diversa polarità dei componenti per separarli tra una fase mobile che può essere polare o apolare ed una fase stazionaria rispettivamente apolare o polare. Il materiale necessario per poter separare diversi tipi di sostanze tramite cromatografia può variare molto in termini di costi e facilità d'uso, qui si propone un esperimento economico e visivamente d'impatto per poter osservare come una soluzione possa ripartirsi nei suoi componenti durante una corsa cromatografica. Per fare ciò sarà sufficiente un gessetto per lavagna, alcool isopropilico e colorante per alimenti.

Argomenti:

Tecniche separative, Polarità dei composti

Materiale:

- Gessetto
- Alcool isopropilico
- inchiostro, vernice, o coloranti per alimenti

Strumenti:

- Becher
- Parafilm (o pellicola trasparente)

Procedimento:

Depositare sul gesso la sostanza scelta (inchiostro, vernice, o colorante per alimenti) a circa 1 cm dalla parte terminale del gessetto. È possibile depositare su un singolo punto o come striscia trasversale attorno al gessetto. All'interno del becher versare sufficiente alcool affinché il livello del liquido sia a circa mezzo centimetro dal fondo. Inserire all'interno del becher il gessetto appoggiando sul fondo del becher la parte terminale del gessetto cosicché tra il colorante e il livello dell'alcool ci sia mezzo centimetro. Ricoprire il becher con parafilm e attendere che il livello del liquido all'interno del gessetto sia raggiunto a circa un centimetro dall'altro lato del gessetto. Estrarlo quindi dal liquido e lasciar asciugare.

Risultato:

Sarà possibile osservare la separazione dei pigmenti che compongono la sostanza scelta man mano che il liquido fluisce lungo il gessetto.

Sicurezza:

	<u>Indicazioni di Pericolo</u>	<u>Consigli di Prudenza</u>
Alcol isopropilico 	H225 Liquido e vapori facilmente infiammabili. H319 Provoca grave irritazione oculare. H336 Può provocare sonnolenza o vertigini	P210 Tenere lontano da fonti di calore, superfici riscaldate, scintille, fiamme e altre fonti di innesco. Vietato fumare. P261 Evitare di respirare i vapori. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare.

8. Cromatografia dell'inchiostro

La cromatografia è una tecnica di purificazione ampiamente utilizzata in laboratorio. In questa esperienza vedremo come è possibile effettuarla semplicemente con carta e alcol per separare i componenti degli inchiostri.

Argomenti:

Tecniche separative, Polarità dei composti

Durata:

30 min

Scopo:

Dimostrare come è possibile separare i componenti di un miscuglio omogeneo (inchiostro) tramite cromatografia.

Commento:

I componenti della miscela da separare (inchiostro) si ripartiscono tra la fase mobile (eluente, in questo caso etanolo/acqua 95,5%) e la fase stazionaria (carta da filtro), in base alle loro caratteristiche. I componenti con maggiore affinità per la fase mobile vengono trascinati nella direzione dell'eluente più velocemente rispetto a quelli con maggiore affinità per la fase stazionaria.

Materiale:

- Inchiostro (l'esperienza riesce particolarmente bene con alcuni inchiostri neri, marroni, viola o blu scuro; riesce anche con alcuni inchiostri indelebili, ma non con gli Uniposca)
- Etanolo 95,5 %
- Acqua - *facoltativo*

Strumenti:

- Becher
- Coperchio per becher (mezza piastra Petri o vetro da orologio) - *facoltativo*
- Carta da filtro

Procedimento:

Ritagliare una striscia di carta da filtro di circa 2,5 x 10 cm e lasciare una striscia di inchiostro (parallela al lato corto) oppure un punto di inchiostro a circa 1 cm da un'estremità.

Versare nel becher etanolo 95,5 % fino ad un'altezza di circa 0,5 cm. Immergere verticalmente la striscia di carta da filtro nel becher mantenendo l'estremità con l'inchiostro verso il basso, in modo che la striscia di inchiostro rimanga comunque al di sopra del livello del liquido.

Chiudere il becher con un coperchio e attendere che il liquido risalga fino a circa 1 cm dall'estremità superiore della striscia.

Ripetere l'esperienza con acqua anziché etanolo.

Risultato:

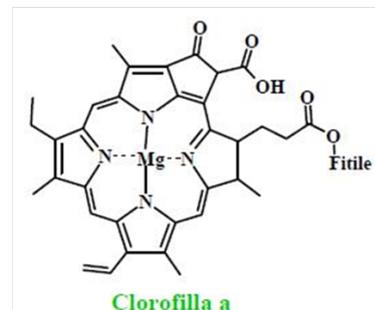
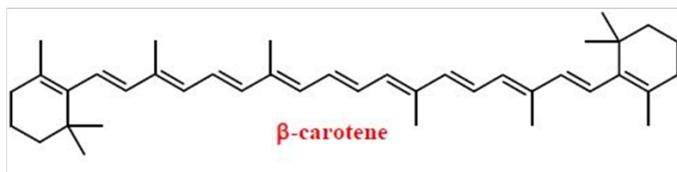
A seconda dell'inchiostro, i componenti della miscela si separano in strisce che si dispongono a diverse altezze lungo la carta da filtro. Spesso gli inchiostri che in alcol non si separano si separano in acqua, e viceversa.

Sicurezza:

	<u>Indicazioni di Pericolo</u>	<u>Consigli di Prudenza</u>
Etanolo  	H225 Liquido e vapori facilmente infiammabili. H319 Provoca grave irritazione oculare.	P210 Tenere lontano da fonti di calore, superfici riscaldate, scintille, fiamme e altre fonti di innesco. Vietato fumare. P280 Proteggere gli occhi/ il viso. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare. P337 + P313 Se l'irritazione degli occhi persiste, consultare un medico. P403 + P235 Conservare in luogo fresco e ben ventilato.

9. Cromatografia su colonna

La cromatografia è una tecnica separativa utilizzata per separare i componenti di una miscela. Il principio sul quale si basa la cromatografia è la ripartizione dei composti sulla base delle loro proprietà. Ad esempio comunemente si sfrutta la diversa polarità dei componenti per separarli tra una fase mobile che può essere polare o apolare ed una fase stazionaria rispettivamente apolare o polare. In questa esperienza verranno isolati il β -carotene (carotenoide) e la clorofilla *a* (porfirina) estratti dalle foglie di spinaci.



Argomento:

Estrazione di sostanze organiche. Polarità dei composti. Tecniche separative.

Teoria:

La separazione di composti organici mediante cromatografia su colonna consiste nelle seguenti operazioni:

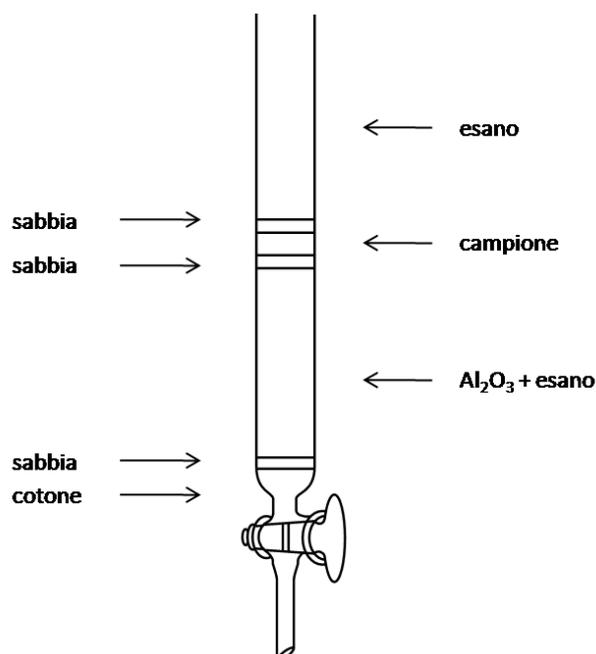
- scelta del sistema eluente
- impaccamento della colonna
- caricamento del campione
- eluizione e separazione dei componenti
- raccolta e controllo delle frazioni
- riunione delle frazioni

1. Scelta del sistema eluente

La prima operazione da eseguire è la scelta dell'eluente. Il miglior eluente sarà quello che provoca una maggiore separazione delle bande dei composti di interesse. Il metodo più rapido per determinare l'eluente è mediante TLC: si inizia testando l'eluente meno polare (ad esempio esano) e si aumenta gradualmente la polarità (5-10%) aumentando la percentuale del solvente più polare.

2. Impaccamento della colonna

Una volta scelto il sistema eluente si procede con l'impaccamento della colonna.



Si eseguono in sequenza le seguenti operazioni:

- porre del cotone in fondo alla colonna in corrispondenza del collo del rubinetto
- introdurre uno strato di circa 1 cm di sabbia
- preparare in un becher a parte una sospensione di allumina in esano (circa 30 ml) e versarla nella colonna aiutandosi con un imbuto, picchiando la colonna per evitare la formazione di bolle
- aprire il rubinetto della colonna per eliminare l'esano in eccesso in modo che il livello di solvente rimanga di circa 2 mm al di sopra dello strato di allumina
(**NB.** Il livello di solvente non deve MAI scendere al di sotto del livello dell'allumina!!)
- introdurre uno strato di circa 1 cm di sabbia
- caricare il campione
- introdurre uno strato di circa 1 cm di sabbia
- caricare l'eluente

3. Caricamento del campione

La miscela da separare (circa 2 ml) viene caricata a livello della sabbia con una pipetta pasteur, cercando di coprire in modo omogeneo la superficie di sabbia sottostante.

4. Eluizione e separazione dei componenti

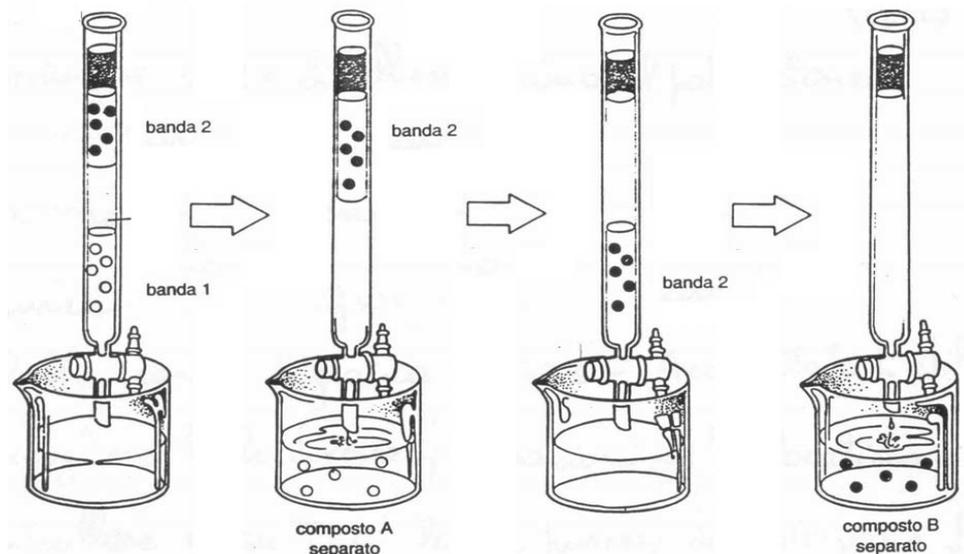
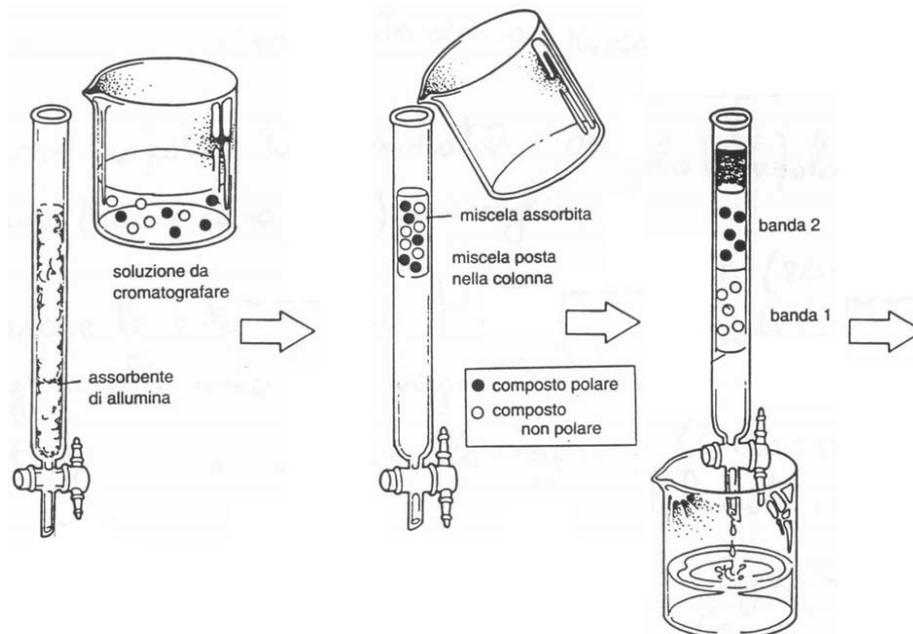
Quando l'eluente (fase mobile) scende lungo la colonna porta con sé i componenti della miscela da separare. Avendo questi ultimi caratteristiche differenti in termini di polarità, essi verranno adsorbiti selettivamente dall'allumina (fase stazionaria) e si muoveranno quindi con velocità diverse.

I componenti adsorbiti più debolmente verranno eluiti più velocemente dato che si troveranno in percentuale maggiore nella fase mobile.

In questo caso il β -carotene è un composto apolare e verrà eluito per primo, mentre la clorofilla a è un composto polare e verrà eluito per ultimo.

5. Raccolta e controllo delle frazioni

I composti organici da separare in questa esperienza sono colorati, quindi possono essere raccolti direttamente in beutine o becher separatamente. Il β -carotene è di colore arancio mentre la clorofilla a è verde.



Reagenti:

- spinaci
- etanolo
- diclorometano
- allumina (fase stazionaria)
- esano (fase mobile)

Materiale:

- colonna cromatografica
- becher
- beute o provette
- imbuto
- pallone

Procedura:

Per disidratare la polpa di spinaci introdurre in un becher da 50 ml circa 10 g di foglie di spinaci e 12 ml di etanolo. Mescolare bene e filtrare su un piccolo imbuto con cotone.

Trattare la polpa disidratata con diclorometano (20 ml) e filtrare su un piccolo imbuto con cotone raccogliendo il filtrato in un pallone da 50 ml.

Tirare a secco con il rotavapor (o far evaporare) il diclorometano e sciogliere il concentrato in 1 ml di eluente (esano).

Preparare la colonna utilizzando circa 30 ml di allumina in esano (seguire le istruzioni al punto 2 della parte teorica). Dopo aver completato l'impaccamento iniziare l'eluizione con esano; quando la banda arancione del β -carotene è scesa di circa 3 cm eluire con una miscela esano/acetato di etile = 9/1; quando la banda del β -carotene è arrivata quasi in fondo alla colonna eluire con una miscela acetato di etile/etanolo = 9/1 per eluire il composto più polare (clorofilla). Raccogliere le varie frazioni in beutine o provette.

Controllare infine la purezza delle varie frazioni in TLC.

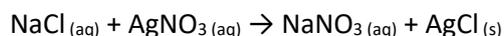
Sicurezza:

	<u>Indicazioni di Pericolo</u>	<u>Consigli di Prudenza</u>
<p>Etanolo</p> 	<p>H225 Liquido e vapori facilmente infiammabili.</p> <p>H319 Provoca grave irritazione oculare.</p>	<p>P210 Tenere lontano da fonti di calore, superfici riscaldate, scintille, fiamme e altre fonti di innesco. Vietato fumare.</p> <p>P280 Proteggere gli occhi/ il viso.</p> <p>P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare.</p> <p>P337 + P313 Se l'irritazione degli occhi persiste, consultare un medico.</p> <p>P403 + P235 Conservare in luogo fresco e ben ventilato.</p>
<p>Diclorometano</p> 	<p>H315 Provoca irritazione cutanea.</p> <p>H319 Provoca grave irritazione oculare. H335 Può irritare le vie respiratorie. H336 Può provocare sonnolenza o vertigini.</p> <p>H351 Sospettato di provocare il cancro.</p> <p>H373 Può provocare danni agli organi (Fegato, Sangue) in caso di esposizione prolungata o ripetuta se ingerito.</p> <p>H373 Può provocare danni agli organi (Sistema nervoso centrale) in caso di esposizione prolungata o ripetuta se inalato.</p>	<p>P260 Non respirare la polvere/ i fumi/ i gas/ la nebbia/ i vapori/ gli aerosol.</p> <p>P280 Indossare guanti/ indumenti protettivi/ Proteggere gli occhi/ il viso.</p> <p>P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare</p>
<p>Esano</p> 	<p>H225 Liquido e vapori facilmente infiammabili.</p> <p>H304 Può essere letale in caso di ingestione e di penetrazione nelle vie respiratorie.</p> <p>H315 Provoca irritazione cutanea.</p> <p>H336 Può provocare sonnolenza o vertigini.</p> <p>H361f Sospettato di nuocere alla fertilità.</p>	<p>P201 Procurarsi istruzioni specifiche prima dell'uso.</p> <p>P210 Tenere lontano da fonti di calore, superfici riscaldate, scintille, fiamme e altre fonti di innesco. Vietato fumare.</p> <p>P273 Non disperdere nell'ambiente.</p> <p>P301 + P310 IN CASO DI INGESTIONE: contattare immediatamente un CENTRO ANTIVELENI o un medico</p> <p>P308 + P313 IN CASO di esposizione o di possibile esposizione, consultare un medico.</p> <p>P331 NON provocare il vomito.</p>

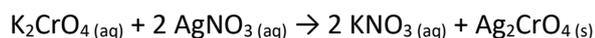
	<p>H373 Può provocare danni agli organi in caso di esposizione prolungata o ripetuta.</p> <p>H411 Tossico per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata.</p>	
--	--	--

10. Titolazione argentometrica secondo Mohr

L'argentometria è una tecnica analitica che sfrutta l'insolubilità dei sali d'argento per determinare la quantità di analita presente in una soluzione. Per formare sali d'argento si titola la soluzione di analita con nitrato d'argento (AgNO_3), ad esempio titolando una soluzione di NaCl si forma un precipitato bianco costituito da AgCl .



