



ISTITUTO TECNICO INDUSTRIALE DI STATO



"ENRICO FERMI"

Via Luosi n. 23 – 41124 Modena

Tel: 059211092 059236398 – Fax: 059226478

E-mail: info@fermi.mo.it Pagina web: www.fermi.mo.it

Luisa Capitani

LABORATORIO DI CHIMICA ORGANICA

Classe terza

A. Le costanti chimico-fisiche

B. I metodi di separazione e di purificazione

Studente

Classe

Anno Scolastico

2014 - 2015



«Dobbiamo pur sapere usare le nostre mani, i nostri occhi, il nostro naso. Io sono molto contento di aver educato il mio naso, sono ancora in grado di identificare a naso certi gruppi funzionali più in fretta dello spettrofotometro a infrarossi e dei gascromatografi. In questo mestiere di chimico ti integra nella tua funzione di persona completa, che non trascura nessuna delle sua facoltà possibili. Sia da studente che da tecnico delle vernici ho fatto uno sforzo continuo per sfruttare a pieno l'aiuto che possono fornire gli occhi, le dita, il naso».

Primo Levi

DI COSA SI OCCUPA IL LABORATORIO DI CHIMICA ORGANICA ix**MODULO A
LE COSTANTI CHIMICO - FISICHE**

1.	LE COSTANTI CHIMICO-FISICHE	1
2.	IL PUNTO DI FUSIONE	2
2.1.	Tecnica della microdeterminazione in capillare.....	3
2.2.	Generalità sugli strumenti	3
2.3.	Analisi dei dati sperimentali di punto di fusione.....	4
2.4.	Valutazione della purezza mediante misure di punto di fusione	5
2.5.	Esercizi e domande sulle misure di punto di fusione	6
3.	IL PUNTO DI EBOLLIZIONE	7
3.1.	Tecnica della microdeterminazione in capillare.....	9
3.2.	Analisi dei dati sperimentali di punto di ebollizione	9
3.3.	Valutazione della purezza mediante misure di punto di ebollizione.....	10
3.4.	Esercizi e domande sulle misure di punto di ebollizione.....	11
4.	L'INDICE DI RIFRAZIONE	13
4.1.	Le sorgenti di luce.....	13
4.2.	La propagazione della luce	13
4.3.	La velocità della luce.....	14
4.4.	La riflessione e la rifrazione	15
4.5.	Le leggi della rifrazione	16
4.6.	Gli indici di rifrazione assoluto e relativo	18
4.7.	La riflessione totale	20
4.8.	Il rifrattometro di Abbe.....	21
4.9.	Analisi dei dati sperimentali di indice di rifrazione	23
4.10.	Valutazione della purezza mediante misure di indice di rifrazione.....	24
4.11.	Esercizi e domande sulle misure di indice di rifrazione	25
5.	ESPERIENZE SULLA DETERMINAZIONE DELLE COSTANTI CHIMICO – FISICHE	27
LABORATORIO	Determinazione del punto di fusione.....	28
	Identificazione di un composto mediante misure di punto di fusione	37
	Determinazione del punto di ebollizione	38
	Determinazione dell'indice di rifrazione	41

**MODULO B
I METODI DI SEPARAZIONE E PURIFICAZIONE**

6.	CLASSIFICAZIONE DEI METODI DI SEPARAZIONE E PURIFICAZIONE	45
7.	LA CRISTALLIZZAZIONE	46
7.1.	Generalità.....	46
7.2.	Classificazione dei metodi di cristallizzazione.....	46
7.3.	Fasi operative di una cristallizzazione per abbassamento di temperatura	47
7.4.	Fasi operative di una cristallizzazione mediante aggiunta di un secondo solvente.....	50
7.5.	Fasi operative di una cristallizzazione per evaporazione del primo solvente	50
7.6.	Come si valuta l'efficacia di un processo di cristallizzazione	53
7.7.	Come si calcola la resa di un processo di cristallizzazione.....	55
8.	L'ESTRAZIONE CON SOLVENTI.....	57
8.1.	Generalità.....	57
8.2.	Classificazione dei metodi di estrazione.....	58
8.3.	Caratteristiche del solvente estrattore	58
8.4.	Coefficiente di ripartizione.....	59
8.5.	Estrazione singola ed estrazione multipla	60
8.6.	L'imbuto separatore	62
8.7.	L'apparecchiatura di Soxhlet	63
8.8.	L'evaporatore rotante.....	64

