



Concetti chimici:

- Isolamento e purificazione di prodotti naturali
- Cristallizzazione in solvente misto



2 ore



Materiale occorrente

- Caffè macinato
- Diclorometano, CH_2Cl_2
- Carbonato di calcio, CaCO_3
- Solfato di sodio, Na_2SO_4
- Acetone e etere di petrolio

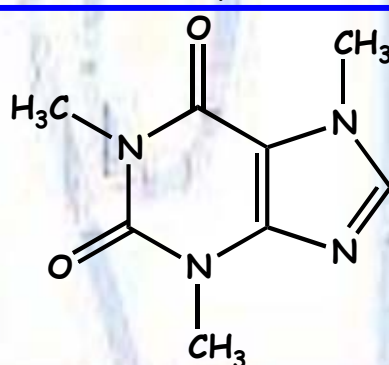
Norme di sicurezza

- Usare guanti ed occhiali di protezione

Richiami teorici

In questo esperimento è proposta l'estrazione di un'altra sostanza naturale, la caffeina, usando la tecnica descritta precedentemente per l'isolamento del licopene (Scheda 41). L'uso del caffè come bevanda è molto antico. Gli arabi impararono ben presto a coltivare la pianta del caffè, tanto che una delle prime descrizioni del suo uso si trova in un libro di medicina arabo del 900d.C.. Il grande botanico Linneo denominò la pianta *Coffea arabica*. Il componente attivo, che rende prezioso per l'uomo il caffè, è la **caffeina**, una molecola che appartiene alla classe degli **alcaloidi**, una classe di composti naturali contenenti azoto e aventi proprietà basiche (o alcaline, da cui il termine **alcaloide**). La caffeina non si trova soltanto nel caffè, ma anche nel tè, nelle foglie del matè, nei semi del guaranà e, in piccole quantità, nei semi del cacao. La **caffeina** pura venne isolata per la prima volta nel 1821 dal chimico francese Jean Pierre Robiquet.

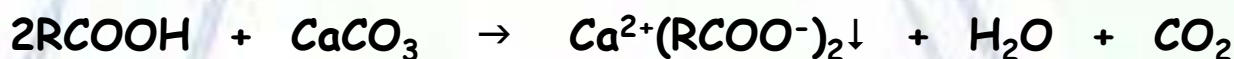
caffeina



La caffeina è una sostanza stimolante: essa stimola il sistema nervoso centrale e i muscoli scheletrici, provocando aumentata prontezza di riflessi, eliminazione del sonno e maggiore attività cerebrale. Tuttavia un consumo eccessivo di caffeina (più di 5 tazze di caffè al giorno) può provocare irrequietezza, irritabilità, insonnia e tremore muscolare.

Il problema principale della separazione consiste nel fatto che la caffeina non si trova da sola nelle foglie, ma in miscela con altre sostanze naturali. Il chicco (seme) del caffè contiene oltre alla caffeina (1-2%) anche glucosio, grassi, proteine e cellulosa ed alcune sostanze acide. La separazione della

caffèina si basa sulla differenza di solubilità dei diversi costituenti del caffè; i grassi (vedi Scheda 32), le proteine (molecole costituite da una lunga catena di amminoacidi) e la cellulosa (molecola formata da una catena di migliaia di molecole di glucosio) sono insolubili in acqua, mentre la caffèina e il glucosio sono solubili in acqua. Inizialmente, per separare le sostanze acide, le proteine e la cellulosa dalla caffèina e dal glucosio, si fa reagire il caffè macinato con il carbonato di calcio (una base) in acqua: le sostanze acide reagiscono con CaCO_3 per formare i sali di calcio che, essendo poco solubili, precipitano:



I sali di calcio, insieme alle proteine ed alla cellulosa, si eliminano per filtrazione, mentre la caffèina ed il glucosio rimangono in acqua. Infine la caffèina viene estratta dalla soluzione acquosa con diclorometano, in cui il glucosio non è solubile.

Esecuzione dell'esperienza

In un pallone da 250 mL si versano 35 g di caffè macinato, 10 g di CaCO_3 e 150 mL di acqua. Sul pallone viene montato un refrigerante (vedi Scheda 41), si riscalda portando la miscela all'ebollizione e si lascia a questa temperatura per circa 20 minuti. Successivamente si spegne il riscaldamento e quando i solidi si sono depositati si filtra la soluzione. Il liquido filtrato viene fatto raffreddare a temperatura ambiente ed estratto con un imbuto separatore da 500 mL: si versa il filtrato nell'imbuto, si aggiungono 50 mL di diclorometano (si nota che i due liquidi sono immiscibili e che il solvente organico forma lo strato inferiore) e, dopo aver tappato l'imbuto, si agita energicamente per qualche secondo, quindi si aspetta che le due fasi si separino di nuovo ed infine si raccolgono separatamente in due beute. Se l'imbuto separatore viene agitato troppo violentemente si forma una brutta emulsione; per evitarla, si mescola cautamente il contenuto agitando per 5 min. con movimento rotatorio. Terminata l'estrazione si raccoglie lo strato inferiore (soluzione in diclorometano) in una beuta, e si riestra lo strato acquoso con altri 50 mL di CH_2Cl_2 . Lo strato inferiore viene riunito con il primo estratto; gli estratti riuniti si versano in un pallone e vi si aggiunge il solfato di sodio (Na_2SO_4 , sale disidratante) per allontanare l'acqua eventualmente presente. Si allontana Na_2SO_4 per filtrazione su ovatta, mentre il CH_2Cl_2 viene eliminato mediante distillazione sotto vuoto. Il residuo rimasto nel pallone, debolmente bruno, contiene la caffèina e viene purificato per cristallizzazione con il metodo del solvente misto. In altre parole, si ridiscioglie il solido residuo in un solvente in cui esso è solubile (acetone in questo caso), scaldando eventualmente fino a dissoluzione completa del solido, e si aggiunge lentamente, goccia a goccia, alla soluzione verdina così ottenuta un solvente in cui il prodotto è insolubile (etere di petrolio) fino a debole intorbidamento della soluzione. Si lascia raffreddare e si osserva la formazione di un solido cristallino marroncino (la caffèina), che viene separato per filtrazione.