Il metodo di Mohr prevede l'utilizzo di cromato di potassio (K_2CrO_4) come indicatore, infatti, una volta esaurito l'analita, inizia a precipitare il cromato di argento, un sale di colore rosso mattone che restituisce quindi un riscontro visivo che coincide con l'ottenimento del punto di equivalenza.



Argomenti:

Titolazioni, Concentrazione di una soluzione

Durata:

1 ora

Scopo:

Determinare la concentrazione di cloruri in un campione.

Materiale:

- NaCl a concentrazione incognita (circa 0,1 o 0,2 M)
- AgNO_3 0,1 M
- K_2CrO_4 1%
- Acqua distillata

Strumenti:

- Buretta
- Pipetta tarata da 10 ml
- Becher
- Agitatore magnetico e ancoretta
- Cappa aspirante

Procedimento:

Inserire in un becher 10 ml di soluzione a concentrazione incognita di NaCl e portare il volume a 50ml con H_2O . Aggiungere qualche goccia di cromato di potassio e un'ancoretta magnetica all'interno del becher. Si passa quindi al processo di avvinamento della buretta: si inseriscono nella buretta 10 ml di titolante (AgNO_3), quindi si rimuove la buretta del sostegno e si inclina e si fa ruotare la buretta in modo da bagnare tutte le pareti. Si scarica il contenuto della buretta in un becher, quindi si riempie nuovamente di titolante e si scarica fino a che il menisco del liquido non è tangente alla linea dello zero. Dopo aver sistemato la buretta sopra al becher con la soluzione di NaCl , avviare l'agitazione dentro al becher e iniziare la titolazione. All'ottenimento di un precipitato rosso mattone persistente annotare il volume di nitrato d'argento utilizzato.

Risultato:

Annotando il volume di nitrato d'argento utilizzato è possibile risalire alla concentrazione incognita di cloruro di sodio tramite l'equazione: $V_{\text{NaCl}} \cdot M_{\text{NaCl}} = V_{\text{AgNO}_3} \cdot M_{\text{AgNO}_3}$

Sicurezza:

	<u>Indicazioni di Pericolo</u>	<u>Consigli di Prudenza</u>
AgNO₃ 	H272 Può aggravare un incendio; comburente. H290 Può essere corrosivo per i metalli. H314 Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari. H410 Molto tossico per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata	P210 Tenere lontano da fonti di calore, superfici calde, scintille, fiamme libere o altre fonti di accensione. Non fumare. P220 Tenere/conservare lontano da indumenti/materiali combustibili. P260 Non respirare la polvere/ i fumi/ i gas/ la nebbia/ i vapori/ gli aerosol. P280 Indossare guanti/ indumenti protettivi/ Proteggere gli occhi/ il viso. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare. P370 + P378 In caso d'incendio: utilizzare polvere secca o sabbia secca per estinguere.
K₂CrO₄ 	H301 Tossico se ingerito. H315 Provoca irritazione cutanea. H317 Può provocare una reazione allergica cutanea. H319 Provoca grave irritazione oculare. H335 Può irritare le vie respiratorie. H340 Può provocare alterazioni genetiche. H350i Può provocare il cancro se inalato. H410 Molto tossico per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata.	P201 Procurarsi istruzioni specifiche prima dell'uso. P273 Non disperdere nell'ambiente. P280 Indossare guanti/ indumenti protettivi/ Proteggere gli occhi/ il viso. P301 + P310 + P330 IN CASO DI INGESTIONE: contattare immediatamente un CENTRO ANTIVELENI o un medico Sciacquare la bocca. P304 + P340 + P312 IN CASO DI INALAZIONE: trasportare l'infortunato all'aria aperta e mantenerlo a riposo in posizione che favorisca la respirazione. Contattare un CENTRO ANTIVELENI o un medico in caso di malessere. P308 + P313 IN CASO di esposizione o di possibile esposizione, consultare un medico.

11. L'equilibrio chimico

Per poter meglio comprendere il concetto di equilibrio chimico e i fattori che lo influenzano, si propone un'esperienza che, sfruttando uno scambiatore cationico, permette di poter visualizzare, tramite cambiamenti di colorazione, le trasformazioni che avvengono all'interno dell'ambiente di reazione. Uno scambiatore cationico, infatti, è in grado di rimpiazzare un catione a cui è legato con un altro, di carica equivalente. Ad esempio per uno scambiatore (X) che abbia come controione lo ione H^+ e scambi con Na^+ si può schematizzare la reazione come segue:



Quindi andando ad aggiungere NaCl ad una soluzione contenente uno scambiatore ionico in fase solida e un indicatore acido/base è possibile visualizzare il cambiamento di pH dato dal rilascio di ioni H_3O^+ . Inoltre vedremo come l'aggiunta di NaOH vada non solo a neutralizzare l'acidità della soluzione ma anche a spostare l'equilibrio della reazione verso la produzione di ulteriori ioni H_3O^+ , in virtù dell'aggiunta di Na^+ .

Argomenti:

Equilibrio chimico, reazioni di scambio, acidi e basi

Materiale:

- Amberlyst 15 (forma acida)
- NaCl
- NaOH 0,2M
- Blu di Timolo (0,2% w/v in etanolo)

Strumenti:

- Provetta (approssimativamente 25 x 150 mm)
- Specillo
- Supporto per provetta
- pHmetro

Procedimento:

Si inserisce circa 1g di scambiatore ionico Amberlyst 15 all'interno della provetta e si riempie con acqua finché il livello del liquido non raggiunge circa 6-7 cm di altezza. Si aggiungono all'interno della provetta circa 20 gocce di soluzione di blu di timolo; dovrebbe risultare una soluzione di colore giallo. Si misura e si annota il pH della soluzione. A questo punto si aggiungono 2 g di NaCl e si osserva la variazione di colore in prossimità del solido, dove la soluzione dovrebbe adottare un colore rosso. Si mescola la soluzione finché il colore dell'intera soluzione non diventa rosso, quindi si misura e annota il pH. Goccia a goccia si aggiunge l'idrossido di sodio, in modo che, partendo dall'alto, i due terzi della soluzione assumano colorazione blu intensa. Mescolando, l'intera soluzione risulta blu, in seguito, quando il solido si rideposita, sopra ad esso si dovrebbe notare la formazione di uno strato di soluzione di colore rosso che nel tempo diventerà anch'esso blu. Dopo aver mescolato nuovamente la soluzione, la colorazione dovrebbe tornare gialla con una piccola sezione rossa in prossimità dello scambiatore ionico. Si misura e annota il pH. A questo punto è possibile proseguire con le aggiunte di idrossido di sodio ed osservare che la colorazione rossa in prossimità del solido sarà sempre meno intensa ed il volume di base necessario per neutralizzare l'acido sarà progressivamente minore. Alla fine dell'esperimento la soluzione risulterà blu dopo aver aggiunto la base.

Risultato:

È possibile interpretare le reazioni che avvengono all'interno della soluzione sulla base delle colorazioni che essa assume.

In principio la soluzione non presenta colorazioni rosse dal momento che non sono presenti ioni che possano scalzare e sostituire i protoni all'interno dello scambiatore ionico. In seguito all'aggiunta di Na^+ l'equilibrio della reazione viene spostato verso il rilascio di ioni H_3O^+ che aumentano l'acidità della soluzione, risultando in una colorazione rossa. Aggiungendo NaOH gli ioni idrossido vanno a neutralizzare l'acido ma gli ioni Na^+ spostano ulteriormente l'equilibrio verso la formazione di ioni ossonio. Come conseguenza della lenta diffusione di questi ultimi crea un gradiente di pH, visualizzabile dalla differente colorazione della soluzione lungo la provetta.

Utilizzando un grammo di Amberlyst 15 è possibile aggiungere alla soluzione circa 24 ml di NaOH 0,2 M.

Sicurezza:

	<u>Indicazioni di Pericolo</u>	<u>Consigli di Prudenza</u>
NaOH 	H290 Può essere corrosivo per i metalli. H314 Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari.	P280 Indossare guanti/ indumenti protettivi/ Proteggere gli occhi/ il viso. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare. P310 Contattare immediatamente un CENTRO ANTIVELENI o un medico.

12. Reazioni reversibili: cloruro ferrico e tiocianato di potassio

In un sistema chimico all'equilibrio, una reazione e la sua inversa procedono con velocità identiche: il risultato è che non si nota nessuna variazione nelle concentrazioni di reagenti e di prodotti. Variando la concentrazione di una delle specie del sistema è però possibile variare le velocità di reazione e spostare l'equilibrio in una o nell'altra direzione. In questo esperimento studieremo un sistema all'equilibrio e il suo comportamento alla variazione di concentrazioni.

Argomento:

Equilibrio chimico.

Durata:

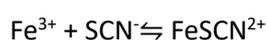
30 min

Scopo:

Dimostrare il principio di Le Chatelier, cioè che un sistema chimico all'equilibrio reagisce alle variazioni effettuate sui suoi componenti in modo da ridurre gli effetti.

Teoria:

L'equilibrio studiato è quello di complessazione dello ione ferrico Fe^{3+} da parte dello ione tiocianato SCN^- :



Lo ione ferrico in soluzione è giallo, lo ione tiocianato è incolore, mentre il complesso ferro (III) - tiocianato è rosso sangue.

Secondo il principio di Le Chatelier, se il sistema è all'equilibrio, vale la relazione

$$k = \frac{a_{FeSCN^{2+}}}{a_{Fe^{3+}} \cdot a_{SCN^-}}$$

Dove k è la costante di equilibrio e a l'attività delle specie in soluzione.

L'attività si può approssimare con la concentrazione, l'equazione diventa quindi

$$k = \frac{[FeSCN^{2+}]}{[Fe^{3+}] \cdot [SCN^-]}$$

Al variare delle concentrazioni dei reagenti o dei prodotti, la reazione si sposterà quindi verso destra o verso sinistra fino a ristabilire l'equilibrio.

Materiale:

- $FeCl_3$ 0,1 M
- KSCN 0,01 M
- KCl 0,1 M
- Acqua distillata

Strumenti:

- Pipette tarate da 2 ml e 1 ml (o pipette graduate in grado di misurare 2 ml e 1 ml) con propipette
- Becher da 100 ml
- Provette

Procedimento:

Pipettare nel becher 2 ml di soluzione di cloruro ferrico $FeCl_3$ e 2 ml di soluzione di tiocianato di potassio KSCN. Aggiungere acqua distillata finché la soluzione non diventa giallo-arancione.

Versare 2 ml della soluzione ottenuta in 5 provette.

La provetta 1 servirà da riferimento.

Nella provetta 2 aggiungere 1 ml di acqua distillata.

Nella provetta 3 aggiungere 1 ml di soluzione di cloruro di potassio.

Nella provetta 4 aggiungere 1 ml di soluzione di cloruro ferrico.

Nella provetta 5 aggiungere 1 ml di soluzione di tiocianato di potassio.

Risultato:

Mescolando le soluzioni di cloruro ferrico e tiocianato di potassio si ottiene una soluzione rosso sangue, perché si stabilisce l'equilibrio visto sopra e si forma il complesso ferro (III) - tiocianato.

Aggiungendo alle provette tiocianato di potassio o cloruro ferrico il colore diventa più scuro: aumentando la concentrazione dei reagenti la reazione si sposta verso destra, e aumenta anche la concentrazione del prodotto.

Aggiungendo acqua distillata o diluendo la soluzione, il colore cambia da rosso sangue a giallo-arancio. Per spiegare questa variazione consideriamo i quozienti di reazione. All'inizio il sistema è all'equilibrio, e il quoziente di reazione è uguale alla costante di equilibrio:

$$Q_1 = \frac{[FeSCN^{2+}]_1}{[Fe^{3+}]_1 \cdot [SCN^-]_1} = k$$

aggiungendo acqua distillata fino a raddoppiare il volume, ciascuna concentrazione viene dimezzata:

$$\begin{aligned} Q_2 &= \frac{[FeSCN^{2+}]_2}{[Fe^{3+}]_2 \cdot [SCN^-]_2} = \frac{\frac{1}{2}[FeSCN^{2+}]_1}{\frac{1}{2}[Fe^{3+}]_1 \cdot \frac{1}{2}[SCN^-]_1} \\ &= \frac{\frac{1}{2}[FeSCN^{2+}]_1}{\frac{1}{4}[Fe^{3+}]_1 \cdot [SCN^-]_1} = 2 \frac{[FeSCN^{2+}]_1}{[Fe^{3+}]_1 \cdot [SCN^-]_1} > k \end{aligned}$$

Il nuovo quoziente di reazione è quindi il doppio del precedente e di conseguenza più grande della costante di equilibrio. La reazione si sposta dunque verso sinistra, diminuendo la concentrazione del prodotto e aumentando quella dei reagenti fino a ristabilire l'equilibrio.

In altre parole, siccome abbiamo due reagenti e un prodotto, una diluizione agisce due volte sui reagenti e una sola volta sui prodotti, per compensare questo la reazione aumenta la concentrazione dei reagenti e diminuisce quella dei prodotti.

Un altro modo di vedere questo concetto è notare come la reazione, da sinistra verso destra, diminuisce la concentrazione complessiva di ioni in soluzione (da due ioni ne produce uno solo), viceversa da destra verso sinistra aumenta la concentrazione complessiva di ioni in soluzione. Il sistema reagisce quindi ad una diluizione contrastandola, cioè spostando la reazione nel verso in cui avviene un aumento della concentrazione complessiva di ioni, cioè verso sinistra.

Aggiungendo cloruro di potassio la soluzione vira verso il giallo, esattamente come aggiungendo acqua distillata: l'effetto quindi è soltanto quello descritto sopra dovuto alla diluizione, gli ioni cloruro e gli ioni potassio sono ioni spettatori e le loro concentrazioni non influenzano l'equilibrio.

Sicurezza:

	<u>Indicazioni di Pericolo</u>	<u>Consigli di Prudenza</u>
--	--------------------------------	-----------------------------

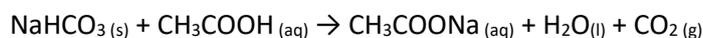
<p>FeCl₃</p>  	<p>H290 Può essere corrosivo per i metalli. H302 Nocivo se ingerito. H315 Provoca irritazione cutanea. H318 Provoca gravi lesioni oculari.</p>	<p>P280 Indossare guanti/ indumenti protettivi/ Proteggere gli occhi/ il viso. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare.</p>
<p>KSCN</p> 	<p>H302 + H312 + H332 Nocivo se ingerito, a contatto con la pelle o se inalato. H412 Nocivo per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata.</p>	<p>P273 Non disperdere nell'ambiente. P280 Indossare guanti/ indumenti protettivi/ Proteggere gli occhi/ il viso. P280 Indossare guanti/ indumenti protettivi.</p>

13. La legge di Proust e il reagente limitante (correlata ad esperienza n. 5)

La *legge di Proust* o *legge delle proporzioni definite* è una delle leggi ponderali che stanno alla base della chimica ed enuncia quanto segue:

“Due o più elementi si combinano per formare un determinato composto secondo proporzioni definite e costanti.”

Nella maggior parte delle reazioni, se io ho una certa quantità del reagente A, questa reagirà sempre con una stessa quantità di reagente B per dare il prodotto C. Se, ad esempio, il rapporto stechiometrico (in moli) è 1:1, una mole di reagente A reagisce con una mole di reagente B per dare una mole di prodotto C. Se io metto insieme una mole di A e due moli di B, la mole di A reagirà comunque con solo una delle due moli di reagente B, per dare una mole di prodotto C. La reazione quindi procede consumando quantità di A e B in rapporto 1:1, finché uno dei due reagenti non si esaurisce. Il reagente che si esaurisce per primo si chiama reagente limitante, perché è la sua quantità che determina la quantità massima di prodotto che si può formare. In questa esperienza dimostreremo la legge di Proust, facendo avvenire una reazione con diverse concentrazioni di reagenti e osservando come la quantità di prodotti di una reazione dipenda dalla quantità di reagente limitante. La reazione in questione è:



Argomenti:

Le reazioni chimiche, Leggi ponderali, Legge dei gas (facoltativo)

Durata:

1 ora

Materiale:

- Aceto, acidità 6% m/V
- NaHCO₃

Strumenti:

- 3 beute da 250 ml
- 3 palloncini gonfiabili
- cilindro graduato da 50 ml
- bilancia
- spatola
- imbuto

Procedimento:

In ogni beuta si inseriscono 50 ml di aceto, precedentemente misurati con l'aiuto di un cilindro graduato. Per ogni beuta si pesa la quantità di NaHCO₃ riportata in Tabella 1 che viene trasferita all'interno di tre palloncini gonfiabili.

	NaHCO ₃	CH ₃ COOH 6%	CO ₂ max
Beuta 1	2,1 g (25 mmol)	50 ml (50 mmol)	25 mmol
Beuta 2	4,2 g (50 mmol)	50 ml (50 mmol)	50 mmol
Beuta 3	6,3 g (75 mmol)	50 ml (50 mmol)	50 mmol

Tabella 1

Avendo cautela di non far cadere il solido all'interno della beuta, si chiude ogni beuta con il rispettivo palloncino. Quindi si rovescia il contenuto dei palloncini all'interno della beuta e si agita.