9.	LA DISTILLAZIONE	67
9.1.	Generalità	67
9.2.	Classificazione dei metodi di distillazione	67
9.3.	Equilibrio liquido-vapore per un sistema omogeneo a due componenti	68
9.5.	Come si valuta l'efficacia di un processo di distillazione semplice e frazionata	76
9.4.	Equilibrio liquido-vapore per un sistema eterogeneo.....	78
10.	LA CROMATOGRAFIA	81
10.1.	Generalità	81
10.2.	Classificazione dei metodi cromatografici.....	91
10.3.	Cromatografia di adsorbimento.....	82
10.4.	Cromatografia di ripartizione.....	82
10.5.	Valutazione dei cromato grammi mediante il fattore di ritenzione.....	83
11.	ESPERIENZE SUI METODI DI SEPARAZIONE E DI PURIFICAZIONE	85
LABORATORIO	Cristallizzazione di un composto organico con impurezze di tipo $I_{(+)}$ o $I_{(-)}$	86
	Cristallizzazione di un composto organico con impurezze di tipo $I_{(c)}$ e $I_{(e)}$	92
	Estrazione della trimiristina dalla noce moscata	97
	Estrazione di un composto organico liquido da una fase iniziale acquosa.....	101
	Determinazione del coefficiente di ripartizione dell'acido benzoico fra diclorometano e acqua.....	107
	Estrazione dei lipidi da un alimento.....	112
	Estrazione di un composto acido, uno basico e uno neutro da una fase iniziale organica	115
	Distillazione semplice di un sistema omogeneo a due componenti con volatilità molto diversa.....	125
	Distillazione semplice di un sistema omogeneo a due componenti con volatilità non molto diversa.....	129
	Distillazione frazionata di un sistema omogeneo a due componenti con volatilità non molto diversa	132
	Distillazione in corrente di vapore di un sistema eterogeneo	135
	Cromatografia su colonna di coloranti.....	141
	Cromatografia su colonna dei pigmenti degli spinaci.....	144
	Cromatografia su colonna dei coloranti alimentari negli sciroppi per cocktail	148
	Cromatografia su strato sottile di coloranti alimentari	150
	Cromatografia su strato sottile di alcune sostanze contenute negli analgesici	153
	Cromatografia su strato sottile di fenoli.....	156
	Cromatografia su carta di indicatori acido – base.....	159
	Cromatografia su carta di carboidrati	162
	Cromatografia su carta di amminoacidi.....	165

FONTI DEI TESTI E DELLE IMMAGINI



R. Brolis, *La sicurezza nei luoghi di lavoro*, Editrice La Scuola, Brescia, 2000



U. Amaldi, *La fisica*, Editore Zanichelli, Bologna, 1998



F. Bagatti, M. Braghiroli, E. Corradi, A. Desco, C. Ropa, *Immagini della chimica*, Zanichelli Editore, Bologna, 1993



H. Hart, L.E. Craine, *Laboratorio di chimica organica*, Editore Zanichelli, Bologna, 1998



A. De Giorgio, E. Stocchi, *Analisi e sintesi in chimica organica generale e biologica*. Editore Morano, Napoli, 1994



G. Ciapponi, A. Scagliarini, P. Tenca, *Guida al laboratorio di chimica organica*, Edizioni Scolastiche Unicopli, 1987



D.L. Pavia, G.M. Lampman, G.S. Kriz, *Il laboratorio di chimica organica*, Edizioni Sorbona, Milano, 1994



R. M. Roberts, J.C. Gilbert, S. F. Martin, *Chimica organica sperimentale*, Zanichelli Editore, Bologna, 1999



G. Ricciotti, *Biochimica di base in laboratorio*, Italo Bovolenta Editore (distribuzione Zanichelli Editore, Bologna), Ferrara, 1988



A. Gaudiano, G. Gaudiano, *Vademecum di chimica*, Zanichelli Editore, Bologna, 2001



www.incofar.it



www.galenotech.org



P. Levi, *Il sistema periodico*, Einaudi Editore, Torino, 1975

Potassio

tratto da *Il sistema periodico*
di Primo Levi

Nel gennaio del 1941 le sorti dell'Europa e del mondo sembravano segnate. Solo qualche illuso poteva ancora pensare che la Germania non avrebbe vinto; gli stolidi inglesi «non si erano accorti di aver perso la partita» e resistevano ostinatamente ai bombardamenti, ma erano soli, e subivano sanguinosi rovesci su tutti i fronti. Solo un cieco e sordo volontario poteva dubitare sul destino riservato agli ebrei in un'Europa tedesca: avevamo letto *I fratelli Oppenheim* di Feuchtwanger, importato nascostamente dalla Francia, e un *Libro Bianco* inglese, arrivato dalla Palestina, in cui si descrivevano le «atrocità naziste»; ne avevamo creduto una metà, ma bastava. Molti profughi dalla Polonia e dalla Francia erano approdati in Italia, ed avevamo parlato con loro: non conoscevano i particolari della strage che si stava svolgendo sotto un mostruoso velo di silenzio, ma ognuno di loro era un messaggero come quelli che accorrono a Giobbe, per dirgli «io solo sono scampato per raccontarlo».

