

**TRABAJO FINAL DE GRADO EN TRADUCCIÓN E  
INTERPRETACIÓN**

*TREBALL FINAL DE GRAU EN TRADUCCIÓ I INTERPRETACIÓ*

*Departament de Traducció i Comunicació*

**TÍTULO / TÍTOL**

**Proposta de traducció de l'anglès al català d'un llibre  
de text especialitzat de nivell universitari en el camp de  
la química:**

***General Chemistry*, de Ralph H. Petrucci, William S.  
Harwood i F. Geoffrey Herring**

**Autor/a:** Karla Martínez Araque

**Tutor/a:** José Luis Martí Ferriol

**Fecha de lectura/ Data de lectura:** juliol 2014



## **Resumen/ Resum:**

El llibre de text *General Chemistry*, de Ralph H. Petrucci, William S. Harwood i F. Geoffrey Herring, és un dels manuals especialitzats dirigits a estudiants universitaris de Química General més utilitzats arreu del món. Actualment, no el podem trobar en català, com tampoc no podem trobar gran part d'aquests grans llibres de text especialitzats, que han esdevingut clàssics, traduïts a la nostra llengua. Aquest fet ve donat per una falta d'iniciativa per part de les editorials, que utilitzen el pretext de la suposada baixa rendibilitat econòmica d'aquest tipus de material i que no tenen en compte com d'important és per garantir el futur d'una llengua minoritzada formar els investigadors que desenvoluparan els avanços científics i que faran que la societat i, al mateix temps, la llengua, es desenvolupin i creixin.

El present Treball de Fi de Grau ofereix una sèrie d'arguments sobre la importància de traduir aquest tipus de recursos a la nostra llengua: d'una banda, una justificació teòrica, amb una revisió de la bibliografia i una reflexió introductòria sobre l'ús del català en contextos científicotècnics; d'altra banda, una justificació pràctica, per mitjà d'una enquesta al professorat de les assignatures de Química General a les universitats dels territoris de Catalunya, el País Valencià i les Illes Balears, que demostra la implicació del personal docent en aquest tipus d'iniciatives.

A més a més, aquest treball presenta una proposta de traducció d'un fragment del *General Chemistry* i un comentari sobre els problemes de traducció i les qüestions que requeririen una documentació i una reflexió més profunda per tal d'aplicar la competència traductora, adquirida durant els estudis al grau en Traducció i Interpretació a la Universitat Jaume I, i crear una versió òptima d'aquest llibre en llengua catalana.

## **Palabras clave/ Paraules clau:**

Català, llibre de text, química general, Petrucci, traducció.

## ÍNDEX

1. MOTIVACIÓ I OBJECTIUS .....	4
2. INTRODUCCIÓ .....	5
3. OBJECTE D'ESTUDI .....	9
4. METODOLOGIA: FASES I PROCEDIMENT .....	11
5. TEXT META.....	12
5.1. TÍTOL, ÍNDEX I INTRODUCCIÓ DEL CAPÍTOL.....	12
5.2. APARTAT TEÒRIC .....	13
5.3. NOTA AL MARGE .....	14
5.4. APARTAT TEÒRIC ESPECIALITZAT .....	15
5.5. EXEMPLE PRÀCTIC.....	16
5.6. APARTAT «VOLEU SABER...?» .....	18
5.7. TAULA.....	19
5.8. TERMES CLAU .....	19
5.9. EXERCICIS.....	20
6. COMENTARI.....	21
6.1. CRITERIS LINGÜÍSTICS .....	21
6.2. ESTIL .....	23
6.3. ADAPTACIONS CULTURALS .....	23
6.4. PROBLEMES PROPIS DEL CAMP TEMÀTIC .....	25
7. CONCLUSIONS .....	29
8. REFERÈNCIES.....	31
9. ANNEXOS .....	33
9.1. ENQUESTA AL PROFESSORAT DE QUÍMICA GENERAL EN LLENGUA CATALANA .....	33
9.2. GLOSSARI DE TERMES.....	40
9.3. TEXT ORIGINAL .....	45

## 1. MOTIVACIÓ I OBJECTIUS

L'elaboració del present Treball de Fi de Grau té com a objectiu principal oferir una proposta de traducció de l'anglès al català d'una part d'un dels llibres de text especialitzats més utilitzats per a l'ensenyament de la Química General a nivell universitari: *General Chemistry*, de Ralph H. Petrucci, William S. Harwood i F. Geoffrey Herring. Així mateix, com a objectiu secundari, als apartats introductoris del treball justificaré la importància de la traducció de recursos científicotècnics al català, en concret de la traducció de manuals didàctics especialitzats del camp de les ciències exactes.

Les primeres motivacions per tal de dur a terme aquest projecte van ser el meu interès personal per les ciències i la meua formació prèvia a la llicenciatura en Química, a la Universitat de València, motius pels quals vaig triar l'itinerari d'especialització en Traducció Científica i Tècnica per finalitzar els meus estudis en el grau en Traducció i Interpretació. A més a més, ben aviat durant la meua recerca, vaig ser conscient de la importància que té la traducció científica per a l'evolució i el desenvolupament de les societats i de les llengües, sobretot quan es tracta de llengües minoritzades que històricament han estat sotmeses a un condicionament regressiu, com ara el català. Aquests tipus de llengües necessiten ser impulsades per les institucions públiques i per les mateixes universitats per tal de competir amb altres llengües més fortes amb les quals coexisteixen.

La traducció de textos de caràcter didàctic en camps especialitzats assegura la formació de professionals que exerciran la seva professió en català en el futur, que investigaran, publicaran les seves troballes científiques en català, que ajudaran a la normalització de la llengua en nous contextos i que, al seu torn, formaran la següent generació de científics en català; aquest conjunt d'engranatges és l'única manera de moure la complexa maquinària que fa que una llengua esdevingui un mitjà de comunicació reconegut en tots els nivells, especialment en el de la recerca científica i la innovació.

## 2. INTRODUCCIÓ

En l'actualitat és freqüent trobar obres escrites en català per docents de les nostres universitats i editades pels serveis de publicació universitaris. En el camp temàtic que tractem, podem citar el manual *Química general*, d'Amparo Olba, editat per la Universitat de València; *Química general: manual de laboratori*, de M. Lluïsa Sagristà Grato vil *et al.*, editat per la Universitat de Barcelona, o bé *Química quàntica*, de Josep Planelles, editat per la Universitat Jaume I.

Això no obstant, per la suposada baixa rendibilitat econòmica que un llibre d'aquestes característiques tindria per a les editorials, no és tan freqüent trobar traduïts al català els grans manuals científics de nivells universitaris. Es tracta de llibres de text que sovint s'han convertit en clàssics i que s'han traduït a diferents llengües, però quasi l'única manera de trobar-los traduïts al català és si s'han promogut les traduccions per mitjà de les institucions públiques o les fundacions privades.

Un exemple de traducció que podem citar en el camp de la química és *Anàlisi química quantitativa*, de Daniel C. Harris que, juntament amb altres manuals de diversos camps científics, va ser traduït en el marc del projecte *Scriptorium* de l'Institut d'Estudis Catalans, que va nàixer en l'any 1994 i que encara avui continua ampliant la seva col·lecció d'obres bàsiques per als estudis universitaris. D'acord amb la informació de la seva pàgina web:

La traducció al català d'aquestes obres és una mena d'encebador per a l'ampliació de la terminologia científica catalana en la disciplina específica de cada títol, perquè solen contenir termes especialitzats de creació recent, encunyats majoritàriament en anglès i que sovint no han estat incorporats encara al nostre lèxic científic.

El nom d'aquest projecte, *Scriptorium*, ens inspira per parlar sobre les primeres persones que van fer possible la transmissió dels coneixements científics en llengua catalana, assegudes en els escriptors dels monestirs medievals, com ara al monestir de Ripoll que, al voltant del segle XI, va donar origen a les primeres traduccions mèdiques de l'àrab i del grec. Aleshores ja hi havia una necessitat social d'incorporar tots els coneixements que altres abans que ells havien desenvolupat, pas previ necessari per tal de fer evolucionar aquests coneixements i aquestes societats. En els segles baixmedievals, en efecte, es van crear les primeres obres originals que podem considerar científiques en català, signades per Ramón Llull, per Arnau de Vilanova, obres quasi sempre relacionades amb la medicina.

Tanmateix, malgrat aquest desenvolupament inicial, al llarg dels segles XVII i XVIII, en el conjunt de la monarquia hispànica no es va produir un moviment cultural i intel·lectual que conreés l'empirisme o les ciències exactes. I, de la mateixa manera, el català va ser relegat i minoritzat després de la guerra de Successió i en la conformació de l'Estat liberal. Si més no, l'ensenyament de les ciències físiques i químiques en concret no es va introduir a les universitats catalanes, valencianes i balears fins el segle XX.

L'Institut d'Estudis Catalans, que avui dia representa un dels pilars de la normalització lingüística del català, va nàixer en 1907 i, per tal de destacar la importància del llenguatge científic per a la societat, aquell mateix any va establir un pla de publicacions científiques a la Secció de Ciències. Aquest pla va ser fonamental per normalitzar i estandarditzar l'ortografia, els manlleus greco-llatins, la nomenclatura química i la terminologia.

Després de la Guerra Civil, a causa de tot el que va comportar el franquisme per a la nostra llengua, aquesta important tasca de creixement lingüístic i d'assimilació dels coneixements científics en català es va veure paralitzada. En 1936, poc abans del començament de la Guerra, Pompeu Fabra expressava, al pròleg del *Diccionari de medicina*, dirigit per Manuel Corachan, la seva opinió sobre l'efecte que aquesta obra de consulta tindria sobre el llenguatge científic en català:

[...] una revisió completa dels termes medicals, com la que es fa ara amb la confecció del present Diccionari, ens permetrà de fixar la forma catalana dels mots en qüestió d'acord amb les regles tradicionals de transcripció dels mots clàssics, [...] però això tan sols fins on sigui possible, puix que no és d'aconsejar de fer tals rectificacions en aquells mots que han esdevingut populars en llur forma errònia (quist, per ex.).

El 1985, després de quatre dècades de persecució i paralització de l'avanç de la llengua i la cultura catalana i uns anys després de la mort del dictador Franco, va nàixer el Termcat, que avui dia és, sense dubte, l'eina terminològica més important amb la qual podem comptar els professionals de la llengua per a la transmissió del coneixement científic en català.

Aquest tipus d'eines i altres recursos documentals, promoguts per les institucions i les universitats públiques, es desenvolupen dins d'un context en el qual tots som ben conscients que l'anglès és la llengua franca de la comunicació internacional i que, avui dia, gran part de la informació que es distribueix es troba escrita en anglès. Els avanços científics no en són una excepció. Aquest fet ve donat per l'hegemonia econòmica dels països anglòfons, sobretot dels Estats Units, que s'han convertit en els últims segles en

el motor de la indústria i de la innovació científica. Malgrat la tendència cap a una comunicació globalitzada en una llengua única, segons diuen en favor d'interessos comercials i econòmics, som moltes les persones, professionals de la llengua o no, que ens preocupem per la diversitat lingüística.

La diversitat lingüística i la protecció de les llengües minoritàries i minoritzades és el millor llenguatge que tenen els humans per a la comprensió internacional, i l'única manera d'evitar un pensament únic.

(Aguilar i Santamaria, 1999)

Per tal de provar com d'important és que existeixin recursos per a la docència en català de matèries especialitzades en estudis superiors, he dedicat part de la meua recerca a recopilar dades ben interessants sobre l'ús de la nostra llengua.

Segons dades de l'Institut Nacional d'Estadística, a 1 de juliol de 2013, 13.534.629 persones residien als territoris de Catalunya, el País Valencià i les Illes Balears. A més a més, 10 milions de persones parlen català al món, és la 23a llengua més traduïda, segons xifres de la Generalitat de Catalunya.

El nombre d'estudiants universitaris a les tretze universitats públiques del territori catalanoparlant, segons dades de l'INE per al curs 2010/2011, l'últim any sobre el qual s'han publicat les estadístiques oficials, va ser de 182.009 alumnes; si bé és cert que la docència no sempre s'imparteix en català a tots els grups i a les universitats de la província d'Alacant (Universidad Miguel Hernández i Universidad de Alicante) no s'ensenya en català en la pràctica.

No obstant això, l'Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari a Catalunya ens ofereix dades significatives: en el curs 2011/2012 hi va haver 8.560 nous matriculats en graus de la branca de ciències i 1.480 nous matriculats en Enginyeria química i altres enginyeries, les quals inclouen assignatures de Química General al seu programa a les universitats catalanes. Segons les guies docents d'aquests graus, la docència sí que s'imparteix en català, íntegrament o parcialment.

Per tal de complementar aquestes dades i ampliar-les amb informació sobre la resta d'universitats dels territoris catalanoparlants —amb dades concretes sobre el tema que ens ocupa—, vaig dur a terme una enquesta entre els docents de diversos graus de la branca científica i tècnica de les universitats públiques de Catalunya, el País Valencià i les Illes Balears. Amb un senzill qüestionari, enviat personalment als docents que, segons les guies docents dels graus, impartien la docència de les assignatures de

Química General en català, pretenia avaluar quin és el grau d'implicació dels docents del nostre territori en la transmissió dels coneixements en català i l'acollida que tindria una hipotètica traducció del manual *General Chemistry* de de Ralph H. Petrucci, William S. Harwood i F. Geoffrey Herring. L'enquesta va oferir els següents resultats principals:

- Dels docents que van participar en l'enquesta i que actualment imparteixen d'assignatures de Química General en diferents graus de la branca científica i tècnica en llengua catalana, un 78 % fan servir el llibre de text esmentat en l'edició en castellà. Aquest fet confirma que es tracta d'un dels manuals de capçalera per a l'ensenyament de la matèria de Química en els estudis superiors.
- Davant la qüestió: «si existís una versió traduïda al català d'aquest manual, la faríeu servir per a les vostres classes?» Un 92 % dels participants en l'enquesta va afirmar que ho faria i un percentatge encara major el recomanaria als seus alumnes com a bibliografia de capçalera.

Aquestes xifres (que podeu trobar desglossades i ampliades a l'Annex 1) ens donen una idea sobre la importància que els docents universitaris donen avui dia a la llengua catalana com a eina de comunicació, de formació i transmissió dels coneixements científics; i no solament això, també ens aporten informació interessant sobre el nombre de consumidors potencials que aquests tipus de manuals especialitzats traduïts al català tindrien, de l'ordre de diversos milers de persones per curs acadèmic (vegeu Annex 1). A més a més, les dades demostren una important implicació del professorat amb la llengua catalana i amb aquest tipus de propostes. En conjunt, les dades recollides encoratgen tots els agents implicats en l'elaboració, la traducció, la difusió i la promoció d'aquests coneixements en llengua catalana a continuar amb el treball que estan duent a terme, que compta amb un públic meta més ampli del que es pensa.



### 3. OBJECTE D'ESTUDI

El manual *General Chemistry* compta en l'actualitat amb deu edicions, l'última de les quals va aparèixer l'any 2011. S'han anat incorporant alguns canvis respecte de la primera edició, per tal d'afavorir l'actualització dels coneixements i la difusió de les teories i els mètodes més moderns, també s'han donat algunes modificacions formals en l'estructuració dels capítols. L'edició que podem trobar més freqüentment a les biblioteques universitàries de Catalunya, el País Valencià i les Illes Balears és la vuitena, publicada per l'editorial Prentice-Hall l'any 2002, i és amb la qual treballarem en el present Treball de Fi de Grau, després de comprovar que, en els fragments que he proposat traduir, a efectes pràctics, no hi ha cap diferència amb l'última edició.

Els tres autors que signen aquest llibre de text, Ralph H. Petrucci, William S. Harwood i F. Geoffrey Herring, són doctors en diverses branques de la química i han exercit, durant les seves extenses carreres, la docència en nivells preuniversitaris i universitaris així com la investigació en diversos camps. Tots han rebut guardons a l'excel·lència en l'ensenyament i han publicat nombrosos estudis i llibres de text. No són, per tant, únicament especialistes en les diferents branques de la química, sinó que, a més a més, tenen una extensa experiència en l'ensenyament de les ciències. Aquest últim fet és clau en l'elaboració del *General Chemistry*, que compta amb un marcat caràcter didàctic i amb una estructura diferenciada i clara: cada capítol combina la informació teòrica amb exemples pràctics, gràfics, notes al marge que amplien la informació i exercicis proposats per al públic meta al qual va dirigit i mai perd de vista: els estudiants d'ensenyaments superiors en el camp de la química.

La meua proposta de traducció se centra en el primer capítol del llibre de text *General Chemistry*. Per tal d'oferir en el present treball una mostra representativa de traducció del manual, considerant que partim amb una limitació pel que fa a l'extensió, he seleccionat diferents fragments que permetran obtenir una visió general dels reptes que els diversos apartats suposen per a la traducció:

- Títol, índex i introducció del capítol.
- Apartat teòric: redactat amb un llenguatge general i amb exemplificacions de la vida diària.
- Nota al marge: informació addicional.

- Apartat teòric especialitzat: amb més càrrega d'especialització, es dóna una alta presència de termes i fórmules.
- Exemple pràctic: exercici resolt.
- Apartat «Voleu saber...?»: preguntes freqüents dels estudiants sobre un dels aspectes que s'està tractant.
- Taula.
- Termes clau: glossari al final de cada capítol.
- Mostra d'exercicis.

## 4. METODOLOGIA: FASES I PROCEDIMENT

Durant l'elaboració del present Treball de Fi de Grau, he tractat de demostrar, mitjançant una reflexió teòrica i una aplicació pràctica, els coneixements i les destreses que he adquirit durant els quatre anys d'estudis. És necessari, doncs, parlar de la competència traductora, és a dir, el conjunt d'habilitats, coneixements i destreses que hem d'adquirir per tal d'exercir la nostra futura professió de manera òptima. Dues de les subcompetències pròpies de la competència traductora i no directament relacionades amb els coneixements lingüístics són la competència instrumental i l'estratègica, que he hagut d'aplicar tant per a planificar les fases del treball com per a establir el procediment adequat per tal de resoldre certs problemes adequant-me als criteris establerts.

Les fases per a la realització del present treball han estat les següents:

1. Tria de l'àmbit temàtic i recerca prèvia per fer decidir l'objecte d'estudi: determinades pels coneixements previs en la matèria i l'experiència amb l'ús de *General Chemistry*.
2. Enquesta al professorat de química general en les universitats públiques dels territoris catalanoparlants i recerca per a la redacció de la justificació del treball.
3. Tria dels fragments que he de traduir: determinada per la longitud estimada del treball i per l'interès en presentar una mostra significativa del manual.
4. Elaboració del glossari i tria dels criteris que s'han d'aplicar a la traducció.
5. Traducció i reformulació del text meta. Anotació dels problemes de traducció i les solucions proposades després de la documentació.
6. Redacció de les conclusions i dels annexos.
7. Revisió del conjunt del treball i formatació.

## 5. TEXT META

### 5.1. TÍTOL, ÍNDEX I INTRODUCCIÓ DEL CAPÍTOL

#### Propietats i mesura de la matèria

##### Continguts:

- 1.1. L'abast de la química
- 1.2. El mètode científic
- 1.3. Propietats de la matèria
- 1.4. Classificació de la matèria
- 1.5. Mesura de la matèria: unitats de l'SI
- 1.6. Densitat i composició percentual: ús en la resolució de problemes
- 1.7. Incertesa en les mesures científiques
- 1.8. Xifres significatives

**D**urant les últimes dècades, l'interès del públic general pel que fa a la química ha anat en augment a causa de certs problemes mediambientals, com ara la pluja àcida i la destrucció de la capa d'ozó. Això no obstant, les descripcions populars dels dits fenòmens normalment no ens proporcionen una comprensió profunda dels principis bàsics que hi ha involucrats, tot i que aquests són



La restauració d'obres d'art, com aquesta pintura de Rafael, es basa, en gran manera, en les propietats físiques i químiques dels materials.

necessaris per aplicar els coneixements de química general als problemes del món real. Per dominar els principis de la química cal fer una aproximació sistemàtica a aquesta disciplina. En el present capítol, introduïrem part de la terminologia bàsica de la química i també alguns mètodes generals per realitzar mesures químiques i expressar-ne

els resultats. Alguns d'aquests continguts us resultaran familiars gràcies als vostres estudis anteriors.

## 5.2. APARTAT TEÒRIC

### 1.1. L'abast de la química

La química és l'estudi de la matèria, que ens inclou a nosaltres i a tot el que hi ha al nostre voltant. En moltes de les nostres activitats intervenen reaccions químiques, és a dir, els canvis d'una substància química a una altra. El menjar que cuinem es veu afectat per canvis químics i, després de menjar-nos-el, els nostres cossos porten a terme reaccions químiques complexes per tal d'extreure'n els nutrients que poden utilitzar. La gasolina que fa que els automòbils es moguin és una mescla de dotzenes de composts químics diferents. La combustió d'aquesta mescla proporciona l'energia que impulsa l'automòbil. Malauradament, algunes de les substàncies que es produeixen durant la combustió de la gasolina participen en la formació del boirum. Tot i que molts problemes mediambientals que assetgen la societat moderna tenen un origen químic, paradoxalment, també els mètodes per controlar-los i corregir-los tenen sovint una naturalesa química. En certa manera, la química ens afecta a tots.

De vegades, es diu que la química és la ciència central, ja que està relacionada amb molts altres camps científics i amb moltes de les àrees a les quals els humans dediquem el nostre esforç i la nostra curiositat. Els químics que desenvolupen nous materials per tal de millorar els dispositius electrònics, com les piles solars, els transistors i els cables de fibra òptica, treballen en la frontera entre la química, la física i la enginyeria. Els qui desenvolupen nous fàrmacs contra el càncer o la sida treballen en la frontera entre la química, la farmacologia i la medicina. Els bioquímics centren el seu interès en els processos que tenen lloc en els éssers vius. Els químics físics es dediquen als principis fonamentals de la física i de la química i tracten de donar resposta a les preguntes bàsiques que totes les àrees de la química es qüestionen: per què algunes substàncies reaccionen entre elles i altres no? Amb quina velocitat té lloc una reacció química determinada? Quanta energia útil pot extreure's d'una reacció química? Els químics analítics estudien els procediments per separar i identificar les substàncies químiques. Els científics especialitzats en el medi ambient fan servir habitualment moltes de les tècniques desenvolupades pels químics analítics. Els químics orgànics

centren la seva atenció en les substàncies que contenen carboni i hidrogen combinats amb uns pocs elements més. La major part de les substàncies són composts químics orgànics. Per exemple, les cèl·lules dels éssers vius estan formades per aigua i composts químics orgànics, a més d'una petita quantitat de diverses sals. Els químics inorgànics treballen amb la majoria dels elements, excepte el carboni, però les àrees de la química orgànica i de la química inorgànica s'encavalquen de moltes formes.

Tot i que la química és una ciència madura, el seu panorama presenta nombrosos reptes i preguntes sense resposta. La tecnologia moderna requereix materials nous amb propietats poc usuals i els químics han de dissenyar mètodes per produir aquests materials. La medicina moderna necessita fàrmacs formulats per dur a terme tasques específiques en el cos humà i els químics han de dissenyar les estratègies per sintetitzar aquests fàrmacs a partir de composts inicials relativament simples. La societat exigeix millores en els mètodes de control de la contaminació, substituïts per a materials escassos, mètodes segurs per desfer-nos dels residus tòxics i formes més eficaces d'extreure energia dels combustibles. Els químics treballen en totes aquestes àrees.

El progrés de la ciència depèn del mètode de treball dels científics: si es fan les preguntes adequades, si dissenyen els experiments correctes per proporcionar les respostes més adients i si formulen explicacions acceptables sobre les seves troballes. Examinem a continuació el mètode científic més detingudament.

### 5.3. NOTA AL MARGE



#### **Percy Julian**

Com a bioquímic, Percy Julian (1899-1975) va desenvolupar una sèrie de productes farmacèutics basats en els extractes de la soja. Una de les seves troballes inicials va ser un tractament per al glaucoma. Més endavant, el Dr. Julian va fundar una companyia que va desenvolupar tractaments per a l'artritis i altres malalties.

## 5.4. APARTAT TEÒRIC ESPECIALITZAT

### 1.6. Densitat i composició percentual: ús en la resolució de problemes

Al llarg del text aniran apareixent conceptes nous sobre l'estructura i el comportament de la matèria. Una manera d'afermar la nostra comprensió d'alguns d'aquests conceptes és resoldre problemes que relacionen els coneixements que ja tenim amb els que estem tractant d'entendre. En aquesta secció introduïrem dues magnituds que habitualment són necessàries per resoldre problemes: la densitat i la composició percentual.

#### Densitat

Vet aquí una antiga endevinalla: «què pesa més, un quilo de ferro o un quilo de palla?» Si responeu que pesen el mateix, demostrareu comprendre bé el significat de massa: una mesura de la quantitat de matèria. Si responeu que el ferro pesa més que la palla, estareu confonent els conceptes de massa i densitat. La matèria està més concentrada en un quilo de ferro que en un de palla; és a dir, la matèria del ferro està confinada en un volum menor. El ferro és més dens que la palla. La **densitat** és la raó de massa i volum.

$$\text{densitat } (d) = \frac{\text{massa } (m)}{\text{volum } (V)}$$

La massa i el volum són magnituds extensives. Una **magnitud extensiva** depèn de la quantitat de matèria observada. Això no obstant, si es divideix la massa d'una substància pel seu volum, s'obté la densitat, una magnitud intensiva. Una **magnitud intensiva** és *independent* de la quantitat de matèria observada. Per tant, la densitat de l'aigua pura a 25 °C té un valor determinat, sia la d'una mostra continguda en un matràs petit sia la que trobem dins d'una piscina. Les propietats intensives són especialment importants en els estudis de química perquè se solen fer servir per identificar substàncies.

Les unitats bàsiques del sistema internacional d'unitats (SI) per a la massa i el volum són els quilograms i els metres cúbics, respectivament, però els químics generalment expressen la massa en grams i el volum en centímetres cúbics o mil·lilitres. La unitat de densitat més freqüent és, aleshores, grams per centímetre cúbic ( $\text{g/cm}^3$ ) o bé la unitat, idèntica a l'anterior, grams per mil·lilitre ( $\text{g/mL}$ ).

La massa de 1,000 L d'aigua a 4 °C és 1,000 kg. La densitat de l'aigua a 4 °C és 1.000 g / 1.000 mL = 1,000 g/mL. A 20 °C, la densitat de l'aigua és 0,9982 g/mL. *La densitat és una funció de la temperatura*, perquè el volum canvia amb la temperatura mentre que la massa roman constant. Ens preocupa l'escalfament global, entre altres motius, perquè si la temperatura mitjana de l'aigua del mar augmenta, aquesta serà menys densa, així que tindrà un volum major i el nivell del mar s'elevàrà; això sense tenir en compte que el gel dels casquets polars comenci a fondre's.

La densitat d'una substància depèn de la temperatura i, a més a més, de l'estat de la matèria. En general, els sòlids són més densos que els líquids i tots dos són més densos que els gasos. Això no obstant, s'hi donen encavalcaments significatius. A continuació podeu trobar els intervals dels valors numèrics observats generalment per a les densitats. Aquestes dades poden ser útils per resoldre problemes.

- Densitats dels sòlids: des de 0,2 g/cm<sup>3</sup> fins a 20 g/cm<sup>3</sup>.
- Densitats dels líquids: des de 0,5 g/mL fins a 3-4 g/mL.
- Densitats dels gasos: la majoria de l'ordre d'uns pocs grams per *litre*.

En general, coneixem les densitats dels líquids amb més precisió que les dels sòlids, ja que aquests últims poden tenir defectes en les seves estructures microscòpiques. També coneixem les densitats dels elements i dels composts amb més precisió que les dels materials amb composició variable, com ara la fusta o el cautxú.

Una conseqüència important de les diferents densitats de sòlids i líquids és que els líquids i els sòlids de baixa densitat floten en un líquid de densitat alta (sempre que aquests líquids i sòlids no es dissolguin uns en altres).

## 5.5. EXEMPLE PRÀCTIC

**Figura 1.10**



**Mesura del volum d'un objecte de forma regular. Imatge de l'Exemple 1.2**  
El volum del sòlid rectangular és el producte entre la longitud, l'amplada i l'altura:

$$V = l \times w \times h$$



### Exemple 1.2

*Càlcul de la densitat d'un objecte a partir de la massa i del volum.* El bloc de fusta que representa la figura 1.10 té una massa de 2,52 kg. Quina és la densitat de la fusta en grams per centímetre cúbic?

#### Solució

Per determinar la densitat hem de conèixer una massa i el seu corresponent volum. Sabem la massa, que podem convertir fàcilment de quilograms a grams. Per tal de calcular el volum del bloc rectangular, podem fer servir la fórmula geomètrica de la figura 1.10. Això no obstant, en primer lloc hem de passar la longitud de metres a centímetres.

$$l = 1,08 \text{ m} \times \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} = 108 \text{ cm}$$

Ara podem calcular el volum en centímetres cúbics.

$$V = 108 \text{ cm} \times 5,1 \text{ cm} \times 6,2 \text{ cm} = 3.400 \text{ cm}^3$$

La massa del bloc expressada en grams és:

$$m = 2,52 \text{ kg} \times \frac{1.000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} = 2.520 \text{ g}$$

La densitat de la fusta és:

$$d = \frac{m}{V} = \frac{2.520 \text{ g}}{3.400 \text{ cm}^3} = 0,74 \text{ g/cm}^3$$

**Comprovació:** Observeu que si haguéssim pres, per error, una massa de 2,52 g, el resultat seria  $d = 7,4 \times 10^{-4} \text{ g/cm}^3$ . Si haguéssim pres una longitud de 1,08 cm, el resultat seria  $d = 74 \text{ g/cm}^3$ . Tots dos valors es trobarien fora de l'interval de densitats d'un sòlid.

**Exemple pràctic A:** Per tal de determinar la densitat del tricloroetilè, un líquid utilitzat per desengreixar components electrònics, primer pesem un matràs buit (108,6 g). Després l'omplim amb 125 mL de tricloroetilè i obtenim una massa total de 291,4 g. Quina és la densitat del tricloroetilè en grams per mil·lilitre?

**Exemple pràctic B:** Un cilindre graduat conté 33,8 mL d'aigua. Posem una pedra de massa 28,4 g dins del cilindre. El nivell de l'aigua després de posar la pedra és 44,1 mL. Quina és la densitat de la pedra?

## 5.6. APARTAT «VOLEU SABER...?»



### Voleu saber...?

**Quan s'ha de multiplicar i quan s'ha de dividir per resoldre un problema amb percentatges?**

Una forma habitual de fer servir un percentatge és convertir-lo a decimal (3,5 % es converteix a 0,035) i aleshores multiplicar o dividir per aquest decimal. De vegades, els estudiants no saben com decidir quina de les dues operacions fer. Aquesta dificultat es resol si expressem el percentatge com un factor de conversió i l'utilitzem de manera que es cancel·lin les unitats per a les magnituds físiques. Recordeu també que:

- La quantitat d'un *component* ha de ser sempre *menor* que la quantitat de la mescla total. *Multiplicar pel percentatge.*
- La quantitat d'una *mescla* ha de ser sempre *major* que la quantitat de qualsevol dels seus components. *Dividir pel percentatge.*

Si en l'exemple 1.4 no haguéssim tingut cura amb la cancel·lació de les unitats i haguéssim multiplicat pel percentatge (3,5/100) en lloc de dividir (100/3,5), hauríem obtingut un valor numèric  $2,5 \times 10^{-3}$ . Aquesta seria una mostra de 2,5 mL d'aigua de mar que pesaria aproximadament 2,5 g. És evident que una mostra d'aigua de mar que *conté* 75 g de clorur de sodi ha de tenir una massa *major* que 75 g.

## 5.7. TAULA

**Taula 1.1 Magnituds bàsiques de l'SI**

Magnitud física	Unitat	Abreviatura
<b>Longitud</b>	metre	m
<b>Massa</b>	quilogram	kg
<b>Temps</b>	segon	s
<b>Temperatura</b>	kelvin	K
<b>Quantitat de substància<sup>1</sup></b>	mol	mol
<b>Intensitat de corrent elèctric<sup>2</sup></b>	ampere	A
<b>Intensitat lluminosa<sup>3</sup></b>	candela	cd

<sup>1</sup>. Parlarem del mol en la Secció 2.7.

<sup>2</sup>. Descriurem la intensitat de corrent elèctric en l'Apèndix B i en el Capítol 21.

<sup>3</sup>. No parlarem sobre la intensitat lluminosa en aquest text.

## 5.8. TERMES CLAU

àtom (1.4)	massa (1.5)	propietat intensiva (1.6)
composició (1.3)	matèria (1.3)	propietat química (1.3)
compost (1.4)	mescla heterogènia (1.4)	sòlid (1.4)
densitat (1.6)	mescla homogènia (dissolució) (1.4)	substància (1.4)
element (1.4)	mètode científic (1.2)	teoria (1.2)
error aleatori (1.7)	molècula (1.4)	transformació física (1.3)
error sistemàtic (1.7)	percentatge (1.6)	transformació química (reacció) (1.3)
exactitud (1.7)	precisió (1.7)	xifres significatives (1.8)
gas (1.4)	propietat (1.3)	
hipòtesi (1.2)	propietat extensiva (1.6)	
líquid (1.4)	propietat física (1.3)	
lleis naturals (1.2)		

## 5.9. EXERCICIS

### Densitat

**62.** Per determinar el volum d'un recipient de vidre de forma irregular, pesem el recipient buit (121,3 g) i, després, ple de tetraclorur de carboni (283,2 g). Quina és la capacitat, en mil·lilitres, d'aquest recipient si sabem que la densitat del tetraclorur de carboni és 1,59 g/mL?

**63.** A 20 °C, tenim les següents densitats: aigua, 0,998 g/cm<sup>3</sup>; ferro, 7,86 g/cm<sup>3</sup>; alumini, 2,70 g/cm<sup>3</sup>. Classifiquem els següents objectes en ordre creixent pel que fa a la massa:

(1) una barra de ferro rectangular de 81,5 cm × 2,1 cm × 1,6 cm.

(2) una làmina d'alumini de 12,12 m 3,62 m 0,003 cm.

(3) 4,051 L d'aigua.

**64.** La densitat de l'alumini és 2,70 g/cm<sup>3</sup>. Sabem que una peça quadrada de làmina d'alumini de 9,0 polzades cada costat pesa 2,568 g. Quin és el gruix d'aquesta làmina en mil·límetres?

## 6. COMENTARI

En aquest apartat comentaré els problemes de traducció i les qüestions que han requerit una reflexió i una documentació més profunda durant la realització del treball. He dividit aquests problemes en quatre seccions: criteris lingüístics, estil, adaptacions culturals i problemes propis del camp temàtic. Per a cadascuna de les qüestions que esmentaré, he aportat exemples reals de la traducció dels fragments de *General Chemistry*.

### 6.1. CRITERIS LINGÜÍSTICS

Una de les primeres qüestions que hem d'abordar com a traductors cap al català, llengua que compta amb diverses varietats dialectals i amb dues institucions normatives, l'Acadèmia Valenciana de la Llengua i l'Institut d'Estudis Catalans, és definir quina varietat farem servir i quins criteris lingüístics aplicarem per tal de mantenir una coherència textual.

Aquesta tria normalment vindrà definida per l'encàrrec, és a dir, per l'editorial o el client que ens encomani la traducció, segons quin sigui el seu públic meta. En aquest cas, en tractar-se d'un treball acadèmic sense cap indicació concreta, la decisió pot estar determinada per una preferència personal. Malgrat que he nascut i he dut a terme els meus estudis en territori valencianoparlant i habitualment faig servir la varietat dialectal occidental per a les meves traduccions, en el present treball he decidit seguir els criteris lingüístics de l'Institut d'Estudis Catalans per dues raons: la primera i la més important, al meu parer, és que he observat, per mitjà de les enquestes i de converses amb el personal docent de les diverses universitats, que la major part dels estudis que inclouen assignatures de química general impartits en català es donen al territori català i balear. Així doncs, la hipotètica publicació d'aquest tipus de material, s'hauria de dur a terme en català oriental. La segona raó, més personal, és el repte que em suposa, com a traductora acostumada a utilitzar la varietat occidental, aconseguir un text meta amb una idiomaticitat i una fluïdesa pròpies d'un parlant natiu de català oriental.

Les diferències principals entre aquestes dues varietats, com ja sabem, es fan evidents per les diferents flexions verbals, però també atenen a alguns criteris lèxics i ortogràfics.

Exemples:

<b>Verbs</b>	<i>[...] això sense <u>tenir</u> en compte que el gel dels casquets polars <u>comenci</u> a fondre's.</i>
	<i>Això no obstant, si es <u>divideix</u> la massa [...]</i>
	<i>[...] per tal d'<u>extreure</u> els nutrients que poden utilitzar.</i>
<b>Possessius</b>	<i>Els químics orgànics centren la <u>seva</u> atenció en [...]</i>
<b>Accentuació</b>	<i>Per determinar la densitat hem de <u>conèixer</u> una massa i el seu corresponent volum.</i>
<b>Demostratius reforçats</b>	<i>Alguns d'<u>aquests</u> continguts <u>us</u> resultaran familiars gràcies als vostres estudis anteriors.</i>
<b>Pronoms</b>	
<b>Lèxic</b>	<i>En aquesta secció introduïrem <u>dues</u> magnituds que [...]</i>

Quant a les sigles i la seva apostrofació darrere d'articles, aspecte que sovint representa un repte per als qui treballem amb la llengua catalana, he seguit també els criteris de la gramàtica normativa de l'Institut d'Estudis Catalans. He apostrofat, doncs, les sigles que comencen per consonant quan la seva pronunciació comença per vocal.

#### Magnituds bàsiques de l'SI

Quant al tractament personal, qüestió que també s'ha de concretar abans de començar a traduir, val a dir que, en general, la major part del text que hem traduït és expositiu i, per tal d'aconseguir una major sensació d'objectivitat, sovint es fan servir oracions impersonals i passives. Per tal d'evitar l'abús d'aquestes construccions, no massa típiques en llengua catalana, he fet servir de vegades la primera persona del plural, per exemple en els exercicis:

*Un cilindre graduat conté 33,8 mL d'aigua. Posem una pedra de massa 28,4 g dins del cilindre.*

A certs apartats del capítol, la introducció i l'apartat «Voleu saber...?», l'autor es dirigeix directament al lector. En aquests casos, calia decidir quin tractament personal utilitzar i, seguint l'exemple de textos paral·lels, com els que formen part del projecte *Scriptorium*, de l'Institut d'Estudis Catalans, vaig optar per redactar el text meta amb un tractament de *vós* en aquests fragments.

*Alguns d'aquests continguts us resultaran familiars gràcies als vostres estudis anteriors.*

## 6.2. ESTIL

Per al present treball, només he traduït un fragment del primer capítol de *General Chemistry*, però aquest manual compta amb més de 1.000 pàgines, així que per a la traducció real seria necessari, sens dubte, un equip de traducció. En aquests casos, en els quals un grup de traductors i traductores ha de treballar en equip, és important definir també els aspectes estilístics que seguirà la publicació per tal de facilitar la revisió posterior del conjunt del material.

Per a la meua proposta, he seguit les indicacions de *Manual d'Estil: la redacció i l'edició de textos*, de Josep M. Mestres, Joan Costa, Mireia Oliva i Ricard Fité, pel que fa a l'ús dels símbols i dels signes ortotipogràfics en les expressions numèriques (criteris que sovint també vénen marcats per la gramàtica normativa de l'Institut d'Estudis Catalans): milers separats per punt, decimals separats per coma, espai entre xifres i símbols:

*0,9982 g/mL*

*1.000 mL*

Els autors d'aquest manual, per tal de marcar el caràcter didàctic i facilitar la comprensió dels conceptes clau, han ressaltat amb negreta i cursiva alguns termes al llarg del text. Per a la traducció al català, després de revisar els textos paral·lels i alguns llibres de text, he optat per mantenir el format original, que aporta al text una funció anàloga en català.

## 6.3. ADAPTACIONS CULTURALS

El manual *General Chemistry* està redactat en anglès americà i, durant els 28 capítols que el componen, hi podem trobar algunes qüestions socioculturals que cal comentar, com ara frases fetes, exemples o referències a la societat i a la cultura d'origen, que ens situen davant l'etern dubte dels traductors: adaptar el text al lector meta o mantenir la referència original?

Aquest debat ha dividit les corrents traductològiques des dels inicis d'aquesta disciplina. Tot i que en un principi, els enfocaments de la teoria de la traducció es basaven en teories lingüístiques, que comparaven els sistemes en les diferents llengües,

el concepte d'equivalència sempre ha estat unit al de traducció. En 1964, Eugene Nida diferenciava, no sense rebre nombroses crítiques per les mancances de la seva aproximació, entre equivalència formal (orientada a l'autor) i equivalència dinàmica (orientada al receptor) i mantenia que el significat es produeix en el context i no és fix. Durant els anys 60 i 70, amb el naixement de les teories funcionalistes, va imperar la idea que l'objectiu de la traducció és que hi hagi una comunicació, que el missatge arribi al receptor, tenint en compte el seu context sociocultural. Amb els anys i els avanços en el camp de la traductologia, han anat sorgint enfocaments molt diversos (enfocaments discursius, estudis culturals, filosòfics i hermenèutics, per exemple) que coexisteixen avui dia i que sovint es complementen per tal de fonamentar les decisions que els traductors prenem, segons a quin tipus de traducció ens hem d'enfrontar. Estudis més actuals ja proposen la triple dimensió de la traducció: com a acte de comunicació, com a operació textual i com a activitat del subjecte (Hurtado, 2001).

Després de revisar la bibliografia i els diferents enfocaments per tal d'abordar la traducció de les referències culturals que apareixen al text, vaig definir el perfil del nostre lector meta, fet que em va donar la clau sobre com actuar davant d'aquests problemes concrets de traducció, com a continuació exemplificaré.

El primer problema era l'aparició al text d'unitats de mesura anglosaxones (onzes, peus, polzades, etc.) al exemples reals i als exercicis. En aquest cas, com que el nostre lector meta és l'estudiantat de matèries de química general a nivell universitari, es pot pressuposar que compta amb uns coneixements previs de la matèria i que coneix l'existència d'aquestes unitats de mesura. A més a més, durant els exercicis pràctics del manual haurà de practicar els factors de conversió d'unitats. La meva conclusió respecte d'aquesta qüestió és, doncs, que havia de mantenir aquestes unitats de mesura a la traducció al català.

El segon problema d'adaptació venia donat per l'aparició d'una endevinalla que en anglès s'expressa com: «What weighs more, a ton of bricks or a ton of feathers?». Aquesta pregunta serveix de base per explicar el concepte de densitat d'una manera visual i didàctica. En aquest cas, considerant que el lector meta és l'estudiantat i que el propòsit principal de l'autor és, simplement, aportar un exemple pràctic i proper al lector per tal d'introduir un concepte nou amb el qual potser no està molt familiaritzat, he decidit canviar aquesta frase per una frase equivalent, amb una metàfora molt similar i amb la mateixa funció, però més idiomàtica en català: «què pesa més, un quilo de ferro o un quilo de palla?».



Per últim, quant a l'adaptació dels noms propis de personatges històrics reconeguts, com ara el pintor Rafael, he seguit els criteris de l'Institut d'Estudis Catalans i he adaptat el nom al que tradicionalment es fa servir en llengua catalana. El mateix he fet amb «sistema internacional d'unitats», terme que he traduït al català malgrat que a l'original en anglès s'expressava amb el nom original francès «*Système international d'unités*».

#### 6.4. PROBLEMES PROPIS DEL CAMP TEMÀTIC

Alguns dels reptes de la traducció científica i tècnica, afegits als problemes habituals que poden sorgir mentre traduïm qualsevol text, són la complexitat terminològica i la necessitat de comprendre profundament els conceptes que ens disposem a traduir per tal de no cometre cap error. Però, a més a més, hi ha un altre aspecte que m'agradaria comentar en el present treball: les convencions pròpies del camp temàtic.

##### **Convencions**

El sistema bàsic que es fa servir al camp de la química, per tal d'anomenar els elements i els composts, és la formulació i la nomenclatura. Hi ha una sèrie de convencions per tal de sistematitzar el seu ús i estan determinades per la IUPAC (Unió Internacional de Química Pura i Aplicada). Les adaptacions al català les podem trobar sovint a les bases de dades terminològiques del Termcat i també a diverses publicacions, com ara *Formulació i nomenclatura de química inorgànica* (Dou Masjuan, 2007).

*Per tal de determinar la densitat del tricloroetilè, [...]*

##### **Unitats i fórmules**

Les unitats de mesura i les seves abreviatures es troben recollides a les bases de dades terminològiques del Termcat. Però, en aquest apartat, m'agradaria comentar dos casos curiosos: ampere i quilogram. L'ampere és la unitat de mesura de la intensitat del corrent elèctric. Habitualment, les magnituds i les unitats tenen una única correspondència directa al català, en aquest cas, però, hi ha dues variants ortogràfiques: amper, per a textos que no siguin tècnics, i ampere, terme tècnic que hem fet servir al present treball. Un fet similar ocorre amb «quilogram», que també podem trobar escrit

com «kilogram» (trobem aquesta duplicitat també en la resta d'unitats que tenen el prefix *kilo-*, que significa «mil»). Totes dues formes són correctes en qualsevol context, a la meua traducció he optat per fer servir el mot amb *q-* sempre que hi apareix.

Quant a les fórmules, després de consultar el *Manual d'Estil: la redacció i l'edició de textos*, per tal de decidir quan havia de fer ús de la cursiva, el format de les xifres i símbols i altres aspectes formals, he fet servir l'opció «inserir equació» del meu processador de textos, eina que ajuda a introduir fórmules d'una manera intuïtiva i senzilla.

### **Terminologia**

La presència de termes és una de les característiques bàsiques dels textos de tipus científic i tècnic. Segons Cabré (1992), els termes són les unitats mínimes d'informació científicotècnica i estan formats per tres elements: significat o concepte, denominació i referent. La situació ideal seria que cada denominació tingués un referent i un únic concepte associat, però sabem que, en la pràctica, aquesta univocitat rarament es dona. La terminologia pot suposar, per tant, una important dificultat per a la traducció si no estem familiaritzats amb el camp temàtic.

Durant els nostres estudis al grau en Traducció i Interpretació, hem treballat les eines i les tècniques més útils per tal d'enfrontar-nos al problema que suposa la terminologia específica d'un camp concret. Com a pas previ per a la proposta de traducció, tot i que no he trobat una terminologia massa complexa —recordem que es tracta d'un manual general—, he elaborat un glossari terminològic amb els termes originals, traduïts i les fonts documentals que he fet servir (vegeu Annex 2). La major part els he trobat al Termcat i als textos paral·lels que trobareu esmentats a l'apartat Referències.

### **Falsos amics**

Un fals amic és un mot que es caracteritza per tenir una morfologia molt similar a una paraula d'una altra llengua, però que fa referència a un concepte diferent. Pot, per tant, induir-nos a error si no el sabem reconèixer o si no ens documentem suficientment. No és necessàriament un fenomen propi dels camps temàtics especialitzats, ja que pot donar-se també en el llenguatge general. Això no obstant, en aquest text he trobat diversos falsos amics relacionats amb el camp de les ciències. Per exemple:

- *Quantity*, que en un principi es pot associar erròniament a «quantitat», però que, en aquest cas, fa referència a «magnitud».

TERMCAT
<b>magnitud física</b>
ca magnitud física, n f
ca magnitud, n f <i>sin. compl.</i>
es magnitud
es magnitud física
fr grandeur
fr grandeur physique
en physical quantity
en quantity

- *Sulfur*, que podem associar erròniament a «sulfur» (compost binari de sofre amb altres elements més electropositius), però que significa «sofre».

TERMCAT
<b>sofre</b>
ca sofre, n m
es azufre
fr soufre
en sulfur [US]
en sulphur [GB]
sbl S

- *Drug*, que en català traduiríem per «droga», té els següents tres significats en català, segons el diccionari de l'Institut d'Estudis Catalans:

DIEC
<b>droga</b>
1 f. [LC] [MD] [QU] Substància natural o sintètica que, emprada com a matèria primera o com a ingredient, té aplicacions en química, indústria, artesanía, preparació de pintures, tintoreria, neteja, etc.
2 f. [MD] [LC] Fàrmac.
3 f. [PS] [LC] [MD] Substància estupefaent o narcòtica capaç de crear dependència.

En aquest cas, el text original fa referència a la segona accepció i seria correcte en català fer servir el terme «droga». Això no obstant, he decidit

substituir-lo pel sinònim «fàrmac», més adient per no dotar al text de la connotació pejorativa que associem a la paraula «droga» en català, sovint més associada a la tercera accepció d'aquest diccionari.

## 7. CONCLUSIONS

El sistema universitari espanyol es troba al final del procés d'adaptació a l'espai europeu d'educació superior. Un dels eixos fonamentals d'aquest sistema comú a gran part d'Europa és l'aprenentatge de destreses i habilitats, i no solament coneixements teòrics, durant els estudis superiors. Aquest *savoir faire*, en el nostre cas, s'ha d'aprendre per mitjà de l'adquisició de l'anomenada competència traductora, composta per una sèrie de subcompetències, no només relacionades amb les llengües de treball. Altres, com ara la subcompetència extralingüística, la instrumental, l'estratègica, etc., relacionades amb les tècniques de traducció i la resolució de problemes que ens poden anar sorgint durant la pràctica de la nostra professió, són igualment importants i, per tant, les hem de dominar al final dels nostres estudis per tal de dur a terme la pràctica de la traducció de manera òptima.

Durant els estudis en el grau en Traducció i Interpretació a la Universitat Jaume I hem desenvolupat totes aquestes destreses en les diferents assignatures de llengües, formació bàsica, noves tecnologies i traducció en les diverses especialitats i àrees de treball. A més a més, hem rebut aquesta formació per part de professionals de la traducció que ens han sabut orientar per enfrontar el nostre futur i els problemes reals que els traductors i traductores trobarem durant la nostra pràctica professional.

El present Treball de Fi de Grau ha representat l'aplicació de totes aquestes destreses desenvolupades durant els quatre cursos del grau i, en especial, durant les assignatures de l'itinerari de Traducció Científica i Tècnica. Ha fet un repàs dels principals aspectes teòrics que hem assolit, tant pel que fa a la traducció científica com a la traducció cap a la llengua catalana, i també ha mostrat les seves aplicacions pràctiques per tal de fer front a unes necessitats reals, que s'han de saber identificar i justificar. En aquest cas, la necessitat que he identificat és la de traduir al català els textos didàctics per als ensenyaments superiors en el camp de les ciències exactes, com a únic mitjà per promoure el desenvolupament dels avanços científics en la nostra llengua, però també per fomentar el creixement d'una llengua sotmesa a un condicionament regressiu, com és el català.

Per justificar la dita necessitat, he emprat, a més d'una revisió a la bibliografia i una reflexió teòrica, una tècnica empírica com és l'enquesta als primers agents implicats en l'ús d'aquests tipus de llibres de text especialitzats: el professorat de matèries de química general de les universitats públiques del territori catalanoparlant. Aquesta

enquesta m'ha permès fer una estimació dels possibles consumidors potencials d'aquest tipus de material en la nostra llengua i d'analitzar fins a quin punt els nostres professors i professores són conscients de la importància d'aquestes iniciatives.

A més a més, he acomplert l'objectiu principal que ja he esmentat als apartats introductoris: he presentat una proposta de traducció concreta, que podré fer servir com una proposta real d'oferiment a les editorials o als responsables de projectes relacionats amb aquest camp. De fet, per tal de donar a aquest treball final un rendiment pràctic addicional per a la meua futura carrera traductora, ja m'he posat en contacte amb els responsables del projecte *Scriptorium*, de l'Institut d'Estudis Catalans i diferents fundacions catalanes i, després de l'entrega oficial del present Treball de Fi de Grau i la finalització dels meus estudis en traducció, els faré arribar la meua proposta: la traducció al català d'un dels manuals de capçalera per a l'ensenyament superior de matèries de química general, el *General Chemistry*, de Ralph H. Petrucci, William S. Harwood i F. Geoffrey Herring. Junt amb la proposta de traducció i la justificació teòrica, aquest treball servirà com a carta de presentació per a l'oferiment de la meua col·laboració en una futura traducció d'aquest llibre o d'altres relacionats amb la meua formació i les meves competències.

## 8. REFERÈNCIES

AGÈNCIA PER A LA QUALITAT DEL SISTEMA UNIVERSITARI A CATALUNYA. *Indicadors docents per al desenvolupament i l'anàlisi de les titulacions*. Disponible en <http://winddat.aqu.cat/>

AGUILAR-AMAT, A., SANTAMARIA, L. (1999). Terminologia i llengües minoritzades. *Quaderns. Revista de traducció número 3*, p. 101-112. Disponible en línia en <http://ddd.uab.es/pub/quaderns/11385790n3p101.pdf>

BATLLORÍ, M.T., Comissió de normalització de la facultat de Química de la Universitat de Barcelona. (1999). *Vocabulari de química: català, castellà, anglès*. Barcelona: Servei de llengua catalana de la Universitat de Barcelona, Gabinet de llengua catalana de la Universitat Autònoma de Barcelona.

CABRÉ, T. (1992). *La terminologia: la teoria, els mètodes, les aplicacions*. Barcelona. Empúries.

CORACHAN, M. (Dir.). (1936). *Diccionari de medicina*. Barcelona: Salvat.

GARCÍA, I. (2011). *Competencia textual para la traducción*. València: Tirant lo Blanch.

GENERALITAT DE CATALUNYA. *El català en xifres*. Disponible en [www.gencat.cat](http://www.gencat.cat)

GERZYMISCH-ABROGAST, H. (1993). *Contrastive Scientific and Technical Register as a Translation Problem*. En Wright, S.E., Wright, L.D. (Ed.), *Scientific and Technical Translation* (p. 21-51). Amsterdam; Filadèlfia: John Benjamins. Disponible en línia en [Google Books](#)

HURTADO, A. (2001). *Traducción y Traductología. Introducción a la Traductología*. Madrid: Cátedra.

INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS, Versió electrònica de la *Gramàtica de la llengua catalana*. Disponible en <http://www.iecat.net/Institucio/seccions/Filologica/gramatica/default.asp>

INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS, *Projecte Scriptorium: llibres de text universitaris en llengua catalana*. Disponible en <http://scriptorium.espais.iec.cat>

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. *Cifras de población y censos demográficos*. Disponible en [http://www.ine.es/inebmenu/mnu\\_cifraspob.htm](http://www.ine.es/inebmenu/mnu_cifraspob.htm)

MESTRES, J.M., COSTA, J., OLIVA, M., FITÉ, R. (2009). *Manual d'estil: la redacció i l'edició de textos*. Vic: Eumo.

MONTALT, V. (2005). *Manual de traducció científicotècnica*. Vic: Eumo Editorial

NIDA, E. (1964). *Toward a Science of Translation*. Leiden: E. J. Brill. Consultat en línia en [Google Books](#)

RIERA, C. (1994). *El llenguatge científic català*. Barcelona: Barcanova.

TERMCAT, CENTRE DE TERMINOLOGIA. (2000). *Diccionari de química analítica*. Barcelona: Enciclopèdia Catalana.

### TEXT ORIGINAL

PETRUCCI, R.H., HARWOOD, W.S., HERRING, F.G. (2002). *General Chemistry: Principles and Modern Applications*. New Jersey: Prentice Hall.

### TEXTOS PARAL·LELS

SAGRISTÀ, M. L. (2008). *Manual de laboratori*. Barcelona: Publicacions i edicions Universitat de Barcelona.

DOU, J.M., MASJUAN, M.D. (2007). *Formulació i nomenclatura de química inorgànica*. Barcelona: Casals.

OLBA, A. (2007). *Química general: equilibri i canvi*. València: Servei de publicacions de la Universitat de València.

HARRIS, D.C., (2006). *Anàlisi química quantitativa*. Barcelona: Reverté.

PLANELLES, J. (2006). *Química quàntica*. Castelló de la Plana: Publicacions de la Universitat Jaume I.

BUDEVSKY, O. (1998). *Fonaments de l'anàlisi química*. Barcelona: Edicions Universitat de Barcelona.



## 9. ANNEXOS

### 9.1. ENQUESTA AL PROFESSORAT DE QUÍMICA GENERAL EN LLENGUA CATALANA

Per a l'obtenció d'algunes dades concretes, vaig enviar la següent enquesta a 112 professors i professores de les tretze universitats públiques catalanes, valencianes i balears que, segons les guies docents dels diferents graus, imparteixen assignatures de Química General en català durant el curs 2013/2014. Aquestes assignatures s'imparteixen com a part de la formació bàsica universitària als primers cursos de les següents titulacions:

Grau en Química	Grau en Enginyeria Elèctrica
Grau en Biologia	Grau en Enginyeria Electrònica
Grau en Bioquímica	Grau en Enginyeria Mecànica
Grau en Biotecnologia	Grau en Enginyeria de Sistemes Biològics
Grau en Física	Grau en Enginyeria Alimentària
Grau en Ciència i Tecnologia dels Aliments	Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials
Grau en Farmàcia	Grau en Enginyeria Agroalimentària i del Medi Rural
Grau en Ciències Ambientals	
Grau en Enginyeria Química	

Del total d'enquestes enviades, van respondre 66 professors (un 59 % del total d'enquestats). He basat algunes de les dades incloses en l'apartat introductori del meu Treball de Fi de Grau en aquestes respostes que a continuació detallarem.

## Model de l'enquesta

Bona tarda,

El meu nom és Karla Martínez Araque, sóc antiga alumna de la llicenciatura en Química a la Universitat de València i actualment estudio l'últim curs del grau en Traducció i Interpretació amb especialitat en Traducció Científicotècnica a la Universitat Jaume I de Castelló de la Plana.

Per al meu Treball de Fi de Grau he proposat fer una traducció al català d'una part d'un manual especialitzat de Química General. Com que va ser el meu manual de capçalera durant la llicenciatura, he triat el manual *Química General*, de Ralph H. Petrucci, William S. Harwood i F. Geoffrey Herring. Manual que podem trobar en anglès i en espanyol però que no ha estat traduït al català.

Per redactar la justificació del meu projecte de traducció vull sobretot considerar els criteris de normalització lingüística d'una llengua minoritzada com és el català, de la qual n'hem de fomentar l'ús, tant des de les institucions com des de les editorials i mitjans, també en els àmbits d'especialitat. Tanmateix, vull incloure una breu justificació socioeconòmica amb dades reals del mercat que tindria la hipotètica publicació d'aquesta mena de llibres especialitzats en la nostra llengua. Per a això he preparat un petit qüestionari per als professors que, segons les guies docents publicades a les pàgines web de les diferents universitats, doneu les classes en català per a l'assignatura de Química General, tant als graus de Química i Enginyeria Química com a altres graus que inclouen aquesta assignatura com a part de la formació bàsica.

Us agraeixo la vostra col·laboració d'avançat. No us prendrà més de 5 minuts marcar una resposta a les preguntes següents i reenviar aquest correu a la meua direcció de correu electrònic:

**1. Impartiu una assignatura de Química (Química Bàsica, Química General, Fonaments de Química, etc.) a una universitat del territori catalanoparlant?**

Sí      No

**2. Impartiu aquestes classes a algun grup en català?**

Sí No

**3. Feu servir el manual *Química General*, de Ralph H. Petrucci et al., com a part de la bibliografia en les vostres classes?**

Sí No

**4. Aproximadament a quants alumnes per curs impartiu l'assignatura? (si impartiu més d'una assignatura, indiqueu el nombre total d'alumnes)**

Menys de 15 15-30

30-60 Més de 60

**5. Proporcioneu als vostres alumnes els materials didàctics i de suport de les vostres classes (PowerPoint, apunts, etc.) en català?**

Sí No Parcialment

**6. Si existís una versió en català de l'esmentat manual, el faríeu servir a les vostres classes?**

Sí No

**7. El recomanaríeu als vostres alumnes?**

Sí No

**8. Altres observacions:**

De nou, gràcies per la vostra col·laboració, quedo a la vostra disposició per qualsevol feina de traducció o consulta lingüística i, si us sembla interessant i voleu rebre una còpia del material traduït per al meu Treball de Fi de Grau una vegada presentat, us el faré arribar de bon grat.

Salutacions cordials,

Karla Martínez Araque

## Resultats de l'enquesta

**Pregunta 1:** Impartiu una assignatura de Química (Química Bàsica, Química General, Fonaments de Química, etc.) a una universitat del territori catalanoparlant?

<b>Sí</b>	63
<b>No</b>	3

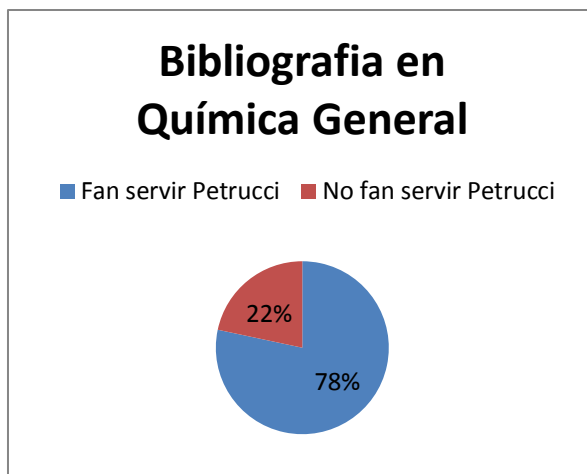
**Pregunta 2:** Impartiu aquestes classes a algun grup en català?

<b>Sí</b>	60
<b>No</b>	3
<b>No contesta</b>	3

Els 6 professors i professores que van donar una resposta negativa a la primera o a la segona pregunta no eren els destinataris d'aquest estudi previ. Hi havia una sèrie d'errors a les guies docents d'algunes assignatures, que indicaven incorrectament les direccions de correu electrònic o els noms dels professors que, per tant, no van continuar contestant l'enquesta. A partir d'aquest punt, en els resultats de la resta de l'estudi, només es tindran en compte els professors que imparteixen les assignatures de química general en català (60 professors i professores).

**Pregunta 3:** Feu servir el manual *Química General*, de Ralph H. Petrucci et al., com a part de la bibliografia en les vostres classes?

<b>Sí</b>	47
<b>No</b>	13



**Pregunta 4:** Aproximadament a quants alumnes per curs impartiu l'assignatura? (si impartiu més d'una assignatura, indiqueu el nombre total d'alumnes).

<b>Menys de 15 alumnes</b>	0
<b>Entre 15 i 30</b>	2
<b>Entre 30 i 60</b>	25
<b>Més de 60</b>	33

Dels quals, han declarat a la pregunta 3 que fan servir el manual *Química general*:

<b>Menys de 15 alumnes</b>	0
<b>Entre 15 i 30</b>	1
<b>Entre 30 i 60</b>	20
<b>Més de 60</b>	26

Aquestes dades ens demostren que almenys 2.175 alumnes, confirmats pel professorat que imparteix les classes en català a les universitats del territori catalanoparlants, han fet servir la versió en castellà *Química general* durant el curs 2013/2014. Si considerem que un 41 % del professorat no ha participat en l'enquesta i que, per fer aquest càlcul, hem tingut en compte els valors mínims de cada interval, podríem parlar d'entre 4.000 i 6.000 alumnes, aproximadament, que aquest curs han estat compradors potencials d'una hipotètica traducció al català del dit manual.

Si bé és cert que no és possible estimar quants d'aquests consumidors potencials comprarien el llibre en la pràctica a l'any, cal tenir en compte que les biblioteques de les diferents universitats catalanes, valencianes i balears, així com els diferents departaments de química i el personal docent, també n'haurien d'adquirir diverses còpies.

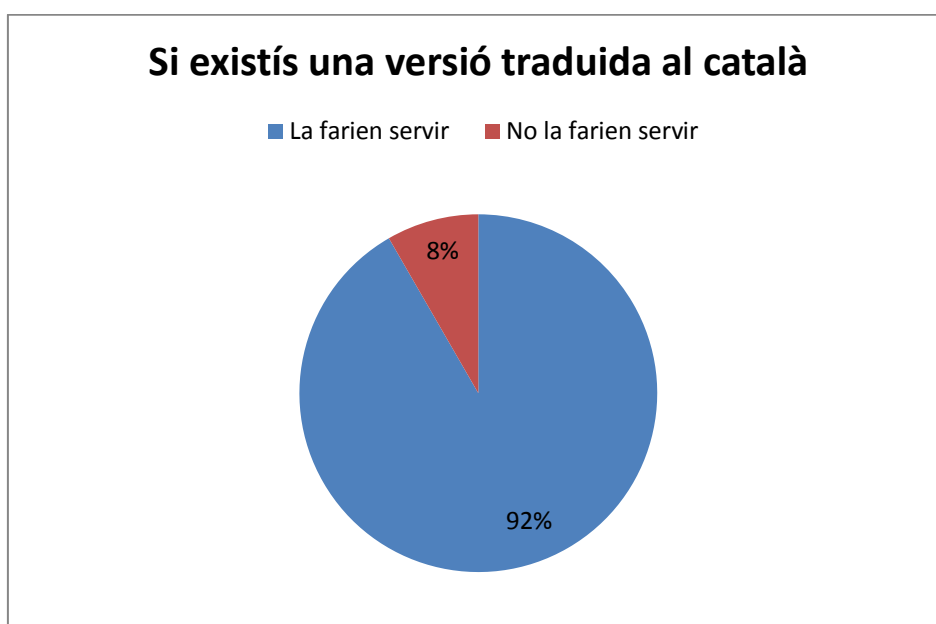
**Pregunta 5:** Proporcioneu als vostres alumnes els materials didàctics i de suport de les vostres classes (PowerPoint, apunts, etc.) en català?

<b>Sí</b>	46
<b>No</b>	3
<b>Parcialment</b>	11

Els 3 docents que han marcat l'opció «no», especifiquen que imparteixen les classes en anglès.

**Pregunta 6:** Si existís una versió en català de l'esmentat manual, el faríeu servir a les vostres classes?

<b>Sí</b>	55
<b>No</b>	5



**Pregunta 7:** El recomanaríeu als vostres alumnes?

<b>Sí</b>	60
<b>No</b>	0



Les respostes a les dues últimes preguntes ampliarien, potser, el nombre aproximat de consumidors potencials que hem estimat a la pregunta número 4, ja que demostren que 7 professors i professores que, ara per ara, no fan servir la versió en castellà d'aquest manual, sí que el farien servir si estigués traduït al català; a més a més, tots els enquestats admeten que el recomanarien al seus alumnes, malgrat que alguns d'ells no l'hagen fet servir aquest curs.

### **Observacions dels enquestats i enquestades**

- Molt bona iniciativa, penso que és necessari traduir aquest tipus de manual al català (22 professors).
- Considero més útils les llengües que tenen un major nombre de parlants, no el traduiria (2 professors).
- Millor si estigués en format electrònic, es vendria més (4 professors).
- El faig servir i el recomano només com a bibliografia complementària (5 professors).
- Tot i que no faria servir el llibre en català, sí que el recomanaria als alumnes que hi estiguessin interessats (5 professors).

## 9.2. GLOSSARI DE TERMES

### SIGLARI

Font	Sigla
Termcat	TC
<i>Vocabulari de química: català, castellà, anglès</i>	Voc UB
Optimot	OM
Wordreference	WR
<i>Química general: equilibri i canvi</i>	QG
<i>Anàlisi química quantitativa</i>	AnQ

Per veure les referències completes de les publicacions consultades per a la proposta de termes en català, vegeu l'apartat Referències.

### GLOSSARI

Anglès	Català	Font
accuracy	exactitud	TC
acid rain	pluja àcida	TC
AIDS	sida	TC
amount of substance	quantitat de substància	TC
ampere	ampere	TC
analytical chemist	químic analític	TC
atom	àtom	TC
average temperature	temperatura mitjana	TC
biochemist	bioquímic	TC
cancer	càncer	TC
candela	candela	TC
carbon	carboni	Voc UB
cell	cèl·lula	TC
centigrade degree (°C)	grau centígrad (°C)	TC
chemist	químic	TC
chemistry	química	TC
classify	classificar	WR-OM
combustion	combustió	TC



composition	composició	TC
compound	compost	TC
constant	constant	TC
conversion factor	factor de conversió	TC
convert	convertir-se	WR-OM
cubic centimeter (cm <sup>3</sup> )	centímetre cúbic (cm <sup>3</sup> )	TC
cubic meter (m <sup>3</sup> )	metre cúbic (m <sup>3</sup> )	TC
degree	grau	OM
dense	dens	TC
density	densitat	OM
discovery	descobrint	TC
dispose	desfer-se	WR-OM
dissolve	dissoldre	TC
drug	fàrmac	TC
electric current	intensitat de corrent elèctric	TC
element	element	TC
energy	energia	TC
engineering	enginyeria	TC
experiment	experiment	TC
extensive property	magnitud extensiva	AnQ, QG
extract	extreure	WR-OM
fiber-optic cable	cable de fibra òptica	TC
field	camp	TC
foil	làmina	TC
foot	peu	OM-TC
formulation	formulació	WR-OM
global warming	escalfament global	TC
gram	gram	TC
heat	calor	TC
heterogeneous	heterogeni	TC
homogeneous	homogeni	TC
hour	hora	OM

hydrogen	hidrogen	Voc UB
hypothesis	hipòtesi	TC
inch	polzada	TC
inorganic chemist	químic inorgànic	TC
intensive property	magnitud intensiva	AnQ, QG
kelvin (K)	kelvin (K)	TC
kilogram	kilogram o quilogram	TC
lead	plom	TC
length	longitud	TC
liquid	líquid	TC
liter	litre	TC
luminous intensity	intensitat lluminosa	TC
mass	massa	TC
matter	matèria	TC
measure	mesurar	TC
measurement	mesura	WR-OM
medicine	medicina	TC
melt	fondre	TC
meter	metre	TC
method	mètode	TC
milliliter	mil·lilitre	TC
mixture	mescla	TC
mole	mol	TC
molecule	molècula	TC
natural law	lleis naturals	TC
nonhazardous	segur	WR-OM
observation	observació	WR-OM
organic chemist	químic orgànic	TC
ozone layer	capa d'ozó	TC
percent	percentatge	TC
percent composition	composició percentual	WR-OM
pharmaceuticals	medicament	WR-TC
pharmacology	farmacologia	TC

physical chemist	químic físic	TC
physics	física	TC
pollution	contaminació	TC
precision	precisió	TC
principle	principi	TC
procedure	procediment	TC
property	propietat	TC
proportion	proporció	TC
proportion	proporció	TC
random error	error aleatori	TC
ratio	raó	TC
reaction	reacció	TC
salt	sal	TC
sample	mostra	TC
second	segon	OM
shape	forma	WR-OM
smog	boirum	TC
sodium	sodi	Voc UB
sodium chloride	clorur de sodi	TC
solid	sòlid	TC
solution	dissolució	TC
structure	estructura	TC
substance	substància	TC
substance	substància	WR-OM
surface	superfície	TC
synthesize	sintetitzar	TC
systematic	sistemàtic/a	TC
systematic error	error sistemàtic	TC
technique	tècnica	TC
temperature	temperatura	OM
theory	teoria	TC
thickness	gruix	TC
time	temps	OM

toxic	tòxic	OM
transistor	transistor	TC
uncertainty	incertesa	TC
velocity	velocitat	TC
volume	volum	TC
weight	pes	TC


## 9.3. TEXT ORIGINAL

En aquest annex podem veure les pàgines originals del primer capítol de *General Chemistry* amb les quals hem treballat en el present Treball de Fi de Grau. Els apartats traduïts en aquesta proposta, que pretenen oferir una visió general significativa dels diferents apartats del capítol, es troben emmarcats en roig.

# 1 Matter—Its Properties and Measurement

### Contents

- 1-1 The Scope of Chemistry
- 1-2 The Scientific Method
- 1-3 Properties of Matter
- 1-4 Classification of Matter
- 1-5 Measurement of Matter: SI (Metric) Units
- 1-6 Density and Percent Composition: Their Use in Problem Solving
- 1-7 Uncertainties in Scientific Measurements
- 1-8 Significant Figures
- *Focus On The Scientific Method at Work: Polywater*



The restoration of art objects, such as this painting by Raphael, is based in large measure on the physical and chemical properties of materials.

**I**n the last few decades, the general public has become increasingly aware of chemistry because of environmental issues such as acid rain and destruction of the ozone layer. Popular accounts, however, do not usually provide much depth of understanding of the basic principles involved, although these principles are needed when applying chemical knowledge to real-world problems. Mastering the principles of chemistry requires a systematic approach to the subject. In this chapter, you will be introduced to some of the basic terminology of chemistry as well as some general methods for making chemical measurements and expressing their results. You may be familiar with some of this material from your earlier studies.

1



▲ Dr. Susan Solomon, a chemist and Head Project Scientist of the National Ozone Expedition to Antarctica in 1986–1987, is one of the world's leading experts in the interdisciplinary study of stratospheric ozone depletion.



▲ As a biochemist, Percy Julian (1899–1975) developed a number of pharmaceuticals based on soybean extracts. An early accomplishment was a treatment for glaucoma. Eventually, Dr. Julian founded his own company where treatments for arthritis and other conditions were developed.

## 1-1 The Scope of Chemistry

Chemistry is the study of matter, which includes us and everything around us. Many of our activities involve chemical reactions—changes from one chemical substance to another. Food that we cook undergoes chemical change, and after we have eaten it, our bodies carry out complex chemical reactions to extract nutrients that can be used by our bodies. The gasoline that fuels automobiles is a mixture of dozens of different chemicals. The burning of this mixture provides the energy that propels the automobile. Unfortunately, some of the substances produced in the combustion of gasoline are involved in the formation of smog. Paradoxically, although many of the environmental problems that beset modern society are of a chemical origin, the methods of controlling and correcting these problems are also largely of a chemical nature. In many ways, chemistry touches everyone.

Chemistry is sometimes called the central science because it relates to so many other fields of science and to so many areas of human endeavor. Chemists who develop new materials to improve electronic devices—such as solar cells, transistors, and fiber-optic cables—work at the interfaces of chemistry with physics and engineering. Those who develop new pharmaceuticals for use against cancer or AIDS work at the interfaces of chemistry with pharmacology and medicine. Biochemists are interested in the chemical processes that occur in living organisms. Physical chemists work with fundamental principles of physics and chemistry in an attempt to answer the basic questions that apply to all of chemistry: Why do some substances react with one another but others do not? How fast will a particular chemical reaction occur? How much useful energy can be extracted from a chemical reaction? Analytical chemists study ways to separate and identify chemical substances. Many of the techniques developed by analytical chemists are used extensively by environmental scientists. Organic chemists focus their attention on substances that contain carbon and hydrogen in combination with a few other elements. The vast majority of substances are organic chemicals. For example, living cells consist of water and organic chemicals with a small amount of various salts. Inorganic chemists focus on most of the elements other than carbon, though the fields of organic and inorganic chemistry overlap in some ways.

Although chemistry is a mature science, its landscape is dotted with unanswered questions and challenges. Modern technology calls for new materials with unusual properties, and chemists must devise methods of producing these materials. Modern medicine needs drugs to perform specific tasks in the human body, and chemists must design strategies to synthesize these drugs from relatively simple starting materials. Society requires improved methods of pollution control, substitutes for scarce materials, nonhazardous means of disposing of toxic wastes, and more efficient ways to extract energy from fuels. Chemists work in all these areas.

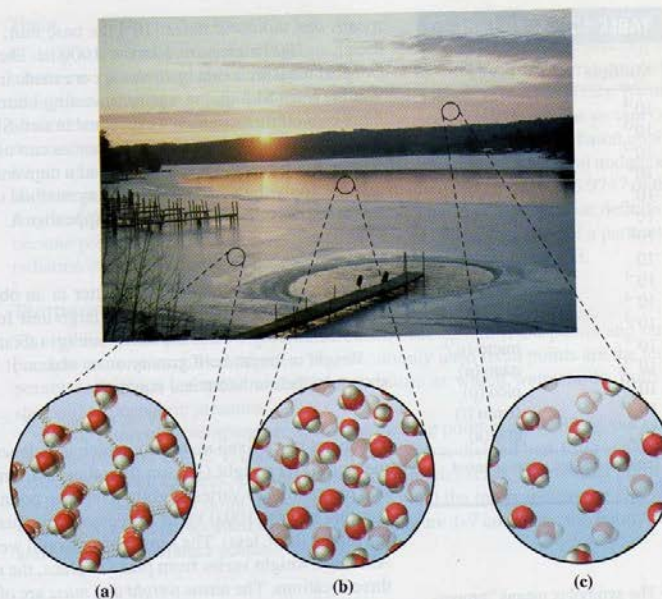
Progress in science depends on the way scientists do their work—asking the right questions, designing the correct experiments to supply the right answers, and formulating plausible explanations of their findings. Let's look further into this scientific method.

## 1-2 The Scientific Method

Science differs from other fields of study in the *method* that scientists use to acquire knowledge and the special significance of this knowledge. Scientific knowledge can be used to explain natural phenomena and, at times, to *predict* future events.

The ancient Greeks developed some powerful methods of acquiring knowledge, particularly in mathematics. The Greek approach was to start with certain basic assumptions or premises. Then, by the method known as *deduction*, certain conclu-

Phases of Water  
animation



▲ FIGURE 1-6 Macroscopic and microscopic views of matter

The picture shows a frozen pond with the three states of water as we perceive them macroscopically—(a) ice (solid water), (b) liquid water, and (c) gaseous water. The circular insets show how chemists conceive of these states of matter microscopically. In ice (solid water), the structure consists of rather closely packed water molecules, each molecule consisting of one oxygen and two hydrogen atoms. In liquid water, the units are mobile water molecules. The gaseous form of water is made up of widely separated water molecules.

TABLE 1.1 SI Base Quantities

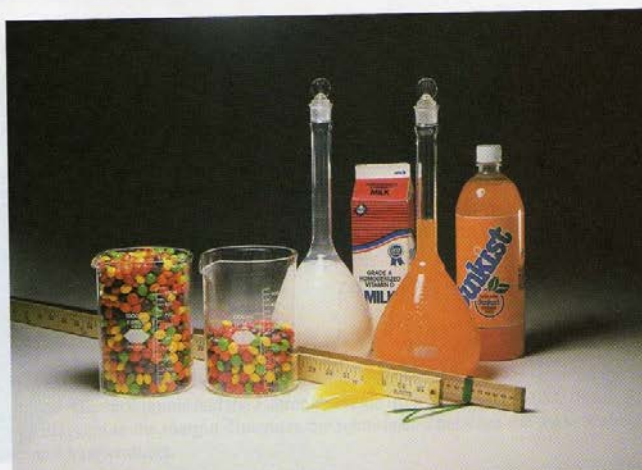
Physical Quantity	Unit	Abbreviation
Length	meter <sup>a</sup>	m
Mass	kilogram	kg
Time	second	s
Temperature	kelvin	K
Amount of substance <sup>b</sup>	mole	mol
Electric current <sup>c</sup>	ampere	A
Luminous intensity <sup>d</sup>	candela	cd

<sup>a</sup>The official spelling of this unit is "metre," but we will use the more common American spelling.

<sup>b</sup>The mole is introduced in Section 2-7.

<sup>c</sup>Electric current is described in Appendix B and in Chapter 21.

<sup>d</sup>Luminous intensity is not discussed in this text.



▲ FIGURE 1-9 Some familiar non-SI and SI units compared

The green ribbon is 1 cm wide and is wrapped around a stick that is 1 m long. The yellow ribbon is 1 inch (in.) wide and is wrapped around a stick 1 yard (yd) long. The meterstick is about 10% longer than the yardstick (1 in. = 2.54 cm, *exactly*). Of the two identical beakers, the beaker on the left contains 1 kg of candy and the one on the right, 1 pound (lb) (1 lb = 0.4536 kg = 453.6 g). The two identical volumetric flasks hold 1 L when filled to the mark. The flask on the left and the carton behind it each contain 1 quart (qt) of milk. The flask on the right and the bottle behind it each contain 1 L of orange soda (1 qt = 0.9464 L).

book, we will not routinely use these non-SI units, but we will occasionally introduce them in examples and end-of-chapter exercises. In such cases, any necessary relationships between non-SI and SI units will be given or can be found on the inside back cover. Figure 1-9 may help you to develop a frame of reference between some non-SI and SI units.

### 1-6 Density and Percent Composition: Their Use in Problem Solving

Throughout this text, we will encounter new concepts about the structure and behavior of matter. One means of firming up our understanding of some of these concepts is to work problems relating concepts that we already know to those we are trying to understand. In this section, we will introduce two quantities frequently required in problem solving: density and percent composition.

#### Density

Here is an old riddle: “What weighs more, a ton of bricks or a ton of feathers?” If you answer that they weigh the same, you demonstrate a clear understanding of the meaning of mass—a measure of a quantity of matter. Anyone who answers that the bricks weigh more than the feathers has confused the concepts of mass and



density. Matter in a brick is more concentrated than in a feather—that is, the matter in a brick is confined to a smaller volume. Bricks are more dense than feathers. **Density** is the ratio of mass to volume.

$$\text{density } (d) = \frac{\text{mass } (m)}{\text{volume } (V)} \quad (1.2)$$

Mass and volume are both extensive properties. An **extensive property** depends on the quantity of matter observed. However, if we divide the mass of a substance by its volume, we obtain density, an intensive property. An **intensive property** is independent of the amount of matter observed. Thus, the density of pure water at 25 °C has a unique value, whether the sample fills a small beaker or a swimming pool. Intensive properties are especially useful in chemical studies because they can often be used to identify substances.

The SI base units of mass and volume are kilograms and cubic meters, respectively, but in practice, chemists generally express mass in grams and volume in cubic centimeters or milliliters. The most commonly encountered density unit is grams per cubic centimeter ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) or the identical grams per milliliter ( $\text{g}/\text{mL}$ ).

The mass of 1.000 L of water at 4 °C is 1.000 kg. The density of water at 4 °C is 1000 g/1000 mL, or 1.000 g/mL. At 20 °C, the density of water is 0.9982 g/mL. *Density is a function of temperature* because volume varies with temperature, whereas mass remains constant. One reason that global warming is a concern is because if the average temperature of seawater increases, the seawater will become less dense. The volume of seawater must increase and sea level will rise—all before any ice melts at the polar caps.

In addition to temperature, the state of matter affects the density of a substance. In general, solids are denser than liquids and both are denser than gases. There are significant overlaps, however. Following are the ranges of values generally observed for densities; this information should prove useful in solving problems.

- Solid densities: from about 0.2  $\text{g}/\text{cm}^3$  to 20  $\text{g}/\text{cm}^3$
- Liquid densities: from about 0.5  $\text{g}/\text{mL}$  to 3–4  $\text{g}/\text{mL}$
- Gas densities: mostly in the range of a few grams per liter

In general, densities of liquids are known more precisely than those of solids (which may have imperfections in their microscopic structures). Also, densities of elements and compounds are known more precisely than densities of materials with variable compositions (such as wood or rubber).

An important consequence of the differing densities of solids and liquids is that liquids and solids of lower density will float on a liquid of higher density (as long as they do not dissolve in the higher-density liquid).

### Density in Conversion Pathways

If we measure the mass of an object and its volume, simple division gives us its density. On the other hand, if we know the density of an object, we can use density as a conversion factor to determine the object's mass or volume. For example, a cube of osmium 1.000 cm on edge weighs 22.48 g. The density of osmium (the densest of the elements) is 22.48  $\text{g}/\text{cm}^3$ . What would be the mass of a cube of osmium that is 1.25 in. on edge (1 in. = 2.54 cm)? To solve this problem, we begin by relating the volume of a cube to its length, that is,  $V = l^3$ . Then we can map out the *conversion pathway*:

in. osmium  $\longrightarrow$  cm osmium  $\longrightarrow$  cm<sup>3</sup> osmium  $\longrightarrow$  g osmium

(converts in. to cm) (converts cm to cm<sup>3</sup>) (converts cm<sup>3</sup> to g osmium)

$$? \text{ g osmium} = \left[ 1.25 \text{ in.} \times \frac{2.54 \text{ cm}}{1 \text{ in.}} \right]^3 \times \frac{22.48 \text{ g osmium}}{1 \text{ cm}^3} = 719 \text{ g osmium}$$

**KEEP IN MIND ▶**

that in a conversion pathway all units must cancel except for the desired unit in the final result (see Appendix A-5: *Using Conversion Factors*).

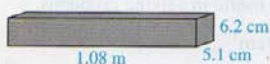
The density of mercury, the only liquid metal, is 13.5 g/mL at 25 °C. Suppose we wish to know the volume, in mL, of 1.000 kg of mercury at 25 °C. We proceed by (a) identifying the known information: 1.000 kg of mercury and  $d = 13.5 \text{ g/mL}$  (at 25 °C); (b) noting what we are trying to determine—a volume in milliliters (which we designate mL mercury); and (c) looking for the relevant conversion factors. Outlining the conversion pathway will help us find these conversion factors:

kg mercury  $\longrightarrow$  g mercury  $\longrightarrow$  mL mercury

We need the factor 1000 g/kg to convert from kilograms to grams. Density provides the factor to convert from mass to volume. But in this instance, we need to use density in the inverted form. That is,

$$? \text{ mL mercury} = 1.000 \text{ kg} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ mL mercury}}{13.5 \text{ g}} = 74.1 \text{ mL mercury}$$

Examples 1-2 and 1-3 further illustrate that numerical calculations involving density are generally of two types: determining density from mass and volume measurements and using density as a conversion factor to relate mass and volume.



**▲ FIGURE 1-10**  
Measuring the volume of a regularly shaped object—**Example 1-2 visualized**

The volume of the rectangular solid is the product of its length, width, and height:  
 $V = l \times w \times h$ .



Density activity

**EXAMPLE 1-2**

*Calculating the Density of an Object from Its Mass and Volume.* The block of wood pictured in Figure 1-10 has a mass of 2.52 kg. What is the density of the wood in grams per cubic centimeter?

**Solution**

To determine density, we need to know a mass and the corresponding volume. We are given the mass, which we can easily convert from kilograms to grams, and to calculate the volume of the rectangular block, we can use the geometric formula in Figure 1-10. First, however, we must change the length from meters to centimeters.

$$l = 1.08 \text{ m} \times \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} = 108 \text{ cm}$$

Now we can calculate the volume in cubic centimeters.

$$V = 108 \text{ cm} \times 5.1 \text{ cm} \times 6.2 \text{ cm} = 3400 \text{ cm}^3$$

The mass of the block, expressed in grams, is

$$m = 2.52 \text{ kg} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} = 2520 \text{ g}$$

The density of the wood is

$$d = \frac{m}{V} = \frac{2520 \text{ g}}{3400 \text{ cm}^3} = 0.74 \text{ g/cm}^3$$

**Check:** Note that if we had mistakenly taken the mass as 2.52 g, the result would be  $d = 7.4 \times 10^{-4} \text{ g/cm}^3$ . If we had taken the length as 1.08 cm, the result would be  $d = 74 \text{ g/cm}^3$ . Both values are well outside the range of densities expected for a solid.

**Practice Example A:** To determine the density of trichloroethylene, a liquid used to degrease electronic components, a flask is first weighed empty (108.6 g). Then it is filled with 125 mL of the trichloroethylene to give a total mass of 291.4 g. What is the density of trichloroethylene in grams per milliliter?

**Practice Example B:** A graduated cylinder contains 33.8 mL of water. A stone with a mass of 28.4 g is placed in the cylinder. The new level of water in the cylinder is 44.1 mL. What is the density of the stone?

### EXAMPLE 1-3

*Calculating the Mass of a Liquid from Its Volume and Density* What is the mass of a 275-mL sample of ethanol (ethyl alcohol) at 20 °C? The density of ethanol at 20 °C is 0.789 g/mL.

#### Solution

Multiplying the volume of liquid by its density (the conversion factor) gives us our result.

$$? \text{ g ethanol} = 275 \text{ mL ethanol} \times \frac{0.789 \text{ g ethanol}}{1 \text{ mL ethanol}} = 217 \text{ g ethanol}$$

**Practice Example A:** What is the mass of 125 mL of a sugar solution (sucrose in water) that has a density of 1.081 g/mL at 20 °C?

**Practice Example B:** What is the volume, in liters, occupied by 50.0 kg ethanol at 20 °C? The density of ethanol at 20 °C is 0.789 g/mL.

### Percent as a Conversion Factor

In Section 1-3, we described composition as an identifying characteristic of a sample of matter. A common way of referring to composition is through percentages. The Latin word *centum* means 100. **Percent** (*percentum*) is the number of parts of a constituent in 100 parts of the whole. To say that a seawater sample contains 3.5% sodium chloride by mass means there is 3.5 g of sodium chloride in every 100 g of the seawater. We make the statement in terms of grams because we are talking about percent *by mass*. We can express this percent by writing the following ratios.

$$\frac{3.5 \text{ g sodium chloride}}{100 \text{ g seawater}} \quad \text{and} \quad \frac{100 \text{ g seawater}}{3.5 \text{ g sodium chloride}} \quad (1.3)$$

In Example 1-4, we will use this type of ratio as a conversion factor.

### EXAMPLE 1-4

*Using Percent as a Conversion Factor* A 75-g sample of sodium chloride (table salt) is to be produced by evaporating to dryness a quantity of seawater containing 3.5% sodium chloride by mass. How many *liters* of seawater must be taken for this purpose? Assume a density of 1.03 g/mL for seawater.

#### Solution

To convert from grams of sodium chloride to grams of seawater, we need the conversion factor with grams of seawater in the numerator and grams of sodium chloride in the denominator. In addition, we need to make the conversions g seawater  $\rightarrow$  mL seawater  $\rightarrow$  L seawater.

$$\begin{aligned} ? \text{ L seawater} &= 75 \text{ g sodium chloride} \times \frac{100 \text{ g-seawater}}{3.5 \text{ g sodium-chloride}} \\ &\times \frac{1 \text{ mL seawater}}{1.03 \text{ g-seawater}} \times \frac{1 \text{ L seawater}}{1000 \text{ mL-seawater}} \\ &= 2.1 \text{ L seawater} \end{aligned}$$

**Practice Example A:** How many kilograms of ethanol are present in 25 L of a gasohol solution that is 90% gasoline–10% ethanol by mass? The density of the gasohol is 0.71 g/mL.

**Practice Example B:** Common rubbing alcohol is a solution of 70.0% isopropyl alcohol by mass in water. If a 25.0-mL sample of rubbing alcohol contains 15.0 g of isopropyl alcohol, what is the density of the rubbing alcohol?



### Are You Wondering ...

**In doing a problem with percentages, when to multiply and when to divide?**

A common way of dealing with a percentage is to convert it to decimal form (3.5% becomes 0.035) and then to multiply or divide by this decimal. Students sometimes can't decide which to do. Expressing percentage as a conversion factor and using it to produce a cancellation of units of physical quantities gets around this difficulty. Also, remember that

- The quantity of a *component* must always be *less* than the quantity of the whole mixture. (*Multiply by percentage.*)
- The quantity of a *mixture* must always be *greater* than the quantity of any of its components. (*Divide by percentage.*)

If, in Example 1-4, we had not been careful about the cancellation of units and had multiplied by percentage (3.5/100) instead of dividing by it (100/3.5), we would have gotten the numerical answer  $2.5 \times 10^{-3}$ . This would be a 2.5-mL sample of seawater, weighing about 2.5 g. Clearly, a sample of seawater that *contains* 75 g of sodium chloride must have a mass *greater than* 75 g.

#### KEEP IN MIND

that a numerical answer that defies common sense is probably wrong. ►

## 1-7 Uncertainties in Scientific Measurements

All measurements are subject to error. To some extent, measuring instruments have built-in, or inherent, errors, called **systematic errors**. (For example, a kitchen scale might consistently yield results that are 25 g too high or a thermometer a reading that is 2° too low.) Limitations in an experimenter's skill or ability to read a scientific instrument also lead to errors and give results that may be either too high or too low. Such errors are called **random errors**.

**Precision** refers to the degree of reproducibility of a measured quantity—that is, the closeness of agreement when the same quantity is measured several times. The precision of a series of measurements is *high* (or good) if each of a series of measurements deviates by only a small amount from the average. Conversely, if there is wide deviation among the measurements, the precision is *poor* (or low). **Accuracy** refers to how close a measured value is to the accepted, or real, value. High-precision measurements are not always accurate—a large systematic error could be present. Still, it is likely that measurements of high precision are more accurate than those of low precision.

## Summary

Matter is classified as either a substance (element or compound) or a mixture (homogeneous or heterogeneous) and in a certain state (solid, liquid, or gas). Chemistry is the study of the structure and properties of matter and how these may be changed by physical or chemical means. Like other branches of science, chemistry makes use of the scientific method, a series of activities involving observations and experimentation that culminate in the expression of natural laws and theories to explain and predict natural phenomena.

The system of measurement used in science is called SI. Four of the fundamental, or base, quantities in SI are length, mass, time, and temperature. Other quantities described in the chap-

ter have derived units, such as volume, expressed through the unit (length)<sup>3</sup>. When measuring a property of matter, the precision of the measurement needs to be shown. This is done through the proper use of significant figures. Moreover, calculations must be performed so that the calculated result is stated no more precisely than warranted by the measured quantities.

The method of problem solving employed in this chapter, called the conversion factor method, is described in detail in Appendix A. Many of the conversion factors introduced are based on relationships among SI units or between SI and non-SI units. Also used as conversion factors are density and percent composition.

## Integrative Example

Methanol (methyl alcohol or wood alcohol) is a potential automotive fuel, either in pure form or mixed with gasoline. Some fleet vehicles, such as municipal buses, have been modified to burn methanol-containing fuels. These fuels are also used by some race cars.

An automobile modified to use a mixture of 85.0% methanol and 15.0% gasoline by mass gets 25.5 mi/gal. The fuel has a density of 0.775 g/mL. How many kilograms of methanol does the auto consume in a trip of 808 km?

1. *Convert the trip length from kilometers to miles.* This can be a single-step conversion if a conversion factor between kilometers and miles is available. Alternatively, a lengthier, but just as acceptable, pathway of conversions can be used, such as km  $\rightarrow$  m  $\rightarrow$  cm  $\rightarrow$  in.  $\rightarrow$  ft  $\rightarrow$  mi.

$$\begin{aligned} ? \text{ mi} &= 808 \text{ km} \times \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \times \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} \\ &\times \frac{1 \text{ in.}}{2.54 \text{ cm}} \times \frac{1 \text{ ft}}{12 \text{ in.}} \times \frac{1 \text{ mi}}{5280 \text{ ft}} \\ &= 502 \text{ mi} \end{aligned}$$

2. *Determine the volume of fuel consumed, in gallons.* The fuel mileage can be expressed as the conversion factor

1 gal/25.5 mi. Then take the product of this factor and the distance from step 1.

$$? \text{ gal} = 502 \text{ mi} \times \frac{1 \text{ gal}}{25.5 \text{ mi}} = 19.7 \text{ gal}$$

3. *Convert the volume of fuel to mass of fuel.* Convert 19.7 gal to an equivalent volume in milliliters (for example, gal  $\rightarrow$  qt  $\rightarrow$  L  $\rightarrow$  mL). Then multiply by the density of the fuel.

$$\begin{aligned} ? \text{ g fuel} &= 19.7 \text{ gal} \times \frac{4 \text{ qt}}{1 \text{ gal}} \times \frac{0.9464 \text{ L}}{1 \text{ qt}} \\ &\times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} \times \frac{0.775 \text{ g fuel}}{1 \text{ mL}} \\ &= 5.78 \times 10^4 \text{ g fuel} \end{aligned}$$

4. *Determine the mass of methanol in the fuel.* Multiply the result of step 3 by the percent composition of the fuel, that is, by the conversion factor 85.0 g methanol/100.0 g fuel.

$$\begin{aligned} ? \text{ kg methanol} &= 5.78 \times 10^4 \text{ g-fuel} \\ &\times \frac{85.0 \text{ g-methanol}}{100 \text{ g-fuel}} \times \frac{1 \text{ kg-methanol}}{1000 \text{ g-methanol}} \\ &= 49.1 \text{ kg methanol} \end{aligned}$$

## Key Terms (see Glossary for definitions of these terms)

accuracy (1-7)

atom (1-4)

chemical change (reaction) (1-3)

chemical property (1-3)

composition (1-3)

compound (1-4)

density (1-6)

element (1-4)

extensive property (1-6)

gas (1-4)

heterogeneous mixture (1-4)

homogeneous mixture (solution) (1-4)

hypothesis (1-2)

intensive property (1-6)

liquid (1-4)

mass (1-5)

matter (1-3)

molecule (1-4)

natural law (1-2)

percent (1-6)

physical change (1-3)

physical property (1-3)

precision (1-7)

property (1-3)

random error (1-7)

scientific method (1-2)

significant figures (1-8)

solid (1-4)

substance (1-4)

systematic error (1-7)

theory (1-2)

28 Chapter 1 Matter—Its Properties and Measurement

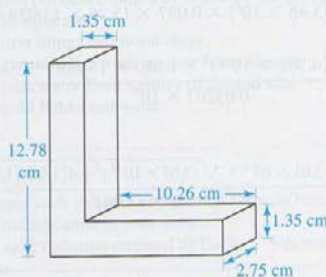
51. In SI units, land area is measured in *hectares*, defined as  $1 \times 10^4 \text{ m}^2$  (1 hectometer = 100 m). How many acres correspond to 1 hectare? ( $1 \text{ mi}^2 = 640 \text{ acres}$ ,  $1 \text{ mi} = 5280 \text{ ft}$ ,  $1 \text{ ft} = 12 \text{ in.}$ )
52. In an engineering reference book, you find that the density of iron is  $0.284 \text{ lb/in}^3$ . What is the density in  $\text{g/cm}^3$ ?
53. A typical pressure for optimal performance of automobile tires is  $32 \text{ lb/in}^2$ . What is this pressure in grams per square centimeter and kilograms per square meter?
54. The volume of a red blood cell is about  $90.0 \times 10^{-12} \text{ cm}^3$ . Assuming that red blood cells are spherical, what is the diameter of a red blood cell in inches?

Temperature Scales

55. The highest and lowest temperatures on record for San Bernardino, California, are 118 and  $17^\circ\text{F}$ , respectively. What are these temperatures on the Celsius scale?
56. We wish to mark off a thermometer in both Celsius and Fahrenheit temperatures. On the Celsius scale, the lowest temperature mark is at  $-15^\circ\text{C}$ , and the highest temperature mark is at  $60^\circ\text{C}$ . What are the equivalent Fahrenheit temperatures?
57. A home economics class is given an assignment in candy making that requires a sugar mixture to be brought to a "soft ball" stage ( $234\text{--}240^\circ\text{F}$ ). A student borrows a thermometer having a range from  $-10$  to  $110^\circ\text{C}$  from the chemistry laboratory to do this assignment. Will this thermometer serve the purpose? Explain.
58. The absolute zero of temperature is found at  $-273.15^\circ\text{C}$ . Should it be possible to achieve a temperature of  $-465^\circ\text{F}$ ? Explain.
59. You decide to establish a new temperature scale on which the melting point of mercury ( $-38.9^\circ\text{C}$ ) is  $0^\circ\text{M}$  and the boiling point of mercury ( $356.9^\circ\text{C}$ ) is  $100^\circ\text{M}$ . What would be the boiling point of water in degrees M? the temperature of absolute zero in degrees M?
60. You decide to establish a new temperature scale on which the melting point of ammonia ( $-77.75^\circ\text{C}$ ) is  $0^\circ\text{A}$  and the boiling point of ammonia ( $-33.35^\circ\text{C}$ ) is  $100^\circ\text{A}$ . What would be the boiling point of water in degrees A? the temperature of absolute zero in degrees A?

Density

61. To determine the density of acetone, a 55.0-gal drum is weighed twice. The drum weighs 75.0 lb when empty and 437.5 lb when filled with acetone. What is the density of acetone, expressed in grams per milliliter?
62. To determine the volume of an irregularly shaped glass vessel, the vessel is weighed empty (121.3 g) and when filled with carbon tetrachloride (283.2 g). What is the volume capacity of the vessel, in milliliters, given that the density of carbon tetrachloride is  $1.59 \text{ g/mL}$ ?
63. The following densities are given at  $20^\circ\text{C}$ : water,  $0.998 \text{ g/cm}^3$ ; iron,  $7.86 \text{ g/cm}^3$ ; aluminum  $2.70 \text{ g/cm}^3$ . Arrange the following items in terms of increasing mass.  
 (1) a rectangular bar of iron,  $81.5 \text{ cm} \times 2.1 \text{ cm} \times 1.6 \text{ cm}$   
 (2) a sheet of aluminum foil,  $12.12 \text{ m} \times 3.62 \text{ m} \times 0.003 \text{ cm}$   
 (3) 4.051 L of water
64. The density of aluminum is  $2.70 \text{ g/cm}^3$ . A square piece of aluminum foil, 9.0 in. on a side, is found to weigh 2.568 g. What is the thickness of this foil, in millimeters?
65. To determine the approximate mass of a small spherical shot of copper, the following experiment is performed. When 125 pieces of the shot are counted out and added to 8.4 mL of water in a graduated cylinder, the total volume becomes 8.9 mL. The density of copper is  $8.92 \text{ g/cm}^3$ . Determine the approximate mass of a single piece of shot, assuming that all the pieces are of the same dimensions.
66. The angle iron pictured here is made of steel with a density of  $7.78 \text{ g/cm}^3$ . What is the mass, in grams, of this object?



67. In normal blood, there are about  $5.4 \times 10^9$  red blood cells per milliliter. The volume of a red cell is about  $90.0 \times 10^{-12} \text{ cm}^3$ , and the density of a red cell is  $1.096 \text{ g/mL}$ . How many liters of whole blood would be needed to collect 0.5 kg of red cells?
68. A technique once used by geologists to measure the density of a mineral is to mix two dense liquids in such proportions that the mineral grains just float. When a sample of the mixture in which the mineral calcite just floats is put in a special density bottle, the weight is 15.4448 g. When empty, the bottle weighs 12.4631 g, and when filled with water, it weighs 13.5441 g. What is the density of the calcite sample? (All measurements were carried out at  $25^\circ\text{C}$ , and the density of water at  $25^\circ\text{C}$  is  $0.9970 \text{ g/mL}$ ).