In alternativa all'utilizzo dei palloncini è possibile inserire all'interno di una bacinella riempita per $\frac{3}{4}$ di acqua un cilindro graduato capovolto, avendo cura di segnare con un pennarello indelebile il livello del liquido. Quindi chiudere il pallone di reazione con un tappo con un foro per far passare un tubicino di gomma. Quindi inserire il tubicino da una parte nel pallone, mentre l'altra estremità del tubicino va inserita dentro il cilindro graduato, facendolo passare nella bacinella ed inserendolo fino alla sacca d'aria nel cilindro. Una volta mescolati i reagenti all'interno del pallone, questo si chiude col tappo, in modo che la CO₂ sviluppata confluisca attraverso il tubicino all'interno del cilindro, andando così a "gonfiare" la sacca d'aria presente all'interno di quest'ultimo. Al termine della reazione, si misura la differenza tra la tacca segnata all'inizio con il pennarello indelebile sul cilindro e il livello che l'aria ha raggiunto.

Risultato:

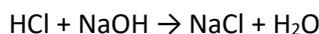
Il rapporto stechiometrico è 1:1, quindi nella prima il reagente limitante è il bicarbonato, nella terza l'acido acetico. Si sviluppa anidride carbonica, in quantità minore nella prima beuta, e in quantità simili nella seconda e nella terza beuta. Questo si può verificare visivamente valutando il grado di rigonfiamento dei palloncini: nella prima beuta il palloncino si gonfia meno, mentre nelle altre due beute si gonfia in modo simile ma nella terza beuta sul fondo rimane del bicarbonato che non reagisce. Infine, è possibile notare che nella terza beuta il liquido cambia leggermente colore, dal momento che i flavonoidi dell'aceto cambiano colore in base al pH, infatti se si misura il pH, la prima beuta risulterà 5 o 6, la seconda beuta 7 e la terza 8 o 9.

Andando a valutare le differenze di volume all'interno del cilindro, è possibile misurare il volume di gas sviluppato e, tramite l'equazione di stato dei gas perfetti, ottenere una stima delle moli di prodotto ottenute.

14. Titolazione acido-base

- **Parte 1: HCl e NaOH**

Gli acidi e le basi insieme reagiscono per formare i sali, in una reazione di neutralizzazione che nel nostro caso sarà:



All'inizio della titolazione, prima di aggiungere acido, la soluzione contenente NaOH si troverà ad un pH basico ($\text{pH} > 7$). Con il procedere della titolazione il pH diminuirà fino ad arrivare a pH neutro ($\text{pH} = 7$) in corrispondenza del *punto di equivalenza*, ovvero quando tutto l'idrossido di sodio presente nella soluzione titolata ha reagito con acido cloridrico. Continuando l'aggiunta di acido oltre a questo punto il pH diminuisce ulteriormente ($\text{pH} < 7$) dal momento che non è più presente base con cui reagire.

Per poter osservare questi cambiamenti in termini di pH della soluzione titolata viene utilizzato un indicatore acido/base, che nel nostro caso è rosso metile. Questo composto presenta due diverse strutture per la forma protonata e deprotonata che conferiscono al composto due colori diversi: giallo per la forma deprotonata e rosso violetto per quella protonata. Ciò significa che aggiungendo rosso metile ad una soluzione basica questa assumerà colore giallo dovuta alla presenza dell'indicatore in forma deprotonata. In seguito al raggiungimento del punto di equivalenza all'interno della soluzione titolata non è più presente base con cui l'acido può reagire, pertanto un'aggiunta di acido provocherà la reazione di quest'ultimo con l'indicatore, il quale verrà protonato determinando una variazione della colorazione della soluzione da giallo a rosso/violetto. Questo viene definito *punto di viraggio* e anche se si trova in prossimità del punto di equivalenza, i due non coincidono.

Argomenti:

Titolazione, Concentrazioni, Reazioni acido-base

Durata:

1 ora

Scopo:

Dimostrare che, aggiungendo una soluzione acida a una soluzione basica, una volta superata la quantità stechiometrica il pH da acido diventa basico.

Materiale:

- Idrossido di sodio (NaOH) 0,1 M
- Acido cloridrico (HCl) 0,1 M
- Rosso di metile (soluzione)
- Acqua distillata

Strumenti:

- Buretta da 50 ml
- Pipettatarata da 10 ml
- Becher da 150 ml
- Imbuto
- Sostegno per buretta

Procedimento:

Innanzitutto è necessario avvinare la buretta: si inseriscono nella buretta 10 ml di titolante (HCl), quindi si rimuove la buretta dal sostegno e si inclina facendo ruotare la buretta in modo da bagnare tutte le pareti.

Dopo averla risistemata sul sostegno, si scarica il contenuto della buretta in un becher, quindi si riempie nuovamente di titolante e si scarica fino a che il menisco del liquido non è tangente alla linea dello zero.

Si procede con la titolazione del bianco. Si versano 50 ml di H₂O distillata in un becher a cui vengono aggiunte 5 gocce di rosso metile e si mescola. Si fa scendere una goccia di acido e si osserva; se la soluzione non cambia colore, si procede facendo scendere goccia a goccia la soluzione titolante finché non si osserva la variazione di colore. A questo punto si annota il volume di titolante sgocciolato come volume della titolazione in bianco (V_{bianco}). Può essere utile tenere il becher come riferimento per la titolazione successiva.

Si passa quindi alla titolazione dell'idrossido di sodio inserendo in un becher 10 ml di NaOH 0,1 M e portandoli a 50 ml con acqua distillata. A questa soluzione si aggiungono 5 gocce di rosso metile mescolando e si sistema il becher sotto la buretta. Si annota il volume segnato indicato dalla buretta come volume iniziale (V_{iniziale}). Mescolando il becher si inizia a far sgocciolare il titolante e si prosegue finché non si osserva la variazione di colore, come è stato possibile vedere in precedenza. Si legge quindi il volume indicato dalla buretta che viene annotato come volume finale (V_{finale}).

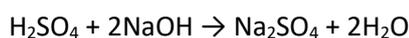
Risultato:

Aggiungendo il rosso metile al bianco e alla soluzione di idrossido di sodio, la soluzione dovrebbe diventare gialla. Aggiungendo una goccia di acido al bianco, la soluzione da gialla dovrebbe diventare violetta. Man mano che si aggiunge acido alla soluzione di idrossido di sodio, nel punto in cui cade la goccia si dovrebbe vedere una temporanea colorazione violetta, sempre più intensa e persistente man mano che ci si avvicina al rapporto stechiometrico tra acido e base. Ad un certo punto, la soluzione rimane violetta e non torna gialla: questo è il punto di viraggio. Si calcola quindi il volume di acido utilizzato come $V_{\text{HCl}} = V_{\text{finale}} - V_{\text{iniziale}} - V_{\text{bianco}}$.

Il volume di HCl dovrebbe risultare 10 ml, o comunque dovrebbe essere verificata la relazione $V_{\text{HCl}} \cdot M_{\text{HCl}} = V_{\text{NaOH}} \cdot M_{\text{NaOH}}$.

• **Parte 2: H₂SO₄ e NaOH**

Nella Parte 1 abbiamo dimostrato come varia il pH di una soluzione di idrossido di sodio che viene titolata con un acido monoprotico. In questa esperienza dimostreremo, invece, che la stechiometria della reazione cambia se, al posto di un acido monoprotico, usiamo un acido diprotico: in questo caso, una mole di acido reagirà con due moli di base nella reazione:



Pertanto, a differenza di quanto visto per l'acido cloridrico, bisogna tenere conto che al punto di equivalenza $\text{mol}_{\text{NaOH}} = 2 \cdot \text{mol}_{\text{H}_2\text{SO}_4}$ e quindi deve valere la relazione:

$$V_{\text{NaOH}} \cdot M_{\text{NaOH}} = 2 \cdot V_{\text{H}_2\text{SO}_4} \cdot M_{\text{H}_2\text{SO}_4}$$

In alternativa alle moli e alla molarità, si possono considerare gli equivalenti e la normalità: nel caso di una reazione acido-base, un equivalente è la quantità di sostanza che libera una mole di H⁺ (nel caso di un acido) o che reagisce con una mole di H⁺ (nel caso di una base). Quindi, nel caso dell'acido solforico, una mole di acido solforico contiene 2 equivalenti. La normalità è l'analogo della molarità, con gli equivalenti al posto delle moli. Per l'idrossido di sodio, invece, una mole corrisponde ad un equivalente, quindi la normalità corrisponde con la molarità. Quindi, nel caso degli equivalenti, il rapporto stechiometrico è sempre 1:1 ed al punto di equivalenza vale sempre la relazione:

$$\text{eq}_{\text{acido}} = \text{eq}_{\text{base}}$$

$$V_{\text{acido}} \cdot N_{\text{acido}} = V_{\text{base}} \cdot N_{\text{base}}$$

Argomenti:

Titolazione, Concentrazioni, Reazioni acido-base, Stechiometria di reazione

Durata:

Scopo:

Dimostrare che, utilizzando un acido diprotico, il rapporto stechiometrico acido/base è 1:2 anziché 1:1 come nel caso degli acidi diprotici. Introdurre il concetto di equivalente e normalità.

Materiale:

- Idrossido di sodio (NaOH) 0,1 M
- Acido solforico (H₂SO₄) 0,1 M
- Rosso di metile
- Acqua distillata

Strumenti:

- Buretta da 50 ml
- Pipetta tarata da 10 ml
- becher da 150 ml
- Imbuto
- Sostegno per buretta

Procedimento:

Innanzitutto è necessario avvinare la buretta: si inseriscono nella buretta 10 ml di titolante (H₂SO₄), quindi si rimuove la buretta dal sostegno e si inclina facendo ruotare la buretta in modo da bagnare tutte le pareti. Dopo averla risistemata sul sostegno, si scarica il contenuto della buretta in un becher, quindi si riempie nuovamente di titolante e si scarica fino a che il menisco del liquido non è tangente alla linea dello zero.

Si procede con la titolazione del bianco. Si versano 50 ml di H₂O distillata in un becher a cui vengono aggiunte 5 gocce di rosso metile e si mescola. Si fa scendere una goccia di acido e si osserva; se la soluzione non cambia colore, si procede facendo scendere goccia a goccia la soluzione titolante finché non si osserva la variazione di colore. A questo punto si annota il volume di titolante sgocciolato come volume della titolazione in bianco (V_{bianco}). Può essere utile tenere il becher come riferimento per la titolazione successiva.

Si passa quindi alla titolazione dell'idrossido di sodio inserendo in un becher 10 ml di NaOH 0,1 M e portandoli a 50 ml con acqua distillata. A questa soluzione si aggiungono 5 gocce di rosso metile mescolando e si sistema il becher sotto la buretta. Si annota il volume segnato indicato dalla buretta come volume iniziale (V_{iniziale}). Mescolando il becher si inizia a far sgocciolare il titolante e si prosegue finché non si osserva la variazione di colore, come è stato possibile vedere in precedenza. Si legge quindi il volume indicato dalla buretta che viene annotato come volume finale (V_{finale}).

Risultato:

Aggiungendo il rosso metile al bianco e alla soluzione di idrossido di sodio, la soluzione dovrebbe diventare gialla. Aggiungendo una goccia di acido al bianco, la soluzione da gialla dovrebbe diventare violetta. Man mano che si aggiunge acido alla soluzione di idrossido di sodio, nel punto in cui cade la goccia si dovrebbe vedere una temporanea colorazione violetta, sempre più intensa e persistente man mano che ci si avvicina al rapporto stechiometrico tra acido e base. Ad un certo punto, la soluzione rimane violetta e non torna gialla: questo è il punto di viraggio. Si calcola quindi il volume di acido utilizzato come $V_{HCl} = V_{finale} - V_{iniziale} - V_{bianco}$.

Il volume di acido solforico dovrebbe risultare 5 ml (la metà di quanto necessario nel caso di HCl), o comunque dovrebbe essere verificata la relazione $V_{acido} \cdot N_{acido} = V_{base} \cdot N_{base}$.

Sicurezza:

	<u>Indicazioni di Pericolo</u>	<u>Consigli di Prudenza</u>
--	--------------------------------	-----------------------------

<p>NaOH</p> 	<p>H290 Può essere corrosivo per i metalli. H314 Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari.</p>	<p>P280 Indossare guanti/ indumenti protettivi/ Proteggere gli occhi/ il viso. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare. P310 Contattare immediatamente un CENTRO ANTIVELENI o un medico.</p>
<p>HCl</p>  	<p>H290 Può essere corrosivo per i metalli. H314 Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari. H335 Può irritare le vie respiratorie.</p>	<p>P261 Evitare di respirare i vapori. P280 Indossare guanti/ indumenti protettivi/ Proteggere gli occhi/ il viso. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare. P310 Contattare immediatamente un CENTRO ANTIVELENI o un medico.</p>
<p>H₂SO₄</p> 	<p>H290 Può essere corrosivo per i metalli. H314 Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari.</p>	<p>P260 Non respirare la polvere/ i fumi/ i gas/ la nebbia/ i vapori/ gli aerosol. Indossare guanti/ indumenti protettivi/ Proteggere gli occhi/ il viso. P303 + P361 + P353 IN CASO DI CONTATTO CON LA PELLE (o con i capelli): togliere immediatamente tutti gli indumenti contaminati. Sciacquare la pelle/fare una doccia. P304 + P340 + P310 IN CASO DI INALAZIONE: trasportare l'infortunato all'aria aperta e mantenerlo a riposo in posizione che favorisca la respirazione. Contattare immediatamente un CENTRO ANTIVELENI o un medico. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare.</p>

15. Misura dell'acidità del latte

Lasciando del latte per troppo tempo nel frigorifero, questo può assumere uno sgradevole sapore acido. Questo succede perché nel latte si sviluppano batteri anaerobi, che fermentando il lattosio producono acido lattico e anidride carbonica. Con questa esperienza vedremo come è possibile dimostrarlo misurando l'acidità del latte.

Argomenti:

Titolazione, Concentrazioni, Reazioni acido-base

Durata:

1 ora

Scopo:

Dimostrare che l'acidità del latte avariato è superiore a quella del latte fresco.

Teoria:

Nel latte fresco è normalmente presente una piccola quantità di fermenti lattici, batteri anaerobi in grado di fermentare il lattosio producendo acido lattico. Se il latte viene conservato troppo a lungo o a temperature troppo alte, questi batteri possono svilupparsi e produrre grandi quantità di acido lattico, tali da modificare il gusto del latte.

Per misurare l'acidità del latte è possibile eseguire una titolazione con idrossido di sodio, una base che reagendo in maniera quantitativa neutralizza gli acidi presenti nel latte. Tramite un indicatore di pH è possibile individuare il momento in cui è stata aggiunta la quantità di idrossido di sodio necessaria a neutralizzare stechiometricamente tutti gli acidi del latte (dopo che tutti gli acidi sono stati neutralizzati, se si aggiunge anche solo una goccia di idrossido di sodio il pH diventa nettamente basico).

L'acidità può essere espressa in diversi modi:

- g/L di acido lattico (immaginando che l'unico acido presente sia acido lattico, $PM = 90 \text{ g/mol}$)
- °D (gradi Dornic), dove $1 \text{ °D} = 0,1 \text{ g/L}$ di acido lattico
- °SH (gradi Soxhlet-Henkel), dove $1 \text{ °SH} = 0,225 \text{ g/L}$ di acido lattico
- °Th (gradi Thörner), dove $1 \text{ °Th} = 0,09 \text{ g/L}$ di acido lattico

Il latte di vacca, sano, dovrebbe avere un'acidità di circa 1,4 - 1,6 g/L di acido lattico.

Materiale:

- Latte fresco
- Latte avariato
- NaOH 0,1 M
- Fenolftaleina (soluzione in etanolo)

Strumenti:

- Buretta da 50 ml, precisione 0,1 ml su sostegno
- Pipetta tarata da 10 ml e propipetta
- Becher da 100 ml
- Imbuto

Procedimento:

Come prima operazione è necessario avvinare la buretta: con il rubinetto chiuso, riempirla tramite l'imbutto con circa 10 ml di NaOH, inclinarla e ruotarla in modo che la soluzione bagni tutte le pareti della buretta, poi svuotare la buretta raccogliendo in un becher la soluzione.

Tenendo il rubinetto chiuso, riempire quindi la buretta con NaOH aiutandosi con l'imbuto, fino a superare la linea 0. Aprire il rubinetto in modo da riempire anche la parte al di sotto del rubinetto, raccogliendo eventuali gocce in un becher. Se rimane una bolla d'aria al di sotto del rubinetto, eliminarla aprendo e chiudendo rapidamente il rubinetto.

Azzerare la buretta: se il livello della soluzione è sceso al di sotto dello zero, aggiungerne fino a riportarlo al di sopra dello zero. Togliere l'imbuto. Lasciare scendere la soluzione fino alla linea dello zero (vedi sotto "come si legge la buretta"), raccogliendo la soluzione in un becher.

Con la pipetta tarata, versare quindi 10 ml di latte fresco in ciascuno di due becher puliti da 100 ml e aggiungere in uno dei due 5 gocce di fenolftaleina.

Titolare il latte fresco nel becher con fenolftaleina fino al viraggio dell'indicatore, ovvero all'apparire di una debole colorazione rosata persistente, tenendo il becher senza fenolftaleina come riferimento di colore.

Ripetere altre due volte la titolazione su altre due aliquote da 10 ml di latte fresco.

Ripetere tre volte la titolazione su tre aliquote di latte avariato.