Eppure, se si voleva vivere, se si voleva in qualche modo trarre profitto dalla giovinezza che ci correva per le vene, non restava altra risorsa appunto che la cecità volontaria: come gli inglesi, «non ci accorgevamo», ricacciavamo tutte le minacce nel limbo delle cose non percepite o subito dimenticate. Si poteva anche, in astratto, gettare tutto e fuggire, trapiantarsi in qualche paese lontano, mitico, scelto fra i pochi che mantenevano aperte le frontiere: il Madagascar, l'Honduras Britannico; ma per fare questo occorrevano molti quattrini ed una favolosa capacità d'iniziativa, ed io, la mia famiglia e i miei amici non possedevamo né gli uni né l'altra. D'altronde, viste da vicino e nel dettaglio, le cose non sembravano poi così disastrose: l'Italia intorno a noi, o per meglio dire (in un tempo in cui si viaggiava poco) il Piemonte e Torino, visibili nei giorni chiari, e a portata di bicicletta, erano nostre, non sostituibili, e ci avevano insegnato la fatica, la sopportazione, ed una certa saggezza. In Piemonte, e a Torino, erano le nostre radici, non poderose ma profonde, estese e fantasticamente intrecciate.

Né in noi, né più in generale nella nostra generazione, «ariani» o ebrei che fossimo, si era ancora fatta strada l'idea che resistere al fascismo si doveva e si poteva. La nostra resistenza di allora era passiva, e si limitava al rifiuto, all'isolamento, al non lasciarsi contaminare. Il seme della lotta attiva non era sopravvissuto fino a noi, era stato soffocato pochi anni prima, con l'ultimo colpo di falce che aveva relegato in prigione, al confino, all'esilio o al silenzio gli ultimi protagonisti e testimoni torinesi, Einaudi, Ginzburg, Monti, Vittorio Foa, Zini, Carlo Levi. Questi nomi non ci dicevano niente, non sapevamo quasi nulla di loro, il fascismo intorno a noi non aveva antagonisti. Bisognava ricominciare dal niente, «inventare» un nostro antifascismo, crearlo dal germe, dalle radici, dalle nostre radici. Cercavamo intorno a noi, e imboccavamo strade che portavano poco lontano. La Bibbia, Croce, la geometria, la fisica, ci apparivano fonti di certezza.

Ci radunavamo nella palestra del «Talmúd Thorà», della Scuola della Legge, come orgogliosamente si chiamava la vetusta scuola elementare ebraica, e ci insegnavamo a vicenda a ritrovare nella Bibbia la giustizia e l'ingiustizia e la forza che abbatte l'ingiustizia: a riconoscere in Assuero e in Nabucodonosor i nuovi

oppressori. Ma dov'era Kadosh Barukhú, «il Santo, Benedetto sia Egli», colui che spezza le catene degli schiavi e sommerge i carri degli Egizi? Colui che aveva dettato la Legge a Mosè, ed ispirato i liberatori Ezra e Neemia, non ispirava più nessuno, il cielo sopra noi era silenzioso e vuoto: lasciava sterminare i ghetti polacchi, e lentamente, confusamente, si faceva strada in noi l'idea che eravamo soli, che non avevamo alleati su cui contare, né in terra né in cielo, che la forza di resistere avremmo dovuto trovarla in noi stessi. Non era dunque del tutto assurdo l'impulso che ci spingeva allora a conoscere i nostri limiti: a percorrere centinaia di chilometri in bicicletta, ad arrampicarci con furia e pazienza su pareti di roccia che conoscevamo male, a sottoporci volontariamente alla fame, al freddo e alla fatica, ad allenarci al sopportare e al decidere. Un chiodo entra o non entra: la corda tiene o non tiene; anche queste erano fonti di certezza.

La chimica, per me, aveva cessato di esserlo. Conduceva al cuore della Materia, e la Materia ci era alleata appunto perché lo Spirito, caro al fascismo, ci era nemico; ma, giunto al IV anno di Chimica Pura, non potevo più ignorare che la chimica stessa, o almeno quella che ci veniva somministrata, non rispondeva alle mie domande. Preparare il bromobenzene o il violetto metile secondo il Gattermann era divertente, anche esilarante, ma non molto diverso dal seguire le ricette dell'Artusi. Perché in quel modo, e non in un altro? Dopo di essere stato ingozzato in liceo delle verità rivelate dalla Dottrina del Fascismo, tutte le verità rivelate, non dimostrate, mi erano venute a noia o in sospetto. Esistevano teoremi di chimica? No: perciò bisognava andare oltre, non accontentarsi del «quia», risalire alle origini, alla matematica ed alla fisica. Le origini della chimica erano ignobili, o almeno equivoche: gli antri degli alchimisti, la loro abominevole confusione di idee e di linguaggio, il loro confessato interesse all'ora, i loro imbrogli levantini da ciarlatani o da maghi; alle origini della fisica stava invece la strenua chiarezza dell'occidente, Archimede ed Euclide. Sarei diventato un fisico, «ruat coelum»: magari senza laurea, poiché Hitler e Mussolini me lo proibivano.

Faceva parte del programma del IV anno di Chimica un breve corso di esercitazioni di fisica: semplici misure di viscosità, tensione superficiale, potere rotatorio e simili. Il corso era diretto da un giovane assistente, magro, alto, un po' curvo, gentile e straordinariamente timido, che si comportava in un modo a cui noi non eravamo abituati. Gli altri nostri insegnanti, quasi senza eccezione, si mostravano convinti dell'importanza ed eccellenza della materia che insegnavano; alcuni lo erano in buona fede, per altri si trattava palesamente di una questione di supremazia personale, di territorio di caccia. Quell'Assistente, invece, aveva quasi l'aria di scusarsi davanti a noi, di mettersi dalla nostra parte: nel suo sorriso un po' impacciato, e signorilmente ironico, sembrava di poter leggere: «So anch'io che con questi apparecchi antiquati e consunti non combinerete nulla di utile, e che inoltre queste sono futilità marginali, e la sapienza abita altrove; ma è un mestiere che voi dovete fare e io anche, e perciò, per favore, cercate di non far troppi danni e di imparare quanto potete». In breve, tutte le ragazze del corso si innamorarono di lui.

Nel giro di quei mesi avevo fatto disperati tentativi di entrare come allievo interno presso questo o quel professore. Alcuni, a bocca torta o magari con burbanza, mi avevano risposto che le leggi razziali lo vietavano; altri avevano fatto ricorso a pretesti fumosi e inconsistenti. Incassato compostamente il quarto o

quinto rifiuto, stavo rincasando una sera, in bicicletta, con addosso una cappa quasi tangibile di scoramento e di amarezza. Risalivo svogliatamente via Valperga Caluso, mentre dal Valentino giungevano e mi sorpassavano folate di nebbia gelida; era ormai notte, e la luce dei lampioni, mascherati di violetto per l'oscuramento, non riusciva a prevalere sulla foschia e sulle tenebre. I passanti erano rari e frettolosi: ed ecco, uno fra questi attirò la mia attenzione. Procedeva nella mia direzione con passo lungo e lento, portava un lungo cappotto nero ed era a capo scoperto, e camminava un po' curvo, ed assomigliava all'Assistente, era l'Assistente. Lo sorpassai, incerto sul da farsi; poi mi feci coraggio, tornai indietro, ed ancora una volta non osai interpellarlo. Che cosa sapevo di lui? Niente: poteva essere un indifferente, un ipocrita, addirittura un nemico. Poi pensavo che non rischiavo nulla se non un ulteriore rifiuto, e senza ambagi gli chiesi se sarebbe stato possibile essere accolto per un lavoro sperimentale nel suo istituto. L'Assistente mi guardò sorpreso; in luogo del lungo discorso che avrei potuto aspettare, mi rispose con due parole del Vangelo: «Viemmi retro».

L'interno dell'Istituto di Fisica Sperimentale era pieno di polvere e di fantasmi secolari. C'erano file di armadi a vetri zeppi di foglietti ingialliti e mangiati da topi e tarme: erano osservazioni di eclissi, registrazioni di terremoti, bollettini meteorologici ben addietro nel secolo scorso. Lungo la parete di un corridoio trovai una straordinaria tromba, lunga più di dieci metri, di cui nessuno sapeva più l'origine, lo scopo e l'uso: forse per annunciare il giorno del Giudizio, in cui tutto ciò che si nasconde apparirà. C'era una eolipila in stile Secessione, una fontana di Erone, e tutta una fauna obsoleta e prolissa di aggeggi destinati da generazioni alle dimostrazioni in aula: una forma patetica ed ingenua di fisica minore, in cui conta più la coreografia del concetto. Non è illusionismo né gioco di prestigio, ma confina con loro.