Come si legge la buretta:

1. Portarsi con gli occhi alla stessa altezza del menisco (la superficie superiore del liquido).
2. Guardare attraverso il menisco la linea azzurra stampata all'interno della buretta: la rifrazione dovrebbe far sì che la linea appaia strozzata in corrispondenza del menisco.
3. Leggere il valore in corrispondenza del centro della strozzatura.

Risultato:

Per titolare il latte fresco dovrebbero essere necessari circa 1,7 ml di NaOH, corrispondenti a 1,5 g/L di acido lattico, mentre per titolare il latte avariato dovrebbero esserne necessari decisamente di più (talvolta anche il doppio).

Sicurezza:

	<u>Indicazioni di Pericolo</u>	<u>Consigli di Prudenza</u>
NaOH 	H290 Può essere corrosivo per i metalli. H314 Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari.	P280 Indossare guanti/ indumenti protettivi/ Proteggere gli occhi/ il viso. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare. P310 Contattare immediatamente un CENTRO ANTIVELENI o un medico.
Fenolftaleina 	H226 Liquido e vapori infiammabili. H319 Provoca grave irritazione oculare.	P210 Tenere lontano da fonti di calore, superfici calde, scintille, fiamme libere o altre fonti di accensione. Non fumare. P280 Proteggere gli occhi/ il viso. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare. P337 + P313 Se l'irritazione degli occhi persiste, consultare un medico. P403 + P235 Conservare in luogo fresco e ben ventilato.

16. La chimica del cavolo

Spesso i reagenti utilizzati in laboratorio, in particolare gli indicatori acido/base, sono sostanze di sintesi, pericolose e costose. In questa esperienza dimostreremo come è possibile ricavare un indicatore acido/base in modo semplice, ecologico ed economico partendo dalla verdura.

Argomento:

Reazioni acido-base. Estrazione di composti organici.

Durata:

1 ora

Scopo:

Dimostrare come i pigmenti vegetali si comportano come indicatori di pH, e mostrare come possono essere estratti con un solvente opportuno.

Teoria:

I flavonoidi, in particolare gli antociani, sono pigmenti vegetali comuni a molte piante, i quali conferiscono la particolare colorazione viola al cavolo cappuccio rosso. Il loro colore varia a seconda del pH della soluzione e possono essere estratti con etanolo.

Materiale:

- Cavolo cappuccio rosso
- Etanolo 95%
- Acqua distillata
- Acidi e basi deboli e forti, anche di uso comune (es. bicarbonato, soda, acido cloridrico, succo di limone, aceto ...)

Strumenti:

- tagliere e coltello
- mortaio e pestello
- carta da filtro (o carta assorbente)
- imbuto e sostegno
- becher
- pipetta Pasteur
- provette e porta provette

Procedimento:

Tagliare una foglia di cavolo cappuccio rosso in piccoli pezzi, trasferirli nel mortaio, aggiungere etanolo e pestarli a lungo. Filtrare la soluzione ottenuta, trasferirne una piccola quantità (1 ml circa) nelle provette e aggiungere 2-3 ml di acqua distillata.

In ciascuna provetta, aggiungere un acido o una base ed osservare il colore ottenuto.

Risultato:

La soluzione di pigmenti in etanolo, inizialmente di colore violetto, cambia nettamente colore al variare del pH. Oltre ad un viraggio netto intorno a pH 7 (viola a pH < 7, azzurro a pH > 7), si osservano diversi cambiamenti di colore più gradualmente lungo la scala di pH:

pH	1	3	6	7,5	9	11
colore	rosa	fucsia	viola	azzurro	verde-azzurro	verde

A pH > 12 la soluzione inizialmente verde diventa gialla velocemente, perdendo la capacità di cambiare colore al variare del pH.

Sicurezza:

	<u>Indicazioni di Pericolo</u>	<u>Consigli di Prudenza</u>
Etanolo 	H225 Liquido e vapori facilmente infiammabili. H319 Provoca grave irritazione oculare.	P210 Tenere lontano da fonti di calore, superfici calde, scintille, fiamme libere o altre fonti di accensione. Non fumare. P280 Proteggere gli occhi/ il viso. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare. P337 + P313 Se l'irritazione degli occhi persiste, consultare un medico. P403 + P235 Conservare in luogo fresco e ben ventilato.

17. Ossidi acidi e basici

Brucciando lo zolfo (che è naturalmente presente nei combustibili fossili come il carbone e il petrolio) si formano ossidi di zolfo, gas che si disperdono nell'atmosfera. Sciogliendosi nelle goccioline d'acqua delle nubi questi formano acido solforico, provocando così le piogge acide.

Viceversa, quando i metalli si ossidano si formano ossidi e idrossidi che, in acqua, impartiscono un carattere basico alla soluzione.

In questa esperienza ricreeremo questi fenomeni in laboratorio, per mostrare come dai metalli si ottengano ossidi basici, mentre dai non metalli si ottengano ossidi acidi.

Argomento:

Reazioni acido-base.

Durata:

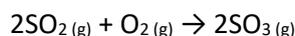
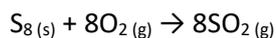
30 min

Scopo:

Dimostrare come i metalli formano ossidi basici e i non metalli formano ossidi acidi.

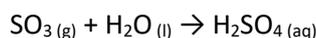
Teoria:

Scaldando lo **zolfo** a contatto con l'aria, avvengono la fusione dello zolfo, l'ossidazione ad anidride solforosa e la successiva ossidazione di questa ad anidride solforica:

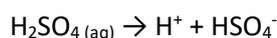


N.B. (le anidridi solforosa e solforica sono tossiche per inalazione, occorre operare sotto cappa aspirante)

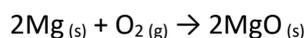
L'anidride solforica si scioglie in acqua producendo acido solforico:



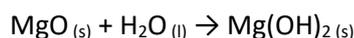
L'acido solforico è un acido forte, e in acqua si dissocia liberando protoni:



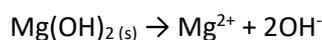
Il **magnesio** reagisce con l'ossigeno dell'aria bruciando con notevole emissione di luce e con produzione di ossido di magnesio:



L'ossido di magnesio, a contatto con acqua, produce idrossido di magnesio:



L'idrossido di magnesio è una base forte, e in acqua si dissocia liberando ioni OH⁻:



Materiale:

- Zolfo
- Magnesio

- Acqua distillata

Strumenti:

- Indicatore universale in cartina
- Spatola
- Pinza
- Crogioli
- Triangolo refrattario
- Treppiede
- Becco Bunsen
- Cappa aspirante

Procedimento:

1. Zolfo

Mettere una abbondante punta di spatola di zolfo nel crogiolo e posizionarlo sopra il triangolo refrattario, sul treppiede.

Nel frattempo inumidire con acqua un pezzo di cartina universale e tenerlo con le pinze sopra il crogiolo. Accendere quindi il Bunsen, scaldare il crogiolo e osservare lo zolfo e la cartina universale.

2. Magnesio

Tagliare un piccolo pezzo di striscia di magnesio e tenendolo con le pinze sopra un crogiolo pulito, infiammarlo con un accendino, un fiammifero o con il Bunsen. Fare attenzione a non guardare direttamente la fiamma: la luce intensa può danneggiare gli occhi.

Depositare la striscia bruciata nel crogiolo e aggiungere poche gocce di acqua distillata; immergere infine la cartina universale nel crogiolo e osservare.

Risultato:

Lo **zolfo** prima fonde, poi brucia con fiamma azzurra. La cartina, avvolta dai vapori di ossidi di zolfo, si colora di rosso. Se non si colora, probabilmente si sta usando troppo poco zolfo.

Il **magnesio** brucia con fortissima luce bianca, lasciando un solido bianco. Quando questo viene immerso nell'acqua, la cartina immersa si colora di blu. Anche in questo caso, se la cartina non si colora si sta usando poco magnesio o troppa acqua.

Sicurezza:

	<u>Indicazioni di Pericolo</u>	<u>Consigli di Prudenza</u>
Zolfo 	H315 Provoca irritazione cutanea.	
Magnesio 	H250 Spontaneamente infiammabile all'aria. H260 A contatto con l'acqua libera gas infiammabili che possono infiammarsi spontaneamente.	P222 Evitare il contatto con l'aria. P223 Evitare qualsiasi contatto con l'acqua: pericolo di reazione violenta e di infiammazione spontanea. P231 + P232 Manipolare in atmosfera di gas inerte. Tenere al riparo dall'umidità. P370 + P378 In caso di incendio: Usare sabbia secca, prodotto chimico secco oppure schiuma resistente all'alcool per l'estinzione. P422 Conservare il contenuto sotto atmosfera di gas inerte.

18. Potenziali Redox e Celle Elettrochimiche

È possibile prevedere la spontaneità di una reazione facendo riferimento ad i potenziali di riduzione standard delle specie coinvolte nella reazione. Infatti l'energia libera di Gibbs (ΔG) ed il potenziale standard di un elettrodo (E°) sono collegati dalla relazione:

$$\Delta E = -zF\Delta G \quad (z = \text{numero elettroni scambiati nel processo}; F = \text{costante di Faraday})$$

Pertanto, se la riduzione avviene in maniera spontanea ($\Delta G < 0$), il potenziale risulterà positivo, viceversa per reazioni non spontanee ($\Delta G > 0$) il potenziale risulterà negativo. Nel corso di questa esperienza vedremo dapprima come specie con potenziali di riduzione positivi e negativi determinino una differente reattività nei confronti della riduzione dello ione H^+ , in seguito verificheremo la spontaneità di reazioni di ossidoriduzione razionalizzando i risultati sulla base dei potenziali di riduzione standard delle specie coinvolte.

Argomenti:

Reazioni redox spontanee e non spontanee, Elettrochimica

Durata:

1 ora

Scopo:

Prevedere e verificare quali reazioni risultino spontanee servendosi dei potenziali di riduzione standard

Teoria:

Una cella elettrochimica si basa su reazione di ossidoriduzione, pertanto può essere visualizzata come due semi reazioni: la reazione di ossidazione (perdita di elettroni) che avviene all'anodo e la reazione di riduzione (acquisizione di elettroni) che avviene al catodo. Per prevedere se la reazione di ossidoriduzione avviene spontaneamente si può ricorrere ai potenziali di riduzione standard, che possono essere trovati tabulati. Di seguito si riportano i potenziali delle specie prese in esame in questa esperienza:

$$\begin{aligned} E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) &= -0.76 \text{ V} \\ E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) &= 0.34 \text{ V} \\ E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) &= 0.80 \text{ V} \\ E^\circ(\text{H}^+/\text{H}_2) &= 0 \text{ V (RIFERIMENTO)} \end{aligned}$$

Questi potenziali sono misurati e riportati per convenzione sempre nel senso della riduzione della specie presa in considerazione rispetto alla reazione di ossidazione dell'idrogeno che viene utilizzata come riferimento. Per calcolare il potenziale ΔE , e quindi avere una previsione sulla spontaneità della reazione, è sufficiente sottrarre al potenziale di riduzione della coppia che si riduce (E°_{catodo}) il potenziale di riduzione della coppia che si ossida (E°_{anodo}), cioè $\Delta E = (E^\circ_{\text{catodo}} - E^\circ_{\text{anodo}})$.

Materiale:

- Barretta di zinco
- Barretta di rame
- Barretta di argento
- Solfato di zinco
- Solfato di rame
- Nitrato d'argento
- Acido cloridrico 1M

Strumenti:

- Becher

Procedimento:

All'interno di un becher di dimensioni opportune per potervi inserire le barrette di metallo versare acido cloridrico fino a riempirne circa metà. Inserire all'interno del liquido una barretta di metallo e osservare l'eventuale sviluppo di idrogeno. In seguito si annota quanto osservato e si ripete il procedimento per ogni barretta.

Si sciolgono in H₂O in tre becher separati i sali (solfato di zinco, solfato di rame e nitrato d'argento) per ottenere 3 soluzioni 0,1M ciascuna. Dentro ogni becher si inserisce a turno una barretta di metallo e si annota quanto si osserva nella seguente tabella:

lastrine → soluzioni ↓	Zn	Cu	Ag
ZnSO ₄			
CuSO ₄			
AgNO ₃			

Risultato:

Nella prima parte dell'esperimento è possibile vedere come solo nel caso dello Zn si osserva lo svilupparsi di idrogeno, infatti lo Zn è l'unico che presenta un potenziale di riduzione negativo e quindi ossida lo ione H⁺ spontaneamente.



Nella seconda parte invece le reazioni spontanee che si osserveranno saranno per le coppie Zn + CuSO₄, Zn + AgNO₃ e Cu + AgNO₃.



Sicurezza:

	<u>Indicazioni di Pericolo</u>	<u>Consigli di Prudenza</u>
Solfato di zinco Three red diamond pictograms: 1. Exclamation mark, 2. Corrosive (hand and surface), 3. Environment (tree and fish).	H302 Nocivo per ingestione H318 Provoca gravi lesioni oculari H410 Molto tossico per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata	P273 Non disperdere nell'ambiente P280 Indossare guanti/ indumenti protettivi. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare. P501 Smaltire il contenuto/ contenitore in un impianto d'eliminazione di rifiuti autorizzato.
Solfato di rame Two red diamond pictograms: 1. Exclamation mark, 2. Environment (tree and fish).	H302 Nocivo se ingerito. H315 Provoca irritazione cutanea. H319 Provoca grave irritazione oculare. H410 Molto tossico per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata.	P273 Non disperdere nell'ambiente. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare. P501 Smaltire il prodotto/recipiente in un impianto d'eliminazione di rifiuti autorizzato.
Nitrato di argento Three red diamond pictograms: 1. Flammable (flame), 2. Corrosive (hand and surface), 3. Environment (tree and fish).	H272 Può aggravare un incendio; comburente. H290 Può essere corrosivo per i metalli. H314 Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari. H410 Molto tossico per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata.	P210 Tenere lontano da fonti di calore, superfici calde, scintille, fiamme libere o altre fonti di accensione. Non fumare. P220 Tenere/conservare lontano da indumenti/materiali combustibili. P260 Non respirare la polvere/ i fumi/ i gas/ la nebbia/ i vapori/ gli aerosol. P280 Indossare guanti/ indumenti protettivi/ Proteggere gli occhi/ il viso. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare. P370 + P378 In caso d'incendio: utilizzare polvere secca o sabbia secca per estinguere.
HCl Two red diamond pictograms: 1. Corrosive (hand and surface), 2. Exclamation mark.	H290 Può essere corrosivo per i metalli. H314 Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari. H335 Può irritare le vie respiratorie.	P261 Evitare di respirare i vapori. P280 Indossare guanti/ indumenti protettivi/ Proteggere gli occhi/ il viso. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare. P310 Contattare immediatamente un CENTRO ANTIVELENI o un medico.

19. Elettrolisi dell'acqua

L'acqua è un composto formato da idrogeno e ossigeno e in quanto composto non è separabile nei suoi elementi costituenti tramite mezzi fisici. È possibile però separarla nei suoi elementi costitutivi mediante elettrolisi.

Argomento:

Elettrochimica.

Durata:

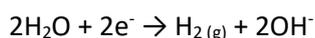
1 ora

Scopo:

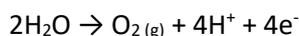
Dimostrare che è possibile separare l'acqua nei suoi elementi costitutivi (idrogeno e ossigeno) tramite elettrolisi

Teoria:

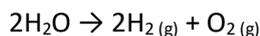
L'acqua ha formula chimica H_2O , le sue molecole sono quindi composte da due atomi di idrogeno e uno di ossigeno. L'acqua non si decompone spontaneamente in idrogeno e ossigeno, ma è possibile provocarne la decomposizione fornendo energia, ad esempio applicando una differenza di potenziale tra due elettrodi di una cella elettrolitica. In questo caso, al **catodo** (polo negativo) avviene la riduzione dell'idrogeno dell'acqua a idrogeno elementare:



e all'**anodo** (polo positivo) avviene l'ossidazione dell'ossigeno dell'acqua a ossigeno elementare:



Poiché $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$, la reazione complessiva è:



e corrisponde al passaggio di $4e^-$ nel circuito.

L'acqua però non è un buon conduttore, quindi perché la reazione avvenga a velocità apprezzabili occorre che nell'acqua sia disciolto un elettrolita (come un acido o una base forti o un sale solubile) che ne aumenti la conducibilità. L'elettrolita non deve però subire ossidazione o riduzione agli elettrodi al posto dell'acqua. Elettroliti adatti possono essere H_2SO_4 , $NaOH$ o Na_2SO_4 .

Materiale:

- Soluzione acquosa di Na_2SO_4 al 5% (almeno 250/300 ml)
- Fiammiferi

Strumenti:

- Voltmetro di Hoffman con elettrodi al platino
- Imbuto
- Trasformatore (uscita in c.c. 12V, o tensione regolabile)

Procedimento:

Applicare gli elettrodi al voltmetro, in modo da chiudere i tubi ermeticamente. Aiutandosi con l'imbutto versare nel pallone del voltmetro la soluzione. Aprire quindi il rubinetto di una colonna in modo da far

salire la soluzione fino al rubinetto (espellendo di conseguenza tutto il gas della colonna) e richiudere il rubinetto. Se necessario, rabboccare la soluzione nel pallone.

Ripetere le medesime operazioni riempiendo la seconda colonna.

Collegare il trasformatore agli elettrodi ed applicare una differenza di potenziale di 12 V (eventualmente, variare la differenza di potenziale e osservarne gli effetti). Attendere che si accumuli una sufficiente quantità di gas nelle colonne, avvicinare una fiamma all'ugello della colonna con l'elettrodo -, e con attenzione aprire il rubinetto facendo uscire una piccola quantità di gas.

Avvicinare un fiammifero acceso all'ugello della colonna con l'elettrodo +, smorzare la fiamma e subito dopo aprire il rubinetto facendo uscire una piccola quantità di gas.

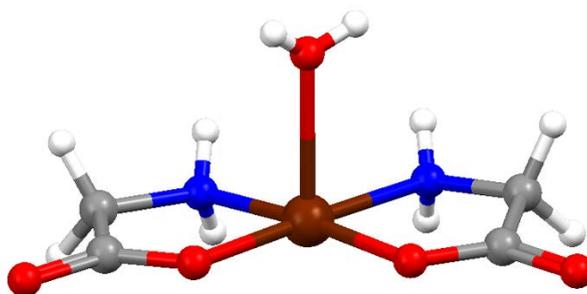
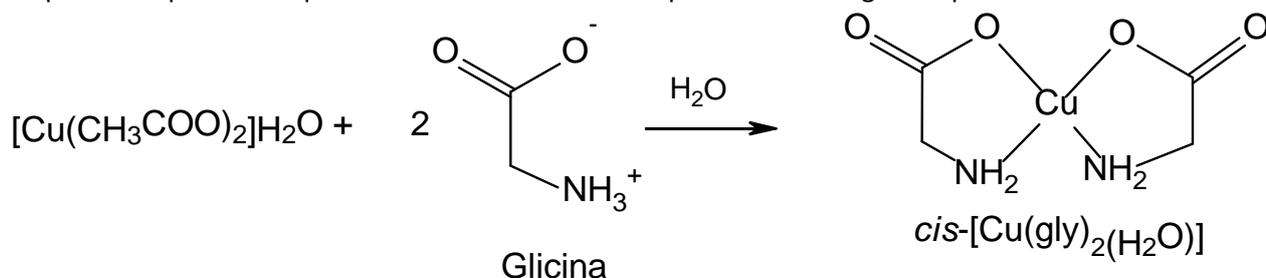
Risultato:

Applicando la differenza di potenziale agli elettrodi, da essi dovrebbero svilupparsi bollicine di gas che risalgono lungo le colonne, in misura maggiore all'elettrodo (-). Dato che i rubinetti sono chiusi, il gas rimane intrappolato nella colonna. Nella colonna con l'elettrodo (-) dovrebbe accumularsi una quantità di gas circa doppia rispetto alla quantità accumulata nella colonna con l'elettrodo (+).

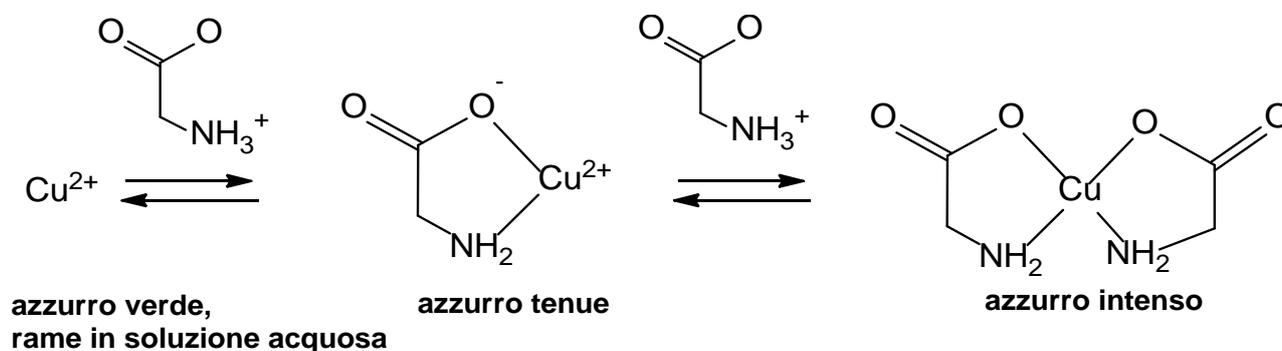
Il gas della colonna con l'elettrodo (-) (H_2) dovrebbe infiammarsi a contatto con la fiamma, il gas della colonna con l'elettrodo (+) (O_2) dovrebbe riaccendere la fiamma smorzata. **Fare attenzione nell'avvicinare la fiamma all'idrogeno!**

20. Chimica di coordinazione: il sistema Rame-Glicina

La chimica di coordinazione si occupa della sintesi e caratterizzazione di complessi tra metalli e composti, che possono anche essere di natura organica, definiti leganti. Questi ultimi hanno come caratteristica la presenza di atomi donatori che sono in grado di cedere parte della loro densità elettronica al metallo che a sua volta dovrà essere in grado di acquisire questa densità elettronica. Tutto ciò si traduce in donatori che possiedono doppietti elettronici disponibili (tipicamente N, O, P, S...) e metalli che possiedono orbitali vuoti (tipicamente metalli di transizione come Cu, Fe, Co...). In questa esperienza vedremo come l'interazione tra un metallo ed un composto organico generi un nuovo composto la cui formazione è verificabile dall'ottenimento di un composto di colore azzurro intenso. Inoltre sarà possibile vedere come, agendo su un parametro quale il pH, sia possibile spostare l'equilibrio di formazione del complesso verso reagenti o prodotti.



Struttura molecolare di *cis*-[Cu(gly)₂(H₂O)]



Argomenti:

Chimica di complessazione, Equilibri di formazione dei complessi in soluzione

Durata:

2 ore

Scopo:

Sintetizzare e purificare per ricristallizzazione un complesso di coordinazione e valutarne la stabilità nei confronti di cambiamenti di pH

Materiale:

- Acetato rameico monoidrato
- Glicina
- Acetone
- Etanolo
- HCl 1M
- NaOH 1M

Strumenti:

- Ancoretta magnetica
- Carta da filtro
- Cilindro graduato
- Cristallizzatore
- Imbuto Buchner
- Pallone da 100ml
- Piastra magnetica riscaldante
- Pipette Pasteur
- Provette e portaprovette

Procedimento:

In un palloncino da 100 ml si scioglie 1 g di acetato rameico monoidrato in 15 ml di acqua distillata. Si scalda fino a 65 °C con un bagno ad acqua per sciogliere il sale di rame e si aggiungono 10 ml di alcool etilico. Si prepara una soluzione di 0.75 g di glicina in 15 ml di acqua distillata. A caldo, si aggiunge la soluzione di glicina a quella di acetato rameico mantenendo in agitazione. Si raffredda la soluzione a temperatura ambiente, si aggiungono 10 ml di alcol etilico per ridurre la solubilità e infine si raffredda in un bagno di ghiaccio per favorire la precipitazione del prodotto azzurro. Si filtra su imbuto Buchner. Per aumentarne la purezza è possibile ricristallizzare il prodotto disciogliendolo a caldo in 50 ml di acqua distillata e riprecipitarlo a freddo aggiungendo 50 ml di alcol etilico. Si filtra nuovamente su Buchner e si lava con alcool etilico e quindi con acetone.

È possibile, in una seconda parte dell'esperimento, preparare, come già visto, una soluzione contenente ioni Cu^{2+} e glicina, ma stavolta acidificare la soluzione in modo da protonare tutta la glicina. La glicina completamente protonata non è in grado di legare lo ione Cu^{2+} . Lo ione Cu^{2+} non è legato alla glicina e la soluzione risulterà azzurra-verde. Aggiungendo NaOH (il pH aumenta), spostiamo l'equilibrio verso la forma deprotonata della glicina, che diviene disponibile e può andare a legare il Cu^{2+} .

Risultato:

Nella prima parte dell'esperienza si può visualizzare la formazione del complesso in soluzione grazie al cambiamento della colorazione della soluzione stessa che assume una tinta azzurra tendente al blu, più scura rispetto a quella di partenza, quindi si ottiene un composto di colore anch'esso azzurro intenso. Nella seconda parte è possibile, sempre tramite la variazione di colorazione della soluzione, visualizzare prima la formazione del complesso, quindi per acidificazione la decomplessazione del Cu^{2+} da parte della glicina ed infine, in seguito ad aggiunta di una base, la riformazione del complesso.

Sicurezza:

	<u>Indicazioni di Pericolo</u>	<u>Consigli di Prudenza</u>
Acetato di rame	H302 Nocivo se ingerito.	P260 Non respirare la polvere/ i fumi/ i gas/ la nebbia/ i vapori/ gli aerosol.

	<p>H314 Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari.</p> <p>H410 Molto tossico per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata.</p>	<p>P280 Indossare guanti/ indumenti protettivi/ Proteggere gli occhi/ il viso.</p> <p>P301 + P312 + P330 IN CASO DI INGESTIONE accompagnata da malessere: Contattare un CENTRO ANTIVELENI/un medico in caso di malessere. Sciacquare la bocca.</p> <p>P303 + P361 + P353 IN CASO DI CONTATTO CON LA PELLE (o con i capelli): togliere immediatamente tutti gli indumenti contaminati. Sciacquare la pelle/fare una doccia.</p> <p>P304 + P340 + P310 IN CASO DI INALAZIONE: trasportare l'infortunato all'aria aperta e mantenerlo a riposo in posizione che favorisca la respirazione. Contattare immediatamente un CENTRO ANTIVELENI/un medico.</p> <p>P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare.</p>
<p>Acetone</p> 	<p>H225 Liquido e vapori facilmente infiammabili.</p> <p>H319 Provoca grave irritazione oculare.</p> <p>H336 Può provocare sonnolenza o vertigini.</p>	<p>P210 Tenere lontano da fonti di calore/scintille/ fiamme libere/superfici riscaldate. - Non fumare.</p> <p>P261 Evitare di respirare la polvere/ i fumi/ i gas/ la nebbia/ i vapori/ gli aerosol.</p> <p>P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare.</p>
<p>Etanolo</p> 	<p>H225 Liquido e vapori facilmente infiammabili.</p> <p>H319 Provoca grave irritazione oculare.</p>	<p>P210 Tenere lontano da fonti di calore, superfici calde, scintille, fiamme libere o altre fonti di accensione. Non fumare.</p> <p>P280 Proteggere gli occhi/ il viso.</p> <p>P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare.</p> <p>P337 + P313 Se l'irritazione degli occhi persiste, consultare un medico.</p> <p>P403 + P235 Conservare in luogo fresco e ben ventilato.</p>
<p>NaOH</p> 	<p>H290 Può essere corrosivo per i metalli.</p> <p>H314 Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari.</p>	<p>P280 Indossare guanti/ indumenti protettivi/ Proteggere gli occhi/ il viso.</p> <p>P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare.</p> <p>P310 Contattare immediatamente un CENTRO ANTIVELENI o un medico.</p>

<p>HCl</p> 	<p>H290 Può essere corrosivo per i metalli. H314 Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari. H335 Può irritare le vie respiratorie.</p>	<p>P261 Evitare di respirare i vapori. P280 Indossare guanti/ indumenti protettivi/ Proteggere gli occhi/ il viso. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare. P310 Contattare immediatamente un CENTRO ANTIVELENI o un medico.</p>
---	---	--

21. Determinazione visiva della presenza di proteine

È possibile verificare la presenza di proteine all'interno di una soluzione sfruttando la complessazione di ioni Cu^{2+} da parte di polipeptidi in ambiente alcalino che porta all'ottenimento di un prodotto di colore violetto. Infatti gli ioni rameici in ambiente alcalino reagiscono con qualsiasi composto contenente due o più gruppi CONH_2 , CH_2NH_2 o CSNH_2 , ciò significa che questo test risulta negativo per amminoacidi (nessun legame CONH_2) e per i dipeptidi (due amminoacidi condensati che però possiedono un solo legame CONH_2). In virtù della quantità di proteine presenti in un campione sarà possibile osservare una differente colorazione della soluzione.

Argomenti:

Chimica di complessazione; Amminoacidi, peptidi e proteine

Durata:

30 minuti

Scopo:

Individuare la presenza di proteine in diversi alimenti.

Materiale:

- Alimenti (albume d'uovo, latte, ecc.)
- Soluzione di solfato rameico 0,5 M
- Soluzione di idrossido di sodio 10%

Strumenti:

- Provette e portaprovette
- Pipette Pasteur

Procedimento:

Inserire all'interno di una provetta circa 2 ml di campione (alimento scelto), quindi aggiungere qualche goccia di idrossido di sodio, seguita da circa 2 ml di solfato rameico 0,5 M. Attendere qualche minuto ed osservare. Il processo può essere ripetuto per ogni alimento scelto.

Risultato:

Se nell'alimento sono presenti proteine, dovrebbe formarsi una colorazione viola tanto più intensa quanto più la concentrazione di proteine è alta.

Sicurezza:

	<u>Indicazioni di Pericolo</u>	<u>Consigli di Prudenza</u>
Solfato di rame  	H302 Nocivo se ingerito. H315 Provoca irritazione cutanea. H319 Provoca grave irritazione oculare. H410 Molto tossico per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata.	P273 Non disperdere nell'ambiente. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare. P501 Smaltire il prodotto/recipiente in un impianto d'eliminazione di rifiuti autorizzato.

<p>NaOH</p> 	<p>H290 Può essere corrosivo per i metalli. H314 Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari.</p>	<p>P280 Indossare guanti/ indumenti protettivi/ Proteggere gli occhi/ il viso. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare. P310 Contattare immediatamente un CENTRO ANTIVELENI o un medico.</p>
--	--	--

22. Ossidazione di aldeide ad acido carbossilico: reattivo di Tollens

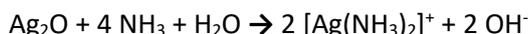
Le aldeidi sono composti organici contenenti un gruppo funzionale costituito da un carbonio carbonilico a cui sono legati un atomo di idrogeno e un generico gruppo R. Le aldeidi si ossidano molto facilmente ad acidi carbossilici ad opera dei più comuni ossidanti, quali permanganato e bicromato, ma anche ad opera di reagenti più blandi quali ioni argento e rame.

In questa esperienza la benzaldeide verrà ossidata ad acido benzoico mediante il reattivo di Tollens $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$.

Il reattivo di Tollens viene preparato facendo reagire nitrato di argento AgNO_3 con idrossido di sodio NaOH con formazione di ossido di argento:



L'ossido di argento viene solubilizzato con aggiunta di ammoniaca in eccesso, con conseguente formazione dello ione diamminoargento $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$:



Le aldeidi riducono lo ione diamminoargento ad argento metallico e dato l'ambiente basico della soluzione, le aldeidi si ossidano al sale dell'acido carbossilico.

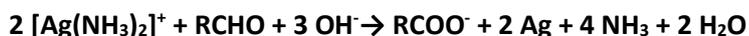
La semireazione di riduzione dello ione diamminoargento è:



La semireazione di ossidazione di un'aldeide in condizioni basiche è:



La reazione che avviene complessivamente è:



Dalla soluzione incolore si ottiene un precipitato grigio di argento metallico

Argomenti:

Ossidazione di aldeidi ad acidi carbossilici

Materiale:

- Acqua distillata
- AgNO_3 soluzione al 5%
- NaOH soluzione al 5%
- NH_4OH soluzione al 2%
- benzaldeide

Strumenti:

- Provette

Procedimento:

Introdurre nella provetta 2 ml di soluzione di AgNO_3 ed aggiungere immediatamente 0,5 ml di soluzione di NaOH . Mescolare il tutto ed aggiungere la soluzione di NH_4OH sempre mantenendo l'agitazione, in quantità sufficiente a sciogliere tutto il precipitato. Nel caso in cui dopo aver riempito la provetta per metà non si nota la dissoluzione di tutto il precipitato, non aggiungere altro NH_4OH , ma lasciar depositare sul fondo il precipitato e far decantare la soluzione che verrà poi usata per il saggio.

Trasferire la soluzione di reattivo di Tollens in un'altra provetta e aggiungere 2 gocce di benzaldeide. Agitare e lasciar riposare per almeno 10 minuti.

Risultato:

La formazione dello specchio di argento sulla provetta indica l'avvenuta ossidazione della benzaldeide.

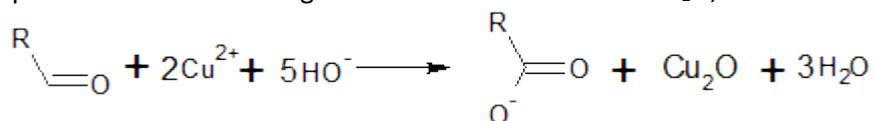
Sicurezza:

	<u>Indicazioni di Pericolo</u>	<u>Consigli di Prudenza</u>
Nitrato di argento 	H272 Può aggravare un incendio; comburente. H290 Può essere corrosivo per i metalli. H314 Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari. H410 Molto tossico per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata.	P210 Tenere lontano da fonti di calore, superfici calde, scintille, fiamme libere o altre fonti di accensione. Non fumare. P220 Tenere/conservare lontano da indumenti/materiali combustibili. P260 Non respirare la polvere/ i fumi/ i gas/ la nebbia/ i vapori/ gli aerosol. P280 Indossare guanti/ indumenti protettivi/ Proteggere gli occhi/ il viso. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare. P370 + P378 In caso d'incendio: utilizzare polvere secca o sabbia secca per estinguere.
NaOH 	H290 Può essere corrosivo per i metalli. H314 Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari.	P280 Indossare guanti/ indumenti protettivi/ Proteggere gli occhi/ il viso. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare. P310 Contattare immediatamente un CENTRO ANTIVELENI o un medico.
NH₄OH 	H315 Provoca irritazione cutanea. H318 Provoca gravi lesioni oculari. H412 Nocivo per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata	P280 Proteggere gli occhi/ il viso. P305 + P351 + P338 + P310 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacqua
Benzaldeide 	H302 + H312 Nocivo se ingerito o a contatto con la pelle H315 Provoca irritazione cutanea.	P280 Proteggere gli occhi/ il viso P301 + P312 + P330 IN CASO DI INGESTIONE accompagnata da malessere: Contattare un CENTRO ANTIVELENI/un medico in caso di malessere. Sciacquare la bocca

23. Riconoscimento di aldeidi e chetoni: saggio di Fehling

Il gruppo carbonilico C=O può essere primario, cioè ad un'estremità della catena di atomi di carbonio, oppure secondario, cioè legato ad altri due atomi di carbonio. Nel primo caso il composto è un'aldeide, nel secondo caso un chetone.