L'Assistente mi accolse nello sgabuzzino a pian terreno dove lui stesso abitava, e che era irto di apparecchi ben diversi, entusiasmanti e sconosciuti. Alcune molecole sono portatrici di un dipolo elettrico, si comportano insomma in un campo elettrico come minuscoli aghi di bussola: si orientano, alcune più pigramente, altre meno. A seconda delle condizioni, obbediscono con maggiore o minore rispetto a certe leggi: ecco, quegli apparecchi servivano a chiarire queste condizioni e questo rispetto così lacunoso. Aspettavano chi li usasse: lui era indaffarato per altre questioni (di astrofisica, mi precisò, e la notizia mi percorse le midolla: avevo dunque davanti a me, in carne ed ossa, un astrofisico!), e inoltre non era pratico di certe manipolazioni che riteneva necessarie per purificare i prodotti da sottoporre alle misure; per queste occorreva un chimico, e il chimico benvenuto ero io. Mi cedeva volentieri il campo e gli strumenti. Il campo erano due metri quadrati di tavolo e scrivania; gli strumenti, una piccola famiglia, ma i più importanti erano la bilancia di Westphal e l'eterodina. La prima, la conoscevo già; con la seconda feci presto amicizia. Era in sostanza un apparecchio radiorecente, costruito in modo da svelare minime differenze di frequenza: ed infatti, usciva brutalmente di sintonia, ed abbaiva come un cane da pagliaio, solo che l'operatore si muoveva sulla sedia, o spostasse una mano, o addirittura se soltanto entrava qualcuno nella camera. In certe ore del giorno, inoltre, rivelava tutto un intricato universo di misteriosi messaggi, ticchettii in Morse, sibili modulati, e voci umane deformate e smozzicate, che pronunciavano frasi in lingue incomprensibili, o altre in italiano,

ma erano frasi insensate, in codice. Era la babele radiofonica della guerra, messaggi di morte trasmessi da navi o aerei, da chissà che a chissà che, al di là dei monti e del mare.

Al di là dei monti e del mare, mi spiegò l'assistente, esisteva un sapiente di nome Onsager, del quale lui non sapeva nulla salvo che aveva elaborato una equazione che pretendeva di descrivere il comportamento delle molecole polari in tutte le condizioni, purché si trovassero allo stato liquido. L'equazione funzionava bene per le soluzioni diluite; non risultava che nessuno si fosse curato di verificarla per soluzioni concentrate, per liquidi polari puri, e per miscele di questi ultimi. Era questo il lavoro che mi proponeva, e che io accettai con indiscriminato entusiasmo: preparare una serie di liquidi complessi, e controllare se obbedivano all'equazione di Onsager. Come primo passo, avrei dovuto fare quello che lui non sapeva fare: a quel tempo non era facile trovare prodotti puri per analisi, ed io avrei dovuto dedicarmi per qualche settimana a purificare benzene, clorobenzene, clorofenoli, amminofenoli, toluidine ed altro.

Bastarono poche ore di contatto perché la figura dell'Assistente si definisse. Aveva trent'anni, era sposato da poco, veniva da Trieste ma era di origine greca, conosceva quattro lingue, amava la musica, Huxley, Ibsen, Conrad, ed il Thomas Mann a me caro. Amava anche la fisica, ma aveva in sospetto ogni attività che fosse tesa ad uno scopo: perciò era nobilmente pigro, e detestava il fascismo naturaliter.

Il suo rapporto con la fisica mi rese perplesso. Non esitò a trafiggere il mio ultimo ippogrifo, confermando con le parole quel messaggio sulle «futilità marginali» che avevamo letto nei suoi occhi in laboratorio. Non soltanto quelle nostre umili esercitazioni, ma l'intera fisica era marginale, per natura, per vocazione, in quanto si prefiggeva di dare norma all'universo delle apparenze, mentre la verità, la realtà, l'intima essenza delle cose e dell'uomo stanno altrove, celate dietro un velo, o sette veli (non ricordo con esattezza). Lui era un fisico, e più precisamente un astrofisico, diligente e volenteroso, ma privo di illusioni: il Vero era oltre, inaccessibile ai nostri telescopi, accessibile agli iniziati; era quella una lunga strada che lui stava percorrendo con fatica, meraviglia e gioia profonda. La fisica era prosa: elegante ginnastica della mente, specchio del Creato, chiave al dominio dell'uomo sul pianeta; ma qual è la statura del Creato, dell'uomo e del pianeta? La sua strada era lunga, e lui l'aveva appena iniziata, ma io ero suo discepolo: volevo seguirlo?

Era una richiesta terribile. Essere discepolo dell'Assistente era per me un godimento di ogni minuto, un legame mai sperimentato prima, privo d'ombre, reso più intenso dalla certezza che quel rapporto era mutuo: io ebreo, emarginato e reso scettico dagli ultimi rivolgimenti, nemico della violenza ma non ancora risucchiato dalla necessità dell'opposta violenza, dovevo essere per lui l'interlocutore ideale, un foglio bianco su cui qualunque messaggio poteva essere inciso.

Non inforcai il nuovo gigantesco ippogrifo che l'Assistente mi offriva. In quei mesi i tedeschi distruggevano Belgrado, spezzavano la resistenza greca, invadevano Creta dall'aria: era quello il Vero, quella la Realtà. Non c'erano scappatoie, o non per me. Meglio rimanere sulla Terra, giocare coi dipoli in mancanza di meglio, purificare il benzene e prepararsi per un futuro sconosciuto, ma imminente e certamente tragico. Purificare il benzene, poi, nelle condizioni in cui la guerra ed i bombardamenti avevano ridotto l'Istituto, non era impresa da poco: l'Assistente mi precisò che avevo mano del tutto libera, potevo rovistare

dappertutto dalle cantine al solaio, impossessarmi di qualsiasi strumento o prodotto, era un regime di autarchia assoluta.

Trovai nello scantinato un bottiglione di benzene tecnico, al 95 per cento di purezza: meglio che niente, ma i manuali prescrivevano di rettificarlo e poi di sottoporlo ad una ultima distillazione in presenza di sodio, per liberarlo dalle ultime tracce di umidità. Rettificare significa distillare frazionatamente, scartando le frazioni che bollono più basso o più alto del prescritto e raccogliendo il «cuore», che dovrebbe bollire a temperatura costante: trovai nell'inesauribile cantina la vetreria necessaria, ivi compresa una di quelle colonnine di Vigreux, graziose come una trina, opera della sovraumana pazienza ed abilità dei soffiatori di vetro, ma (sia detto fra noi) di efficienza discutibile; il bagnomaria me lo fabbricai con un pentolino di alluminio.

Distillare è bello. Prima di tutto, perché è un mestiere lento, filosofico e silenzioso, che ti occupa ma ti lascia tempo di pensare ad altro, un po' come andare in bicicletta. Poi, perché comporta una metamorfosi: da liquido a vapore (invisibile), e da questo nuovamente a liquido; ma in questo doppio cammino, all'in su e all'in giù, si raggiunge la purezza, condizione ambigua ed affascinante, che parte dalla chimica ed arriva molto lontano. E finalmente, quando ti accingi a distillare, acquisti la consapevolezza di ripetere un rito ormai consacrato dai secoli, quasi un atto religioso, in cui da una materia imperfetta ottieni l'essenza, l'«usía», lo spirito, ed in primo luogo l'alcool, che rallegra l'animo e riscalda il cuore. Impiegai due buoni giorni per ottenere una frazione di purezza soddisfacente: per questa operazione, dato che dovevo lavorare a fiamma libera, mi ero volontariamente relegato in una cameretta del primo piano, deserta e vuota, e lontana da ogni presenza umana.

Ora si trattava di distillare una seconda volta in presenza di sodio. Il sodio è un metallo degenere: è anzi un metallo solo nel significato chimico della parola, non certo in quello del linguaggio quotidiano. Non è né rigido né elastico, è anzi molle come la cera; non è lucente, o meglio lo è solo se conservato con attenzioni maniacali, poiché altrimenti reagisce in pochi istanti con l'aria ricoprendosi di una brutta cotenna ruvida; con anche maggiore rapidità reagisce con l'acqua, sulla quale galleggia (un metallo che galleggia!!!) danzando freneticamente e svolgendo idrogeno. Frugai invano il ventre dell'Istituto: trovai dozzine di ampole etichettate, centinaia di composti astrusi, altri vaghi sedimenti anonimi apparentemente non toccati da generazioni, ma sodio niente. Trovai invece una boccetta di potassio: il potassio è gemello del sodio, perciò me ne impadronii e ritornai al mio eremitaggio.

Misi nel palloncino del benzene un grumo di potassio «della grossezza di mezzo pisello» (così diceva il manuale) e distillai diligentemente il tutto; verso la fine dell'operazione spensi doverosamente la fiamma, smontai l'apparecchio, lasciai che il poco liquido rimasto nel pallone si raffreddasse un poco, e poi, con un lungo ferro acuminato, infilzai il «mezzo pisello» di potassio e lo estrassi.

Il potassio, come ho detto, è gemello del sodio, ma reagisce con l'aria e con l'acqua con anche maggiore energia: è noto a tutti (ed era noto anche a me) che a contatto con l'acqua non solo svolge idrogeno, ma anche si infiamma. Perciò trattai il mio mezzo pisello come una santa reliquia; lo posai su di un pezzo di carta da filtro asciutta, ne feci un involtino, discesi nel cortile dell'Istituto, scavai una minuscola tomba e vi seppellii il piccolo

cadavere indemoniato. Ricalcai bene la terra sopra e risalii al mio lavoro.