Il gruppo carbonilico delle aldeidi si ossida facilmente a gruppo carbossilico, mentre il gruppo carbonilico dei chetoni si ossida molto più difficilmente. In particolare, in ambiente basico il gruppo carbonilico delle aldeidi può ossidarsi riducendo gli ioni Cu^{2+} a ossido rameoso Cu_2O , reazione che invece non avviene con un chetone.



Il saggio di Fehling si basa su questa reazione: poiché gli ioni Cu^{2+} hanno un colore azzurro, mentre l'ossido rameoso è un solido insolubile rosso mattone, un cambiamento di colore è indice della presenza di un gruppo carbonilico aldeidico.

Per evitare che in ambiente basico gli ioni Cu^{2+} precipitino sotto forma di idrossido rameico, insolubile, nella soluzione sono presenti ioni tartrato che complessano gli ioni Cu^{2+} mantenendoli in soluzione.

La maggior parte dei monosaccaridi nella loro forma aperta presentano un gruppo carbonilico: si tratta di aldeidi in grado di ridurre gli ioni rameici a ossido rameoso.

- **PARTE 1 (ESPERIENZA APPLICATA SOLO AL GLUCOSIO)**

Argomento:

Riconoscimento di gruppi funzionali (aldeidi)

Durata:

15 min

Materiale:

- Sostanza da analizzare contenente un gruppo aldeidico: glucosio
- Reattivo di Fehling A
- Reattivo di Fehling B

Strumenti:

- 2 pipette tarate da 1 ml
- Pipetta Pasteur (se la sostanza da analizzare è liquida)
- Spatola (se la sostanza da analizzare è solida)
- Provetta e porta provette
- Bagno termostatico con porta provette10

Procedimento:

Versare in una provetta 1 ml di reattivo di Fehling A e aggiungere successivamente 1 ml di reattivo di Fehling B. Agitando si ottiene una soluzione limpida di colore blu. Aggiungere quindi alcune gocce o una punta di spatola della sostanza da analizzare, agitare e lasciare in bagno termostatico a 60°C per alcuni minuti. Osservare infine il colore della provetta.

Risultato:

Dato che il glucosio contiene un gruppo aldeidico, si dovrebbe formare un precipitato rosso mattone di ossido rameoso. In caso contrario la soluzione dovrebbe rimanere blu scura e limpida.

• **PARTE 2 (ESPERIENZA APPLICATA A GLUCOSIO E SACCAROSIO)**

In alcuni disaccaridi (come il saccarosio) o polisaccaridi il gruppo carbonilico è invece stato modificato per formare il legame tra i monosaccaridi che compongono la molecola: in questo caso la molecola non sarà in grado di ridurre gli ioni rameici a ossido rameoso.

Gli zuccheri che danno risultato positivo al saggio di Fehling, cioè che sono in grado di ridurre gli ioni rameici a ossido rameoso, si dicono zuccheri riducenti, quelli che danno risultato negativo si dicono zuccheri non riducenti.

Argomento:

Riconoscimento di gruppi funzionali (aldeidi e chetoni). Distinzione tra zuccheri riducenti e non riducenti.

Materiale:

- Sostanza da analizzare contenente un gruppo aldeidico: glucosio
- Sostanza da analizzare contenente un gruppo chetonico: saccarosio
- Reattivo di Fehling A
- Reattivo di Fehling B

Procedimento:

Ripetere il procedimento descritto nella parte 1 applicandolo a glucosio e saccarosio.

Risultato:

Se la sostanza analizzata contiene gruppi aldeidici, si dovrebbe formare un precipitato rosso mattone di ossido rameoso. In caso contrario la soluzione dovrebbe rimanere blu scura e limpida.

Sicurezza:

	<u>Indicazioni di Pericolo</u>	<u>Consigli di Prudenza</u>
Reattivo di Fehling A 	H410 Molto tossico per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata.	P273 Non disperdere nell'ambiente. P501 Smaltire il prodotto/recipiente in un impianto d'eliminazione di rifiuti autorizzato.
Reattivo di Fehling B: NaOH 	H290 Può essere corrosivo per i metalli. H314 Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari.	P280 Indossare guanti/ indumenti protettivi/ Proteggere gli occhi/ il viso. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare. P310 Contattare immediatamente un CENTRO ANTIVELENI o un medico.

24. Sintesi dell'aroma di banana: reazione di sintesi di un estere di acido carbossilico

Argomento:

Sintesi organica. Esterificazione.

Reagenti:

- Alcool isoamilico (3,5 ml)
- acido acetico glaciale (5 ml)
- acido solforico concentrato (1 ml)
- acqua
- soluzione acquosa al 5% di bicarbonato di sodio (20 ml)
- soluzione satura di cloruro di sodio (3 ml)
- solfato di sodio



Strumenti:

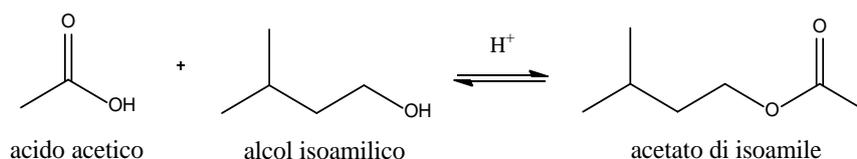
- pallone a due colli
- refrigerante a bolle
- piastra riscaldante con agitatore magnetico e bagno ad olio
- imbuto separatore
- imbuto
- carta da filtro per filtro a pieghe

Teoria:

I frutti hanno fragranze peculiari dovute a complesse miscele di centinaia di composti diversi in cui hanno un ruolo predominante gli esteri, conosciuti anche come esteri della frutta: nell'aroma di banana sono stati identificati ad esempio una trentina di composti.

Gli esteri sono derivati degli acidi carbossilici preparati attraverso vari metodi, tra cui il più comune è l'esterificazione di Fischer, utilizzato sia su scala industriale che per piccole quantità.

L'estere preparato in questo esperimento è l'acetato di isoamile, responsabile dell'aroma di banana.



Procedimento:

Prendere un pallone a due o tre colli da 25 ml, introdurre una barretta magnetica e posizionarlo sopra ad una piastra riscaldante munita di bagno ad olio.

Versare poi nel pallone l'alcool isoamilico, l'acido acetico glaciale e molto cautamente l'acido solforico.

Dopo aver munito il pallone di un refrigerante a bolle, portare la miscela all'ebollizione; continuare l'ebollizione per circa 30 minuti.

Lasciar raffreddare a temperatura ambiente e versare quindi la miscela in un imbuto separatore aggiungendo con cautela 20 ml di acqua. Tappare e agitare vigorosamente l'imbuto diverse volte, sfiatando di tanto in tanto; separare quindi la fase acquosa inferiore (da scartare) da quella organica superiore (da lasciare nell'imbuto).

Aggiungere alla fase organica 15 ml di una soluzione acquosa al 5% di bicarbonato di sodio (**Attenzione! Sviluppo di CO₂**) e agitare l'imbuto debolmente finché cessa lo sviluppo di anidride carbonica. Tappare quindi l'imbuto e agitarlo due o tre volte sfiatando ogni volta. Separare lo strato acquoso e ripetere l'operazione aggiungendo ulteriori 15 ml di soluzione acquosa al 5% di bicarbonato di sodio finché la soluzione acquosa di

scarto diventa basica alla cartina tornasole. Lavare infine la soluzione organica con 25 ml di acqua e con 5 ml di una soluzione satura di cloruro di sodio agitando debolmente l'imbuto separatore. Separare la fase acquosa e versare la fase organica in una beuta.

Infine trattare la fase organica con solfato di sodio per eliminare le tracce di acqua e poi filtrare su filtro a pieghe. Il liquido ottenuto è l'aroma desiderato.

N.B.: in condizioni del tutto analoghe, cambiando l'acido carbossilico e/o l'alcol, è possibile ottenere molti altri aromi (ananas, kiwi, arancia, menta, ciliegia, mela, rhum, etc)

Sicurezza:

	<u>Indicazioni di Pericolo</u>	<u>Consigli di Prudenza</u>
Alcol isoamilico 	H226 Liquido e vapori infiammabili. H315 Provoca irritazione cutanea. H319 Provoca grave irritazione oculare. H332 Nocivo se inalato. H335 Può irritare le vie respiratorie.	P210 Tenere lontano da fonti di calore, superfici riscaldate, scintille, fiamme e altre fonti di innesco. Vietato fumare. P261 Evitare di respirare la polvere/i fumi/i gas/la nebbia/i vapori/gli aerosol. P280 Proteggere gli occhi/ il viso. P304 + P340 + P312 IN CASO DI INALAZIONE: trasportare l'infortunato all'aria aperta e mantenerlo a riposo in posizione che favorisca la respirazione. Contattare un CENTRO ANTIVELENI o un medico in caso di malessere. P337 + P313 Se l'irritazione degli occhi persiste, consultare un medico. P403 + P235 Conservare in luogo fresco e ben ventilato.
Acido acetico glaciale 	H226 Liquido e vapori infiammabili. H314 Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari.	P280 Indossare guanti/indumenti protettivi/Proteggere gli occhi/il viso. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare. P310 Contattare immediatamente un CENTRO ANTIVELENI o un medico.
Acido solforico 	H290 Può essere corrosivo per i metalli. H314 Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari.	P280 Indossare guanti/indumenti protettivi/Proteggere gli occhi/il viso. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare. P310 Contattare immediatamente un CENTRO ANTIVELENI o un medico.

25. Saponificazione

Il sapone si ottiene trattando un grasso (olio, lardo, strutto, etc...) con NaOH. In questa esperienza proveremo a realizzare questa trasformazione in laboratorio.

Argomento:

Sintesi organica. Idrolisi basica degli esteri.

Durata:

2 ore

Scopo:

Dimostrare come per idrolisi basica degli esteri degli acidi grassi è possibile ottenere un sapone.

Teoria:

Le molecole di sapone per poter sciogliere in acqua i grassi devono potersi legare contemporaneamente sia ad una sostanza polare, l'acqua, sia ad una sostanza apolare, la molecola di grasso. Per fare ciò generalmente la molecola di sapone possiede una parte (testa) ionica, e un'altra parte (coda) apolare. Esempi di sapone sono i sali degli acidi grassi, formati da un anione carbossilato ad un'estremità della molecola e da una lunga catena alifatica apolare.

Gli acidi grassi in natura si trovano in materie grasse come olio, lardo e strutto sotto forma di trigliceridi, ovvero esteri tra acidi grassi e glicerolo.

Per ottenere il sale dall'estere è possibile far reagire questo con una base forte, come l'idrossido di sodio: il legame estereo viene idrolizzato liberando glicerolo e gli anioni degli acidi grassi.

Materiale:

- Olio
- NaOH 6M
- Etanolo 50%
- Soluzione satura di NaCl
- Carta da filtro

Strumenti:

- Piastra riscaldante con agitazione magnetica
- Ancoretta magnetica
- Beuta con collo a smeriglio
- Colonna di condensazione (fissabile sulla beuta)
- Sostegno con pinze
- Bilancia tecnica
- Imbutto con sostegno
- Becher

Procedimento:

Pesare in una beuta 10 g di olio e aggiungere 16 ml di NaOH 6M, 40 ml di etanolo al 50% e l'ancoretta magnetica

Mettere la beuta sulla piastra riscaldante, montare su di essa la colonna di condensazione e infine fissare il tutto al sostegno con le pinze.

Scaldare la miscela di reazione a circa 100°C, mantenendola sotto agitazione per 30 minuti. Se il volume diminuisce aggiungere etanolo al 50%.

Prelevare con una pipetta una piccola quantità della miscela di reazione e porla in una provetta con alcuni ml di acqua calda, agitando: se si formano bolle e non rimangono tracce di olio la reazione è avvenuta completamente. In caso contrario, proseguire con il riscaldamento.

Quando la reazione è andata a completezza, togliere la beuta dalla piastra, aggiungere una miscela precedentemente riscaldata di acqua distillata (20 ml) e di soluzione satura di NaCl (50 ml).

Lasciar raffreddare a temperatura ambiente e filtrare, lavando più volte il precipitato con acqua distillata.

Risultato:

Nel filtro dovrebbe rimanere una sostanza solida, ovvero il sapone.

Sicurezza:

	<i>Indicazioni di Pericolo</i>	<i>Consigli di Prudenza</i>
Etanolo 	H225 Liquido e vapori facilmente infiammabili. H319 Provoca grave irritazione oculare.	P210 Tenere lontano da fonti di calore, superfici calde, scintille, fiamme libere o altre fonti di accensione. Non fumare. P280 Proteggere gli occhi/ il viso. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare. P337 + P313 Se l'irritazione degli occhi persiste, consultare un medico. P403 + P235 Conservare in luogo fresco e ben ventilato.
NaOH 	H290 Può essere corrosivo per i metalli. H314 Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari.	P280 Indossare guanti/ indumenti protettivi/ Proteggere gli occhi/ il viso. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare. P310 Contattare immediatamente un CENTRO ANTIVELENI o un medico.

26. Sapone dalla noce moscata: reazione di idrolisi basica di un estere



Argomento:

Sintesi organica. Estrazione di composti organici. Idrolisi basica degli esteri.

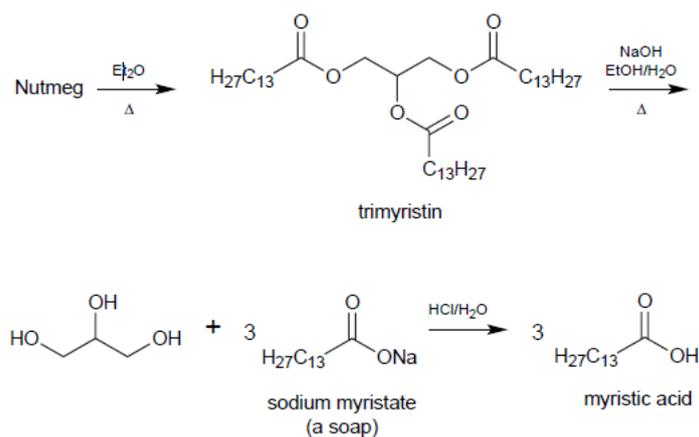
Materiale:

- noce moscata tritata
- etere etilico
- etanolo
- esano
- iodio solido
- NaOH
- NaCl
- olio vegetale
- FeCl₃
- CaCl₂
- HCl
- cartina tornasole
- ghiaccio

Strumenti:

- pallone a due o tre colli
- refrigerante a bolle
- piastra riscaldante con agitatore magnetico
- imbuto
- carta da filtro per filtro a pieghe
- barattolo per lo sviluppo di TLC
- barattolo per contenere lo iodio disperso in un po' di gel di silice
- imbuto Buchner
- 3 provette

Procedimento:



Parte 1: estrazione della trimiristina, il trigliceride dell'acido miristico

La noce moscata macinata (20 g) viene scaldata a refluxo per 30 minuti con etere etilico (50 ml). Dopo aver raffreddato a temperatura ambiente, il contenuto del pallone viene filtrato su filtro a pieghe e il solido trattenuto dal filtro lavato con etere etilico (20 ml). Il filtrato viene tirato a secco al rotavapor. Il residuo giallo (che ancora profuma di noce moscata) viene pesato (dovrebbero essere circa 4.20 g) e poi ricristallizzato da etanolo per produrre la trimiristina pura (dovrebbero essere circa 1.02 g, il 5% della massa iniziale di noce moscata), un solido bianco inodore, p_f 56–58 °C (in letteratura 56.5 °C). E' possibile fare anche un'analisi mediante cromatografia su strato sottile (TLC) di gel di silice. La miristina dovrebbe dare una macchia con R_f 0.50 utilizzando esano come eluente e poi vapori di iodio per evidenziare la presenza della macchia stessa altrimenti non visibile.

Parte 2 : preparazione del sapone (miristato di sodio)

La trimiristina precedentemente isolata (1.02 g), NaOH (0.20 g) ed etanolo al 95% (20 ml) vengono scaldati a refluxo per 15 minuti durante i quali si forma un solido bianco voluminoso. Dopo aver raffreddato a temperatura ambiente, si aggiungono al solido acqua (20 ml) e poi una soluzione al 35% di NaCl (40 ml). Il solido, che è il sapone (miristato di sodio) viene filtrato su Buchner e lavato con acqua fredda (30 ml) per produrre circa 0.85 g (80%) di miristato di sodio.

Parte 3 : test sul sodio miristato

Il sodio miristato ottenuto (0.50 g) viene disciolto in acqua (50 ml) e si trasferiscono 5 ml della soluzione in ciascuna di tre provette. Ad una provetta si aggiungono alcune gocce di olio vegetale e si agita vigorosamente ottenendo una soluzione omogenea. Alla seconda provetta si aggiunge una soluzione acquosa all'1% di $FeCl_3$ e si osserva la formazione immediata di precipitato nero costituito da miristato ferrico. Alla terza provetta si aggiunge una soluzione acquosa all'1% di $CaCl_2$ e si osserva la formazione di un precipitato bianco costituito da miristato di calcio.

Parte 4 : preparazione dell'acido miristico

Una soluzione di miristato di sodio (0.20 g) in acqua (20 ml) raffreddata con un bagno di ghiaccio viene acidificata lentamente con HCl acquoso 6 M fino a portare il pH al di sotto di 7 (usare la cartina tornasole per controllare). Il solido che si forma viene filtrato su Buchner e lavato con acqua (30 ml) per ottenere circa 0.18 g (100%) di acido miristico. Si può determinarne il punto di fusione che deve essere nell'intervallo 54–56 °C (da letteratura 53.9 °C).

Sicurezza:

	<u>Indicazioni di Pericolo</u>	<u>Consigli di Prudenza</u>
Etere etilico 	H224 Liquido e vapori altamente infiammabili. H302 Nocivo se ingerito. H336 Può provocare sonnolenza o vertigini.	P210 Tenere lontano da fonti di calore, superfici riscaldate, scintille, fiamme e altre fonti di innesco. Vietato fumare. P261 Evitare di respirare i vapori.

<p>Etanolo</p> 	<p>H225 Liquido e vapori facilmente infiammabili. H319 Provoca grave irritazione oculare.</p>	<p>P210 Tenere lontano da fonti di calore, superfici calde, scintille, fiamme libere o altre fonti di accensione. Non fumare. P280 Proteggere gli occhi/il viso. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare. P337 + P313 Se l'irritazione degli occhi persiste, consultare un medico. P403 + P235 Conservare in luogo fresco e ben ventilato.</p>
<p>Esano</p> 	<p>H225 Liquido e vapori facilmente infiammabili. H304 Può essere letale in caso di ingestione e di penetrazione nelle vie respiratorie. H315 Provoca irritazione cutanea. H336 Può provocare sonnolenza o vertigini. H361f Sospettato di nuocere alla fertilità. H373 Può provocare danni agli organi in caso di esposizione prolungata o ripetuta. H411 Tossico per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata.</p>	<p>P201 Procurarsi istruzioni specifiche prima dell'uso. P210 Tenere lontano da fonti di calore, superfici riscaldate, scintille, fiamme e altre fonti di innesco. Vietato fumare. P273 Non disperdere nell'ambiente. P301 + P310 IN CASO DI INGESTIONE: contattare immediatamente un CENTRO ANTIVELENI o un medico P308 + P313 IN CASO di esposizione o di possibile esposizione, consultare un medico. P331 NON provocare il vomito.</p>
<p>Iodio</p> 	<p>H312 + H332 Nocivo a contatto con la pelle o se inalato H315 Provoca irritazione cutanea. H319 Provoca grave irritazione oculare H335 Può irritare le vie respiratorie H372 Provoca danni agli organi (Tiroide) in caso di esposizione prolungata o ripetuta se ingerito. H400 Molto tossico per gli organismi acquatici.</p>	<p>P261 Evitare di respirare la polvere P273 Non disperdere nell'ambiente P280 Indossare guanti/ indumenti protettivi. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare. P314 In caso di malessere, consultare un medico.</p>
<p>Cloruro di calcio</p> 	<p>H319 Provoca grave irritazione oculare.</p>	<p>P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare.</p>
<p>NaOH</p> 	<p>H290 Può essere corrosivo per i metalli. H314 Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari.</p>	<p>P280 Indossare guanti/ indumenti protettivi/ Proteggere gli occhi/ il viso. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare. P310 Contattare immediatamente un CENTRO ANTIVELENI o un medico.</p>

<p>HCl</p>  	<p>H290 Può essere corrosivo per i metalli. H314 Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari. H335 Può irritare le vie respiratorie.</p>	<p>P260 Non respirare la polvere/ i fumi/ i gas/ la nebbia/ i vapori/ gli aerosol. P280 Indossare guanti/ indumenti protettivi/ Proteggere gli occhi/ il viso. P303 + P361 + P353 IN CASO DI CONTATTO CON LA PELLE (o con i capelli): togliere immediatamente tutti gli indumenti contaminati. Sciacquare la pelle/fare una doccia. P304 + P340 + P310 IN CASO DI INALAZIONE: trasportare l'infortunato all'aria aperta e mantenerlo a riposo in posizione che favorisca la respirazione. Contattare immediatamente un CENTRO ANTIVELENI/un medico. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare.</p>
---	---	--

27. Riciclo chimico: depolimerizzazione del PET

Argomento:

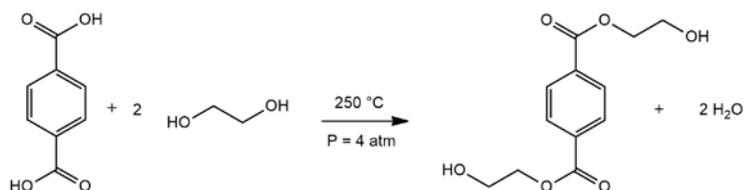
Sintesi organica. Polimeri. Idrolisi degli esteri.

Teoria:

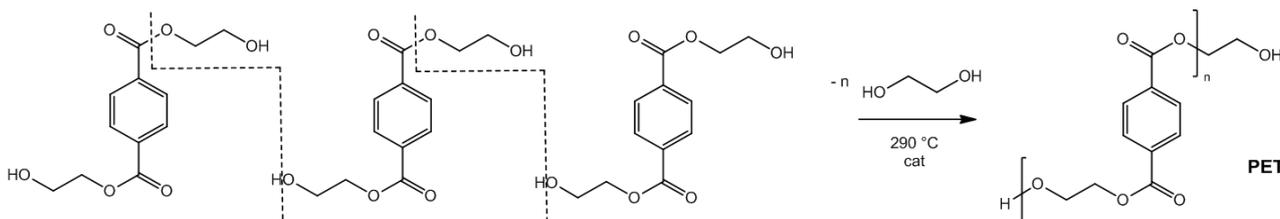
Il polietilentereftalato (PET) è un polimero resistente e incolore comunemente utilizzato per produrre fibre, film e bottiglie.

Si tratta di un poliester ottenuto a partire da acido tereftalico (o dimetil tereftalato) e glicole etilenico. Partendo dall'acido il primo passaggio consiste in un'esterificazione a dare principalmente il bis(2-idrossietil) tereftalato insieme ad altri oligomeri; il secondo passaggio prevede infine la policondensazione che porta alla formazione del poliester finale.

step 1



step 2



La depolimerizzazione è il processo inverso della polimerizzazione, con il quale è possibile riottenere il reagente di partenza.

In questo caso il PET viene depolimerizzato tramite un'alcolisi base catalizzata con pentanolo, seguita da un'idrolisi acida dell'estere così ottenuto per isolare l'acido tereftalico.

Reagenti:

- PET ricavato da una bottiglia o imballaggio finemente sminuzzati
- KOH
- pentanolo
- acqua distillata
- soluzione di HCl al 10%

Procedura:

In un pallone da 100 ml a un collo provvisto di ancoretta magnetica si introducono il PET finemente sminuzzato (circa 3 g), KOH (2,65 g) e pentanolo (45 ml). La miscela viene riscaldata a riflusso (150-160 °C) per circa 90 minuti. Si lascia quindi raffreddare a temperatura ambiente e si aggiungono 25 ml di acqua distillata. La miscela di reazione viene trasferita in un imbuto separatore e la fase acquosa viene separata. Si aggiungono 25 ml di acqua distillata alla fase organica, si estrae nuovamente e si uniscono le fasi acquose. La fase acquosa viene acidificata lentamente con HCl al 10% fino ad ottenere un pH acido; si raffredda quindi in un bagno a ghiaccio per favorire la precipitazione. Il precipitato viene filtrato su imbuto Buchner, lavato con acqua fredda, seccato alla pompa meccanica e pesato.

Si misurano il punto di fusione del solido ottenuto (acido tereftalico) e del PET tal quale.

Sicurezza:

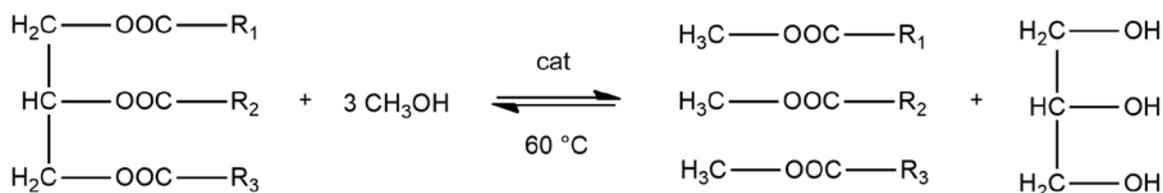
	<u>Indicazioni di Pericolo</u>	<u>Consigli di Prudenza</u>
KOH 	H315 Provoca irritazione cutanea. H319 Provoca grave irritazione oculare	P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare.
Pentanol 	H226 Liquido e vapori infiammabili. H315 Provoca irritazione cutanea. H319 Provoca grave irritazione oculare. H332 Nocivo se inalato. H335 Può irritare le vie respiratorie.	P210 Tenere lontano da fonti di calore, superfici riscaldate, scintille, fiamme e altre fonti di innesco. Vietato fumare. P261 Evitare di respirare la polvere/ i fumi/ i gas/ la nebbia/ i vapori/ gli aerosol. P280 Proteggere gli occhi/ il viso. P304 + P340 + P312 IN CASO DI INALAZIONE: trasportare l'infortunato all'aria aperta e mantenerlo a riposo in posizione che favorisca la respirazione. Contattare un CENTRO ANTIVELENI o un medico in caso di malessere. P337 + P313 Se l'irritazione degli occhi persiste, consultare un medico. P403 + P235 Conservare in luogo fresco e ben ventilato.
HCl 	H290 Può essere corrosivo per i metalli. H314 Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari. H335 Può irritare le vie respiratorie.	P260 Non respirare la polvere/ i fumi/ i gas/ la nebbia/ i vapori/ gli aerosol. P280 Indossare guanti/ indumenti protettivi/ Proteggere gli occhi/ il viso. P303 + P361 + P353 IN CASO DI CONTATTO CON LA PELLE (o con i capelli): togliere immediatamente tutti gli indumenti contaminati. Sciacquare la pelle/fare una doccia. P304 + P340 + P310 IN CASO DI INALAZIONE: trasportare l'infortunato all'aria aperta e mantenerlo a riposo in posizione che favorisca la respirazione. Contattare immediatamente un CENTRO ANTIVELENI/un medico. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare.

28. Sintesi del biodiesel da olio di oliva o altro olio di scarto

Il biodiesel è un estere metilico degli acidi grassi prodotto tramite transesterificazione con metanolo in presenza di un catalizzatore (generalmente NaOH o KOH). Il sottoprodotto che si ottiene dalla transesterificazione è la glicerina, in un rapporto ponderale di circa 1 a 10.

Tutti i grassi animali e vegetali possono essere usati per produrre biodiesel, tuttavia per la scelta delle materie prime è importante prendere in considerazione fattori quali il costo e la disponibilità sul territorio. Attualmente il biodiesel viene prodotto principalmente da oli vegetali ottenuti da colza, soia, palma, cocco e girasole.

Sintesi chimica:



In realtà si opera con 6 equivalenti di metanolo e 0,5 % in peso di catalizzatore.

Argomento:

Sintesi organica. Titolazioni. Transesterificazione.

Parte 1: TITOLAZIONE DEL CAMPIONE DI OLIO

Reagenti:

- olio di oliva o altro olio di scarto (semi, arachidi, soia..)
- isopropanolo
- fenolftaleina
- soluzione di NaOH 0,1% in peso

Procedura:

In un becher da 250 ml vengono introdotti 2 ml di olio e 30 ml di isopropanolo, insieme a poche gocce di indicatore fenolftaleina.

Si titola con una soluzione già predisposta di NaOH 0,1% in peso. Il viraggio dell'indicatore fenolftaleina si ha quando la soluzione assume una colorazione rosa.

Al valore in ml trovato si aggiunge il valore fisso di 3,50, ottenendo direttamente i grammi di NaOH da usare nella reazione successiva di trans esterificazione per litro di olio.

(esempio: 0,7 ml sgocciolati; $3,50 + 0,7 = 4,2$ grammi di NaOH/litro di olio nella reazione successiva).

Parte 2: SINTESI DEL BIODIESEL

Reagenti:

- olio di oliva o altro olio di scarto (lo stesso usato nella parte1)
- metanolo
- NaOH
- soluzione 0,15 M di acido acetico
- acqua distillata
- solfato di sodio anidro

Procedura:

In un pallone a tre colli munito di refrigerante, ancorotta magnetica e imbuto sgocciolatore, vengono introdotti 100 ml di olio. Si scalda sotto agitazione magnetica a 60-70 °C.

Si prepara una soluzione di NaOH in metanolo, usando la quantità di NaOH trovata nella titolazione (esempio: 0,7 ml sgocciolati; 4,2 grammi di NaOH per litro di olio, quindi 0,42 grammi per 100 ml) e un volume di metanolo pari al 20% del volume di olio (ovvero 20 ml).

La soluzione ottenuta viene addizionata con MOLTA CAUTELA attraverso un imbuto sgocciolatore. La miscela di reazione viene mantenuta sotto agitazione a 70 °C per circa un'ora, poi si lascia decantare e raffreddare pre la notte, in modo da far depositare la glicerina sul fondo del pallone. Il mattino seguente si raccoglie il liquido sovrastante e lo si lava 3-4 volte con una soluzione 0,15 M di acido acetico e 2 volte con acqua distillata. Si secca quindi su solfato di sodio anidro e si filtra su filtro a pieghe.

Sicurezza:

	<u>Indicazioni di Pericolo</u>	<u>Consigli di Prudenza</u>
Acido acetico 	H226 Liquido e vapori infiammabili. H314 Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari.	P280 Indossare guanti/ indumenti protettivi/ Proteggere gli occhi/ il viso. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare. P310 Contattare immediatamente un CENTRO ANTIVELENI o un medico.
Metanolo 	H225 Liquido e vapori facilmente infiammabili. H301 + H311 + H331 Tossico se ingerito, a contatto con la pelle o se inalato H370 Provoca danni agli organi.	P210 Tenere lontano da fonti di calore, superfici riscaldate, scintille, fiamme e altre fonti di innesco. Vietato fumare. P260 Non respirare la polvere/ i fumi/ i gas/ la nebbia/ i vapori/ gli aerosol. P280 Indossare guanti/ indumenti protettivi. P301 + P310 IN CASO DI INGESTIONE: contattare immediatamente un CENTRO ANTIVELENI o un medico P311 Contattare un CENTRO ANTIVELENI o un medico.
NaOH 	H290 Può essere corrosivo per i metalli. H314 Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari.	P280 Indossare guanti/ indumenti protettivi/ Proteggere gli occhi/ il viso. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare. P310 Contattare immediatamente un CENTRO ANTIVELENI o un medico.

29. Produzione di biodiesel da olio vegetale esausto

Argomento:

Sintesi organica. Esterificazione. Transesterificazione.

Reagenti:

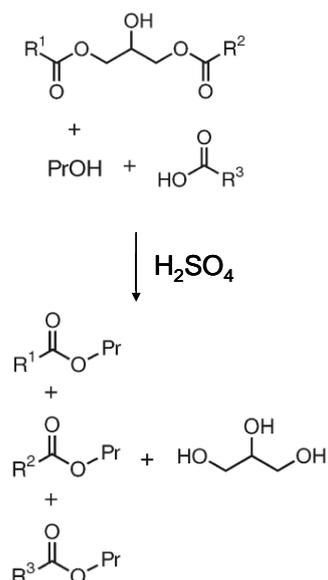
- olio vegetale esausto
- 1-propanolo
- acido solforico concentrato

Materiale:

- pallone a due o tre colli
- refrigerante a bolle
- bagno ad olio
- piastra riscaldante con agitatore magnetico
- imbuto separatore
- stoppini di cotone per lampade a olio
- boccettini di vetro

Procedura:

Scaldare a riflusso una miscela di olio vegetale (conservarne una parte per la prova di infiammabilità), 1-propanolo (in rapporto di volume 5:2) e acido solforico concentrato (lo 0.5% in volume) per 1 h sotto agitazione vigorosa in modo da far miscelare bene i componenti. Dopo aver raffreddato, aggiungere una soluzione acquosa di NaCl 1M e separare le due fasi così ottenute con un imbuto separatore. Ripetere il lavaggio della fase organica sempre con la soluzione acquosa di di NaCl 1M, separare le due fasi e seccare quella organica su Na₂SO₄.



Due semplici test per apprezzare la differenza tra l'olio di partenza e il biodiesel che è stato prodotto:

1) Si possono preparare due piccole "lampade a olio" come in figura, introducendo uno stoppino in ciascun boccettino contenente in un caso l'olio di partenza e nell'altro il prodotto della reazione. Accendendo i due

stoppini si osserverà che quello con olio resta acceso con molta più fatica e per un tempo più breve perché meno volatile del biodiesel. *A questo test si può associare il concetto che il processo della combustione avviene su sostanze che scaldate passano alla fase gas e non avviene su solidi e liquidi.*

2) Il secondo test permette di evidenziare la diversa viscosità di olio e biodiesel. Si riempiono due pipette pasteur e si misura il tempo necessario affinché si svuotino per gravità. Lo sgocciolamento del biodiesel dovrebbe risultare circa 5 volte più veloce.

Sicurezza:

	<u>Indicazioni di Pericolo</u>	<u>Consigli di Prudenza</u>
Acido solforico 	H290 Può essere corrosivo per i metalli. H314 Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari.	P280 Indossare guanti/indumenti protettivi/Proteggere gli occhi/il viso. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare. P310 Contattare immediatamente un CENTRO ANTIVELENI o un medico.
Alcol isopropilico  	H225 Liquido e vapori facilmente infiammabili. H319 Provoca grave irritazione oculare. H336 Può provocare sonnolenza o vertigini	P210 Tenere lontano da fonti di calore, superfici riscaldate, scintille, fiamme e altre fonti di innesco. Vietato fumare. P261 Evitare di respirare i vapori. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare.

30. Sintesi del Nylon: formazione del legame ammidico da cloruro di acido carbossilico

Argomento:

Sintesi organica. Polimeri. Legame ammidico.

Reagenti:

- esametildiammina
- cloruro di adipoilico
- NaOH
- cicloesano

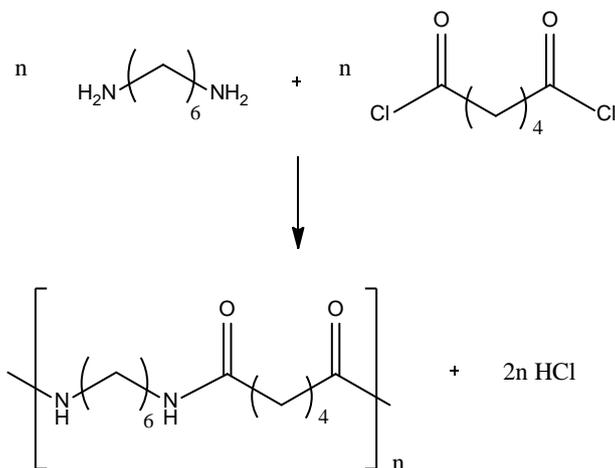
Materiale:

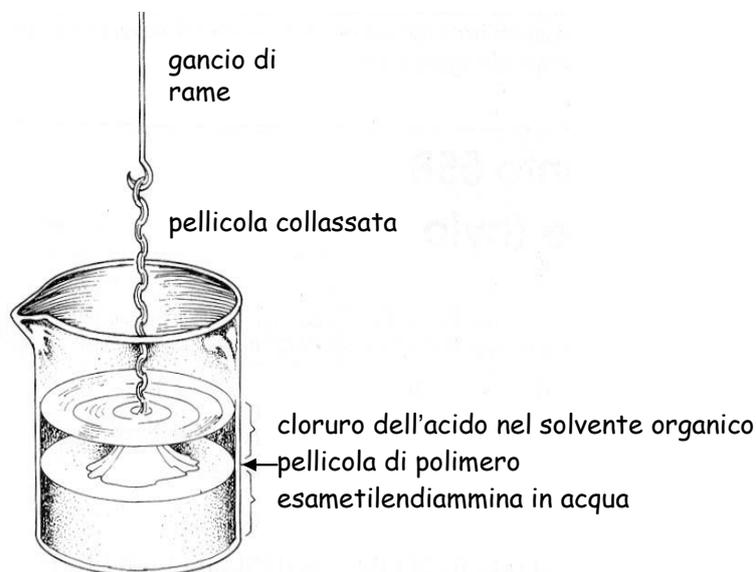
- becher
- gancio di rame o pipetta pasteur

Teoria:

Il nylon è un polimero appartenente alla famiglia delle poliammidi, composti lineari caratterizzati dalla presenza del legame ammidico –NH–CO.

In questa esperienza il nylon verrà sintetizzato mediante una polimerizzazione all'interfaccia, la più utilizzata in laboratorio. Attraverso questa tecnica è possibile osservare la formazione del polimero all'interfaccia, ovvero alla superficie di separazione tra due fasi liquide immiscibili, generalmente una acquosa e l'altra organica. Tali policondensazioni richiedono reazioni ad alta reattività come quella tra il cloruro di un acido e un'ammina. Il cloruro dell'acido (nel nostro caso il cloruro di adipoilico) è disciolto nella fase organica, mentre l'ammina in fase acquosa, la quale contiene anche la base necessaria a neutralizzare l' HCl che si forma durante la reazione. La reazione è talmente rapida che la velocità di formazione del polimero è determinata dalla velocità di diffusione del monomero all'interfaccia. La reazione è condotta a bassa temperatura (0-40°C) e si ottengono pesi molecolari molto elevati.





Procedura:

Preparare 20 ml di una soluzione al 5% di esametildiammina (1 g in 20 ml di acqua, P.M. 116.21, 0.0086 moli) e versarli in un becher da 100 ml, aggiungere 20 gocce di una soluzione di NaOH al 20% e poi con cautela 20 ml di una soluzione al 5% di cloruro di adipole in cicloesano (1 ml in 20 ml di cicloesano, P.M. 183.03, d = 1.259 g/ml, 0.0069 moli), versando questa seconda soluzione lungo le pareti del bicchiere che va tenuto leggermente inclinato.

Si otterranno due strati e ci sarà l'immediata formazione di una pellicola di polimero all'interfaccia. Per mezzo di un gancio fatto di filo di ferro agganciare la massa al centro e sollevare lentamente il filo in modo che la poliammide si formi in continuo. Lavare con acqua il filo e lasciarlo asciugare su di un pezzo di carta assorbente. Al termine con il filo metallico agitare energicamente il resto del sistema bifasico così da provocare la formazione di un altro polimero.

Sicurezza:

	<u>Indicazioni di Pericolo</u>	<u>Consigli di Prudenza</u>
Esametildiammina 	H302 + H312 Nocivo se ingerito o a contatto con la pelle H314 Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari. H335 Può irritare le vie respiratorie.	P261 Evitare di respirare la polvere. P280 Indossare guanti/indumenti protettivi/Proteggere gli occhi/ il viso. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare. P310 Contattare immediatamente un CENTRO ANTIVELENI o un medico.
Cloruro di adipole 	H314 Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari.	P280 Indossare guanti/indumenti protettivi/Proteggere gli occhi/il viso. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare. P310 Contattare immediatamente un CENTRO ANTIVELENI o un medico.

<p>NaOH</p> 	<p>H290 Può essere corrosivo per i metalli. H314 Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari.</p>	<p>P280 Indossare guanti/ indumenti protettivi/ Proteggere gli occhi/ il viso. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare. P310 Contattare immediatamente un CENTRO ANTIVELENI o un medico.</p>
<p>Cicloesano</p> 	<p>H225 Liquido e vapori facilmente infiammabili. H304 Può essere letale in caso di ingestione e di penetrazione nelle vie respiratorie. H315 Provoca irritazione cutanea. H336 Può provocare sonnolenza o vertigini. H410 Molto tossico per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata</p>	<p>P210 Tenere lontano da fonti di calore, superfici riscaldate, scintille, fiamme e altre fonti di innesco. Vietato fumare. P261 Evitare di respirare i vapori. P273 Non disperdere nell'ambiente. P301 + P310 IN CASO DI INGESTIONE: contattare immediatamente un CENTRO ANTIVELENI o un medico P331 NON provocare il vomito. P501 Smaltire il prodotto/recipiente in un impianto d'eliminazione di rifiuti autorizzato.</p>

31. Determinazione dei lipidi

I lipidi sono una categoria molto vasta di biomolecole scarsamente solubili in acqua. Proprio grazie a questa proprietà è possibile verificare la presenza di lipidi in diversi alimenti: in questa esperienza i lipidi eventualmente presenti negli alimenti verranno prima sciolti in alcol, e poi fatti precipitare con acqua.

Argomento:

Riconoscimento di biomolecole.

Durata:

1 ora

Scopo:

Individuare la presenza di lipidi in diversi alimenti.

Teoria:

Le caratteristiche che accomunano i lipidi sono una scarsa solubilità in acqua e una buona solubilità in solventi meno polari. Miscelando quindi un campione contenente lipidi con un solvente meno polare dell'acqua, ad esempio etanolo, parte dei lipidi si scioglierà in esso. Dopo aver separato la fase solida indisciolta è possibile evidenziare la presenza di lipidi aggiungendo acqua: miscelandosi con l'etanolo l'acqua aumenta la polarità della soluzione causando l'uscita di solubilità dei lipidi, visibile come un intorbidimento della soluzione.

Materiale:

- Alimenti (tuorlo e albume d'uovo, olio, burro, latte, zucchero, etc...)
- Etanolo
- Acqua distillata
- Carta da filtro

Strumenti:

- Provette e porta provette
- Imbutto con sostegno

Procedimento:

Introdurre nella provetta una piccola quantità dell'alimento scelto ed aggiungere 2-3 ml di etanolo. Agitare la miscela e filtrare raccogliendo la soluzione in una provetta vuota. Aggiungere all'etanolo filtrato una quantità equivalente di acqua.

Risultato:

Se nell'alimento erano presenti lipidi, al momento dell'aggiunta dell'acqua la soluzione dovrebbe intorbidirsi.

Sicurezza:

	<u>Indicazioni di Pericolo</u>	<u>Consigli di Prudenza</u>
Etanolo  	H225 Liquido e vapori facilmente infiammabili. H319 Provoca grave irritazione oculare.	P210 Tenere lontano da fonti di calore, superfici calde, scintille, fiamme libere o altre fonti di accensione. Non fumare. P280 Proteggere gli occhi/ il viso. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare. P337 + P313 Se l'irritazione degli occhi persiste, consultare un medico. P403 + P235 Conservare in luogo fresco e ben ventilato.

32. Decolorazione dello zucchero bruno

Argomento:

Tecniche di purificazione di composti organici. Ricristallizzazione.

Materiale:

- zucchero bruno
- acqua distillata
- etanolo
- carbone attivo

Strumenti:

- Provette di vetro
- Piastra riscaldante
- Imbuto di vetro
- Cotone
- Specillo di vetro

Scopo:

Purificazione di un composto organico dalle impurezze.

Procedimento:

5 g di zucchero grezzo vengono posti in una provetta con 20 gocce di acqua distillata. La provetta viene quindi immersa in un bagnomaria e si prosegue con l'aggiunta di acqua distillata goccia a goccia fino a completa dissoluzione del solido. Una volta ottenuta una soluzione limpida, si aggiunge 1 ml di etanolo e si agita; questa operazione viene ripetuta 5 volte, fino ad un totale di 5 ml di etanolo aggiunti. Le impurezze colorate insolubili nella miscela acqua/etanolo precipitano sotto forma di solido gommoso. La miscela tiepida viene quindi filtrata su cotone. (Se la soluzione rimane gialla, ripetere la filtrazione a caldo).

Se nonostante il trattamento precedente non si ottiene una soluzione incolore, è opportuno utilizzare come decolorante una sostanza adsorbente, il carbone attivo.

La soluzione viene riportata all'ebollizione a bagnomaria e viene introdotta una punta di spatola di carbone attivo; si agita e si filtra nuovamente a caldo su cotone. La soluzione filtrata viene raffreddata lentamente e per favorire la cristallizzazione si strofina sulle pareti della provetta con uno specillo di vetro. Si chiude la provetta e dopo 24 ore si osservano i cristalli.

Sicurezza:

	<u>Indicazioni di Pericolo</u>	<u>Consigli di Prudenza</u>
Etanolo 	H225 Liquido e vapori facilmente infiammabili. H319 Provoca grave irritazione oculare.	P210 Tenere lontano da fonti di calore, superfici calde, scintille, fiamme libere o altre fonti di accensione. Non fumare. P280 Proteggere gli occhi/ il viso. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare.

		<p>P337 + P313 Se l'irritazione degli occhi persiste, consultare un medico.</p> <p>P403 + P235 Conservare in luogo fresco e ben ventilato.</p>
--	--	--

33. Estrazione di sostanze organiche acide

Argomento:

Tecniche separative. Estrazione di composti organici.

Reagenti:

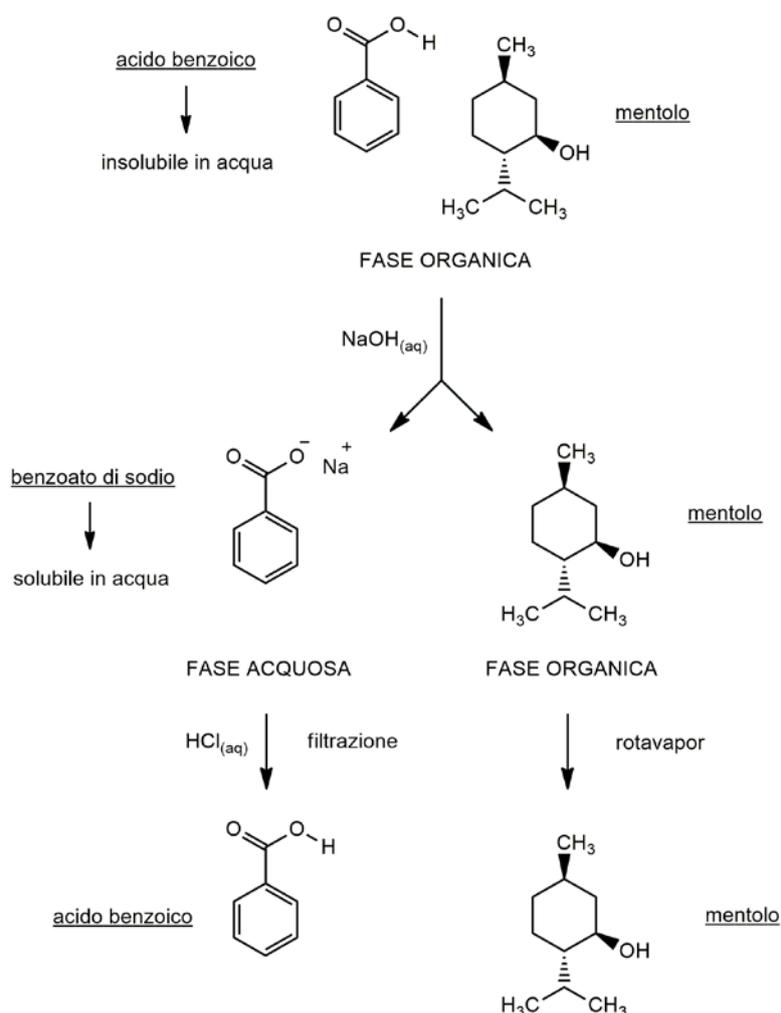
- soluzione di acido benzoico e mentolo in diclorometano (preparata sciogliendo 1 g di acido benzoico e 1 g di mentolo in 75 ml di diclorometano)
- soluzione di HCl 6M
- soluzione di NaOH 3M
- diclorometano
- solfato di sodio anidro
- cartina tornasole

Teoria:

L'obiettivo dell'esperimento è l'estrazione di acido benzoico e mentolo, originariamente in soluzione in diclorometano, mediante un'estrazione liquido-liquido. Questa tecnica si basa sulla distribuzione del soluto tra due liquidi immiscibili, in questo caso diclorometano e acqua.

L'acido benzoico verrà estratto aggiungendo alla soluzione in diclorometano una soluzione basica che lo trasformerà in un composto derivato solubile in acqua. Acidificando successivamente la fase acquosa si riotterrà l'acido benzoico di partenza.

Il mentolo rimarrà invece in fase organica non essendo in grado di reagire in modo efficace con la soluzione basica di NaOH.



Procedura:

La soluzione di acido benzoico e mentolo (75 ml) viene versata in un imbuto separatore ed estratta con una soluzione di NaOH 3M (50 ml). Si separa la fase acquosa e la fase organica viene estratta nuovamente con 50 ml di soluzione di NaOH 3M. le fasi acquose vengono riunite in una beuta contrassegnata come *estratto basico*.

La beuta con l'*estratto basico* viene posta in un bagno a ghiaccio e alla soluzione acquosa viene aggiunta gradualmente una soluzione di HCl 6 M. Il pH della soluzione acquosa viene controllato con la cartina tornasole; si aggiunge HCl finché la cartina tornasole non indica un pH nettamente acido.

Il bagno a ghiaccio favorisce la precipitazione dell'acido benzoico sotto forma di solido bianco; il solido viene recuperato mediante filtrazione su imbuto Buchner.

L'acido benzoico recuperato viene pesato per calcolarne la resa.

Parte facoltativa: recupero del mentolo rimasto in fase organica

La fase organica recuperata dopo l'estrazione basica viene anidrificata mediante solfato di sodio anidro e filtrata su filtro a pieghe. Il solvente viene fatto evaporare al rotavapor in un pallone tarato e il mentolo recuperato viene pesato per calcolarne la resa.

Sicurezza:

	<u>Indicazioni di Pericolo</u>	<u>Consigli di Prudenza</u>
Acido benzoico 	H315 Provoca irritazione cutanea. H318 Provoca gravi lesioni oculari. H372 Provoca danni agli organi (Polmoni) in caso di esposizione prolungata o ripetuta se inalato.	P280 Proteggere gli occhi/ il viso. P305 + P351 + P338 + P310 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare. Contattare immediatamente un CENTRO ANTIVELENI o un medico. P314 In caso di malessere, consultare un medico.
NaOH 	H290 Può essere corrosivo per i metalli. H314 Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari.	P280 Indossare guanti/ indumenti protettivi/ Proteggere gli occhi/ il viso. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare. P310 Contattare immediatamente un CENTRO ANTIVELENI o un medico.
HCl 	H290 Può essere corrosivo per i metalli. H314 Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari. H335 Può irritare le vie respiratorie.	P261 Evitare di respirare i vapori. P280 Indossare guanti/ indumenti protettivi/ Proteggere gli occhi/ il viso. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare. P310 Contattare immediatamente un CENTRO ANTIVELENI o un medico.

<p>Diclorometano</p>  	<p>H315 Provoca irritazione cutanea. H319 Provoca grave irritazione oculare. H335 Può irritare le vie respiratorie. H336 Può provocare sonnolenza o vertigini. H351 Sospettato di provocare il cancro. H373 Può provocare danni agli organi (Fegato, Sangue) in caso di esposizione prolungata o ripetuta se ingerito. H373 Può provocare danni agli organi (Sistema nervoso centrale) in caso di esposizione prolungata o ripetuta se inalato.</p>	<p>P260 Non respirare la polvere/ i fumi/ i gas/ la nebbia/ i vapori/ gli aerosol. P280 Indossare guanti/ indumenti protettivi/ Proteggere gli occhi/ il viso. P305 + P351 + P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare</p>
---	--	--