Presi il pallone ormai vuoto, lo posi sotto il rubinetto ed aprii l'acqua. Si udì un rapido tonfo, dal collo del pallone uscì una vampa diretta verso la finestra che era vicina alla lavandino, e le tende di questa presero fuoco. Mentre armeggiavo alla ricerca di qualche mezzo anche primitivo di estinzione, incominciarono ad abbrustolire i pannelli degli scuri, ed il locale era ormai pieno di fumo. Riuscii ad accostare una sedia ed a strappare le tende: le buttai a terra e le calpestai rabbiosamente, mentre già il fumo mi aveva mezzo accecato e il sangue mi batteva con violenza nelle tempie.

A cose finite, quando tutti i brandelli incandescenti furono spenti, rimasi in piedi per qualche minuto, atono e come istupidito, con le ginocchia sciolte, a contemplare le tracce del disastro senza vederle. Appena ebbi ripreso un po' di fiato, scesi al piano di sotto e raccontai l'episodio all'assistente. Se è vero che non c'è maggior dolore che ricordarsi del tempo felice nella miseria, è altrettanto vero che rievocare un'angoscia ad animo tranquillo, seduti quieti alla scrivania, è fonte di soddisfazione profonda.

L'Assistente ascoltò la mia relazione con attenzione educata ma con un'aria curiosa: chi mi aveva costretto a imbarcarmi in quella navigazione, e a distillare il benzene con tutte quelle cure? In fondo mi stava bene: sono queste le cose che accadono ai profani, a coloro che si attardano a giocare davanti alle porte del tempio invece di penetrarvi. Ma non disse nulla; assunse per l'occasione (malvolentieri come sempre) la distanza gerarchica, e mi fece notare che un pallone vuoto non s'incendia: vuoto non doveva essere stato. Doveva aver contenuto, se non altro, il vapore del benzene, oltre naturalmente all'aria penetrata dal collo. Ma non s'è mai visto che il vapore di benzene, a freddo, prenda fuoco da sé: solo il potassio poteva aver acceso la miscela, ed il potassio io l'avevo tolto. Tutto?

Tutto, risposi io: ma mi venne un dubbio, risalii sul luogo dell'incidente, e trovai ancora a terra i cocci del pallone; su uno di essi, guardando bene, si scorgeva, appena visibile, una macchiolina bianca. La saggiai con la fenoltaleina: era basica, era idrossido di potassio. Il colpevole era trovato: aderente al vetro del pallone doveva essere rimasto un frammento minuscolo di potassio, quanto era bastato per reagire con l'acqua che io avevo introdotta ed incendiare i vapori di benzene.

L'Assistente mi guardava con occhio divertito e vagamente ironico: meglio non fare che fare, meglio meditare che agire, meglio la sua astrofisica, soglia dell'Inconoscibile, che la mia chimica impastata di puzze, scoppi e piccoli misteri futili. Io pensavo ad un'altra morale, più terrena e concreta, e credo che ogni chimico militante la potrà confermare: che occorre diffidare del quasi-uguale (il sodio è quasi uguale al potassio: ma col sodio non sarebbe successo nulla), del praticamente identico, del pressappoco, dell'oppure, di tutti i surrogati e di tutti i rappezzi.

Le differenze possono essere piccole, ma portare a conseguenze radicalmente diverse; il mestiere del chimico consiste in buona parte nel guardarsi da queste differenze, nel conoscerle da vicino, nel prevederne gli effetti.

Non solo il mestiere del chimico.

DI COSA SI OCCUPA IL LABORATORIO DI CHIMICA ORGANICA

Prima di illustrare che tipo di attività pratica si svolge in un Laboratorio di Chimica Organica occorre innanzitutto rispondere a questa domanda:

Di cosa si occupa la chimica organica?

L'aggettivo **organica** suggerisce che questo ramo della chimica abbia a che fare con gli **organismi**. Agli albori, infatti, la chimica organica si occupava unicamente di sostanze ricavate da organismi viventi.

I composti della materia vivente sono fatti sempre dagli stessi, pochi elementi: **carbonio, idrogeno, ossigeno, azoto** e, meno frequentemente, zolfo, fosforo, e da pochi altri. Essendo il carbonio sempre presente, oggi si dà la definizione di **chimica organica** a quel ramo della chimica che studia i **composti del carbonio**. La definizione è molto ampia, in quanto include non soltanto i prodotti naturali, ma anche i prodotti di sintesi noti o inventati ex novo dai chimici organici e da loro preparati in laboratorio attraverso reazioni chimiche denominate **sintesi organiche**.

Un tempo gli scienziati pensavano che i composti contenuti nella materia vivente differissero da tutte le altre sostanze per il fatto che possedevano una forza vitale intangibile, che inestricabilmente li legava alla vita. Questo preconetto distoglieva i chimici dai tentativi di preparare composti organici nei loro laboratori. Ma nel 1828 al chimico tedesco Friedrich Wohler, allora ventottenne, capitò di preparare casualmente l'urea, $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$, un ben noto componente dell'urina, per riscaldamento del cianuro di ammonio, NH_4CN , che è una sostanza inorganica. Sorpreso ed eccitato da questo risultato, egli, in una lettera al chimico svedese J. J. Berzelius, che era stato suo insegnante scrisse: «Sono in grado di preparare l'urea senza l'ausilio di un rene, di uomo o di animale». Questo esperimento e altri dello stesso genere aprirono la strada alla moderna chimica organica.

In ogni caso però, sia che si separi un composto da prodotti naturali che lo contengono, sia che lo si produca in laboratorio attraverso una reazione di sintesi è necessario utilizzare delle tecniche che permettano di ottenerlo allo stato più puro possibile.

Queste tecniche sono utilizzate sia nei grandi impianti di tipo industriale (si pensi ad esempio alla distillazione del petrolio), sia in scala ridotta in laboratorio, prestando estrema attenzione alle problematiche relative alla **sicurezza e all'inquinamento dell'ambiente**.

I metodi di separazione sono dunque l'insieme di tutte quelle tecniche che permettono di isolare un composto o una classe di composti aventi le stesse caratteristiche chimico-fisiche da una fase iniziale più o meno complessa che contenga altri composti. Il o i composti isolati non sempre rappresentano il componente principale della fase iniziale.

In laboratorio ci occuperemo delle seguenti tecniche di separazione:

- ◆ **Estrazione con solventi**
- ◆ **Distillazione (in alcuni casi è considerata un vero e proprio metodo di purificazione)**
- ◆ **Cromatografia su colonna, su strato sottile, su carta**

I metodi di purificazione sono invece un'estensione di quelli di purificazione e consentono, come dice il nome stesso, di "raffinare" ancora di più il composto organico (non a caso l'impianto con cui si esegue la raffinazione del petrolio è un impianto di distillazione, vedi pag. 93), eliminando il più possibile le impurezze che lo accompagnano dopo averlo separato da prodotti naturali o dagli altri prodotti formati in una reazione di sintesi. Il composto che si ottiene al termine del processo di purificazione è sempre il componente principale della fase iniziale.

In laboratorio ci occuperemo della seguente tecnica di purificazione:

◆ **Cristallizzazione**

Una volta che il composto organico è stato separato e purificato occorre verificare la sua purezza attraverso la determinazione di alcune sue costanti chimico-fisiche caratteristiche:

◆ **Punto di fusione**

◆ **Punto di ebollizione**

◆ **Indice di rifrazione**

◆ **Attività ottica**

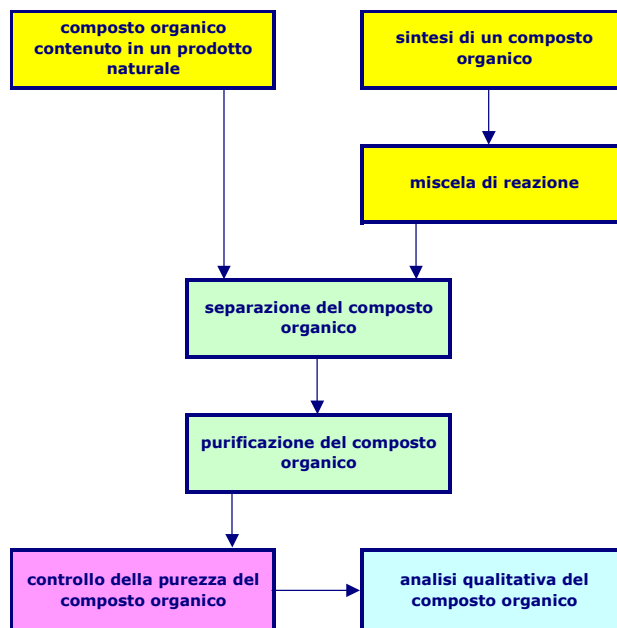
◆ **Coefficiente di ripartizione**

oppure attraverso la valutazione di un grafico ottenuto facendo interagire il composto con radiazioni infrarosse a diversa energia, ottenendo così lo

◆ **Spettro IR**

Se la sostanza separata da un prodotto naturale, oppure un prodotto di sintesi non è ben noto dal punto di vista qualitativo può anche essere utile analizzarlo per identificarne con certezza la sua struttura, eseguendo perciò una

◆ **Analisi qualitativa organica**



Il quadro generale appena fornito riassume in pratica il **programma di Laboratorio di Chimica Organica delle classi terze e quarte del corso di studio per periti chimici industriali**, che verrà suddiviso nei due anni come segue:

