

ZANICHELLI

3. Le trasformazioni fisiche della materia

ZANICHELLI

3.1 Gli stati fisici della materia sono detti stati di aggregazione

ZANICHELLI

La materia



Il mondo che ci circonda è costituito da materia. La chimica studia le proprietà della materia e dei suoi cambiamenti.

ZANICHELLI

I sistemi

- Un sistema è una porzione delimitata di materia.
- Un bicchiere d'acqua è un sistema.

Gli stati di aggregazione • 1

- La materia può esistere in tre stati fisici diversi, detti anche stati di aggregazione della materia:
 - **Stato solido**
 - **Stato liquido**
 - **Stato aeriforme (gas o vapore)**

Gli stati di aggregazione • 2

Solidi	Liquidi	Aeriformi (gas e vapori)
sale	acqua	aria
zucchero	latte	vapore acqueo: acqua che bolle, acqua che evapora
vetro: bicchieri, bottiglie, vetri delle finestre	aceto	gas per uso domestico
metalli: pentole, posate, chiavi, tubi dell'acqua, fili elettrici	aranciata	vapori odorosi di profumo, frutta, fiori, erbe aromatiche
ghiaccio	vino	anidride carbonica: spumante, bibite gassate, pasta lievitata
legno: sedie, tavoli, finestre	detersivi	gas degli accendini



ZANICHELLI

Gli stati di aggregazione • 3

Proprietà dei tre stati di aggregazione della materia

	Solido	Liquido	Aeriforme
Volume	proprio	proprio	occupa tutto il volume disponibile
Forma	propria	assume la forma del recipiente	assume la forma del recipiente
Densità	alta	media	bassa
Effetto della pressione	incomprimibile (a pressioni non elevate)	incomprimibile (a pressioni non elevate)	comprimibile

ZANICHELLI

Gli stati di aggregazione • 4

- Lo stato di aggregazione della materia dipende dalla sua **composizione**, dalla **temperatura** e dalla **pressione**.
- A 1 atmosfera il ghiaccio è un solido a temperature inferiori a 0°C.

3.2 I sistemi possono essere omogenei o eterogenei

ZANICHELLI

Sistemi omogenei o eterogenei • 1

- Si dice **fase** una porzione di materia fisicamente distinguibile e delimitata, con proprietà intensive **uniformi** in tutte le sue parti.
- L'acqua contenuta nel bicchiere è una fase.

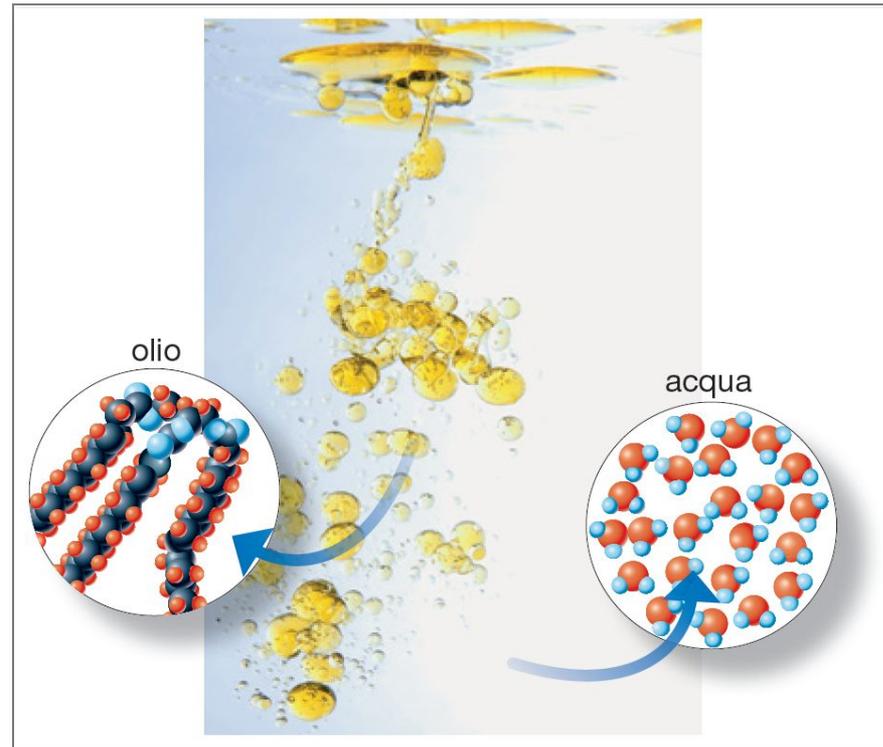
Sistemi omogenei o eterogenei • 2

- Il contenuto del bicchiere è costituito da due fasi:
 - Se nell'acqua sono contenute **bollicine gassose**
 - Se è presente **sabbia** sul fondo
 - Se è presente **olio** in superficie
- Alcune proprietà intensive (es. colore, densità) sono diverse nelle due fasi.

Sistemi omogenei o eterogenei • 3

- Un sistema **omogeneo** è costituito da una sola fase.
- Un sistema **eterogeneo** è costituito da più fasi. Un sistema eterogeneo può comunque apparire uniforme.

Sistemi omogenei o eterogenei • 4



Acqua e gas, o acqua e olio, sono sistemi **eterogenei**.

ZANICHELLI

Sistemi omogenei o eterogenei • 5



Il burro è un sistema **eterogeneo** perché contiene una parte acquosa e una oleosa.

ZANICHELLI

3.3 La materia si divide in sostanze pure e miscugli

ZANICHELLI

Sistemi puri e miscugli • 1

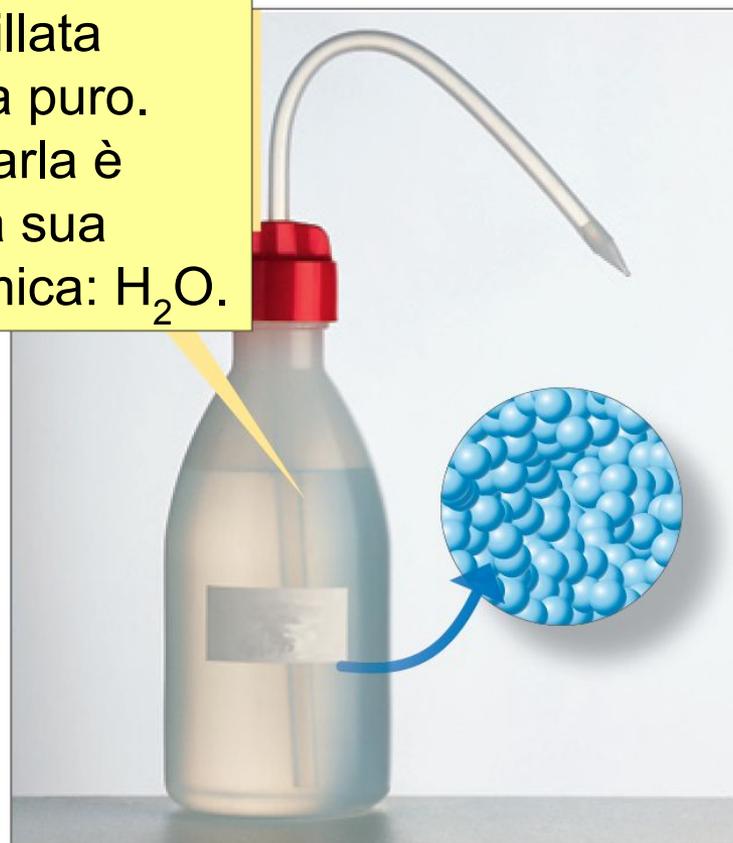
- Un sistema **puro** è formato da **una sola sostanza**, identificabile con una sola formula chimica.
- Un miscuglio contiene più sostanze.

Sistemi puri e miscugli • 2

L'acqua potabile è un miscuglio, perché è una soluzione costituita da più componenti.



L'acqua distillata è un sistema puro. Per identificarla è sufficiente la sua formula chimica: H_2O .



ZANICHELLI

Sistemi puri e miscugli • 3

- Tutte le sostanze reali sono, più o meno, impure.
- Il Silicio, semiconduttore usato nei circuiti elettronici, è puro al 99.9999%.
- Le sue proprietà elettroniche sono determinate proprio dalle impurezze.

Sistemi puri e miscugli • 4



Anche **un sistema puro** può essere **eterogeneo**.

L'acqua distillata a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ è in parte in fase solida (ghiaccio) e in parte in fase liquida; il sistema è pertanto fisicamente eterogeneo.

ZANICHELLI

Sistemi puri e miscugli • 5

- Un **sistema puro** può essere:
 - **omogeneo** (ad es. H_2O a 20°C)
 - **eterogeneo** (ad es. H_2O a 0°C)
- Un **miscuglio** può essere:
 - **omogeneo** (soluzioni: ad es. NaCl in H_2O)
 - **eterogeneo** (ad es. latte, granito)

Sistemi puri e miscugli • 6

Differenze tra sistemi omogenei e sistemi eterogenei

	Definizione	Sostanza	Miscuglio
Sistema omogeneo	è costituito da una sola fase	acqua pura, oro puro, cloruro di sodio puro	acqua di rubinetto, sale marino, acciaio, leghe metalliche
Sistema eterogeneo	è costituito da due o più fasi	acqua pura e ghiaccio	acqua e sabbia, legno, granito, latte, marmo, fumo, nebbia

Soluzioni • 1

- Un **miscuglio omogeneo** è detto **soluzione** (ad esempio NaCl e H₂O, etanolo e H₂O). La sostanza più abbondante è detta **solvente**, quelle meno abbondanti sono dette **soluti**.

Soluzioni • 2

- L'aria è una **soluzione gassosa**, di N_2 , O_2 e altri gas in percentuale minore
- L'acciaio, il bronzo e le altre leghe metalliche sono **soluzioni solide**.

Miscugli eterogenei • 1



Il granito è un
miscuglio
eterogeneo solido

ZANICHELLI

Miscugli eterogenei • 2



ZANICHELLI

Miscugli eterogenei • 3

I miscugli eterogenei possono presentare aspetti assai diversi al variare dello stato di aggregazione dei costituenti.



La panna è
una schiuma



La maionese è
un'emulsione

ZANICHELLI

Miscugli eterogenei • 4

- **Schiuma:** dispersione di un gas in un liquido (ad esempio la panna montata ha incorporato aria)
- **Nebbia:** miscuglio acqua-aria (per esempio le nubi)

Miscugli eterogenei • 5

- **Fumo:** miscuglio di un solido e un gas (il fumo dei camini contiene finissime particelle di carbone).

Miscugli eterogenei • 6

- **Emulsione:** miscuglio di liquidi immiscibili, ottenuto agitandoli energicamente (la maionese si ottiene agitando olio e tuorlo d'uovo).

Colloidi • 1

- **I colloidi** hanno caratteristiche intermedie tra quelle dei miscugli omogenei (soluzioni) e quelle dei miscugli eterogenei.

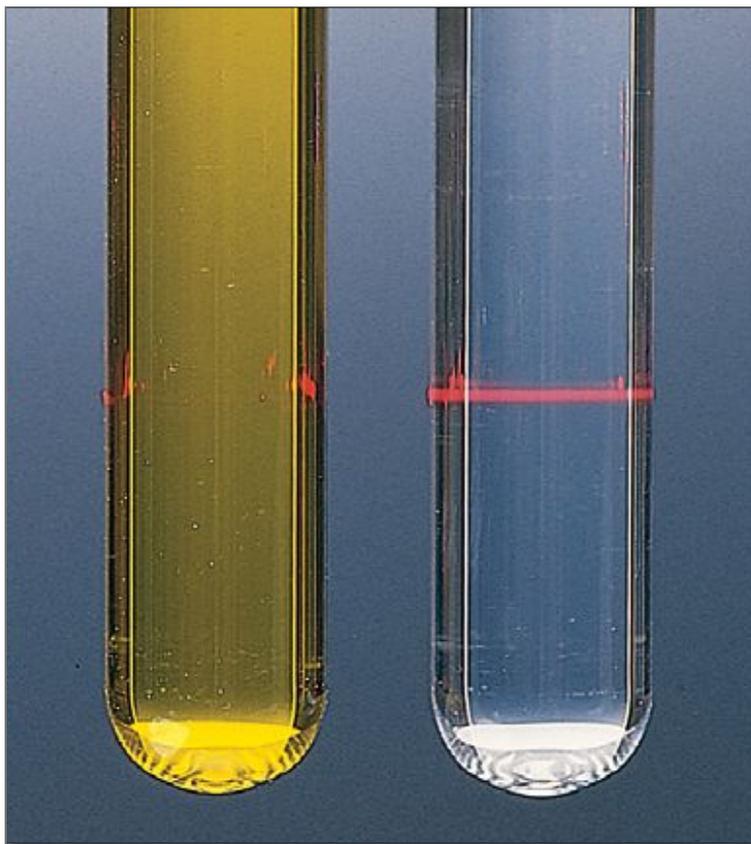
Colloidi • 2

- Sono sospensioni di **grandi particelle** (diametro tra 1 e 100 nm) in un **solvente**.
- Le particelle costituiscono la «fase dispersa», il solvente costituisce la «fase disperdente».

Colloidi • 3

- I colloidi appaiono, a prima vista, come miscugli omogenei (sono detti «pseudo soluzioni»).
- **Colloidi e soluzioni** si possono distinguere utilizzando un intenso fascio di luce.

Colloidi • 4



Effetto Tyndall:

In una soluzione le particelle di soluto sono troppo piccole per deviare il raggio.

In una dispersione colloidale, **il raggio viene deviato** dalle particelle della fase dispersa e si osserva una **luminosità diffusa**.

ZANICHELLI

Colloidi • 5

- Sono colloidi: il citosol delle cellule, l'albume delle uova, la gelatina, i budini, le caramelle gommosi.

Colloidi • 6



Con speciali procedimenti e ad alta temperatura, è possibile preparare un **aerogel**, un solido molto resistente e con bassissima densità, costituito da **aria e silice**.

ZANICHELLI

Alcuni esempi • 1

Sostanze pure omogenee	Sostanze pure eterogenee
alcol al 100%	acqua e ghiaccio 
ossigeno	ossigeno liquido in presenza di ossigeno gassoso
piombo	piombo solido immerso in piombo fuso

Alcuni esempi • 2

Miscugli omogenei	Miscugli eterogenei	Colloidi
soluzione di acqua e sale	acqua e sabbia	albume
vino limpido 	granito	gelatina
aceto limpido	latte 	budino 

ZANICHELLI

3.4 I passaggi di stato
sono variazioni dello
stato fisico

ZANICHELLI

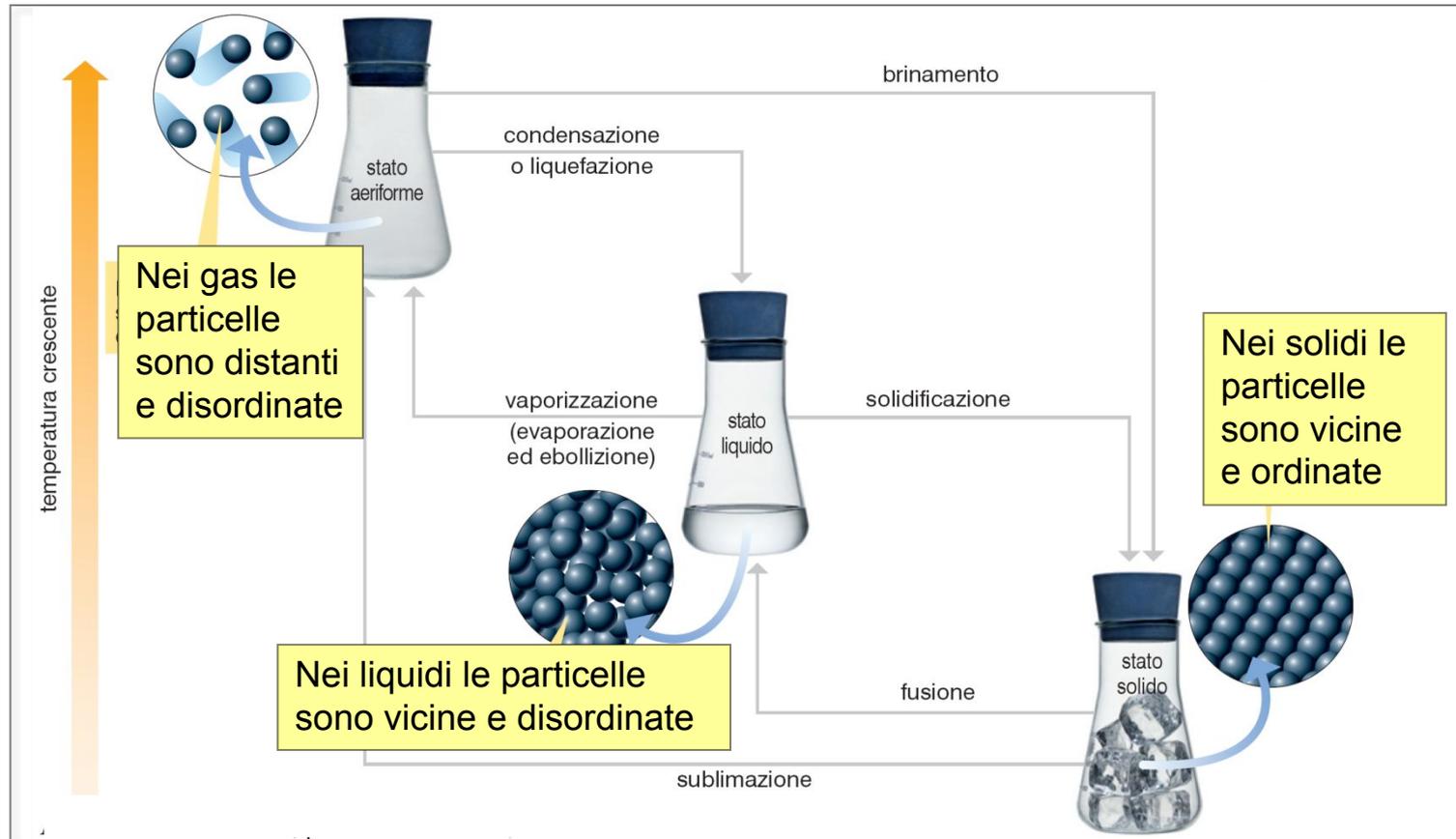
Empty rectangular box for writing.

Large grid area for calculations or drawing, divided into two columns.

Grid area at the bottom of the page, with a red background on the right side.

ZANICHELLI

I passaggi di stato • 1



I passaggi di stato • 2

- Le sostanze passano da uno stato fisico all'altro a causa di **variazioni di temperatura o pressione.**

I passaggi di stato • 3

- Ad esempio il passaggio da stato aeriforme a stato liquido è detto:
 - **condensazione** se avviene per effetto del raffreddamento,
 - **liquefazione** se avviene per effetto di un aumento di pressione.

La temperatura critica • 1

- **Gas e vapore** non sono la stessa cosa.
- Un aeriforme è:
 - un **vapore** se è al di sotto della sua temperatura critica,
 - un **gas** se è al di sopra della sua temperatura critica.

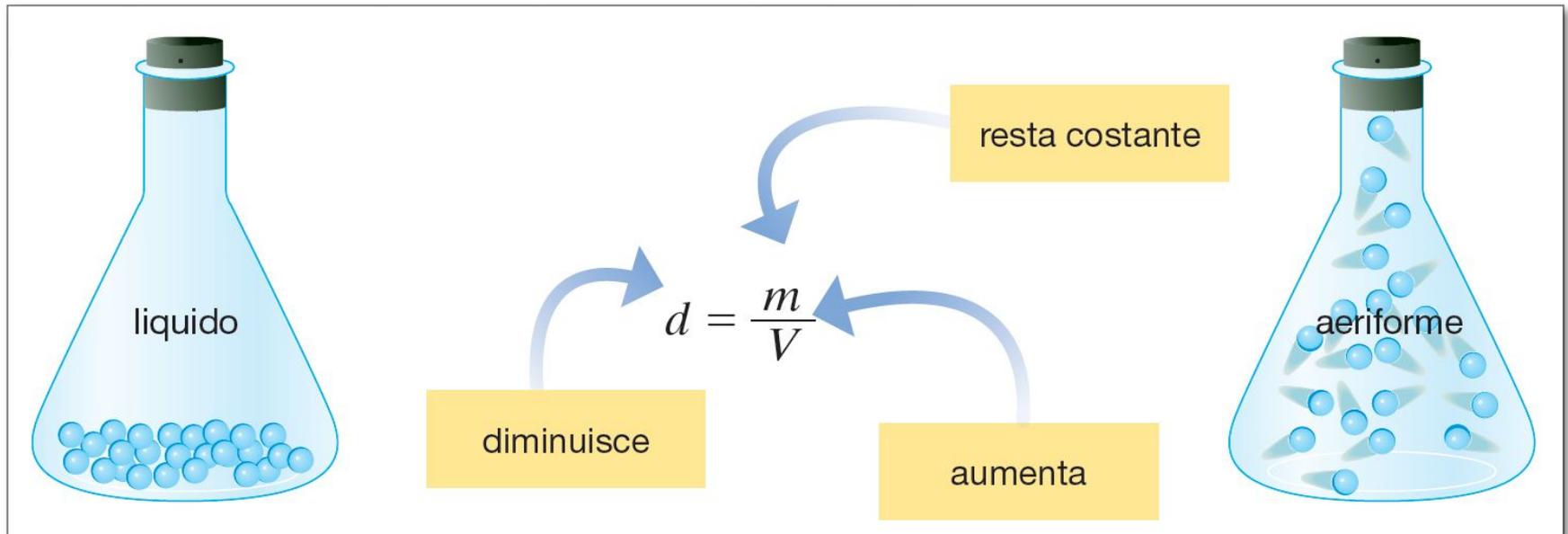
La temperatura critica • 2

- La **temperatura critica** è quella sopra la quale è impossibile liquefare il gas, anche sottoponendolo a pressioni elevatissime.

La temperatura critica • 3

- L'**ossigeno** ha $T_c = -119^\circ\text{C}$. Infatti non esiste ossigeno liquido sulla Terra.
- L'**acqua** ha $T_c = 374^\circ\text{C}$. A temperatura ambiente è liquida. A 100°C diventa un vapore.

Volume e densità • 1



Nel passaggio **da liquido ad aeriforme**, il volume aumenta e la densità diminuisce.

ZANICHELLI

Volume e densità • 2

- Nel passaggio da **liquido ad aeriforme** si ha **sempre** una diminuzione della densità.

Volume e densità • 3

- Nel passaggio da **liquido a solido**, nella maggior parte dei casi si verifica una piccola diminuzione di volume e quindi un piccolo aumento di densità.
- L'**acqua** costituisce un'importante eccezione.

Volume e densità • 4

Valori di densità dell'**acqua** allo stato solido, liquido e aeriforme

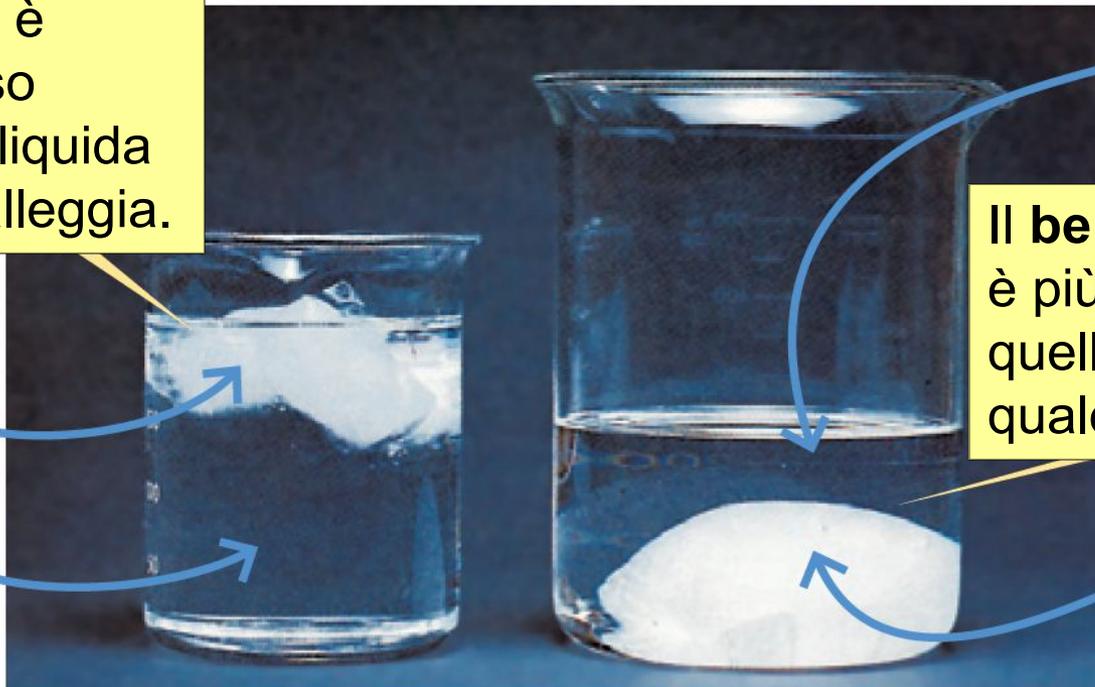
Materiale	Densità (g/cm ³)
ghiaccio (0 °C)	0,917
acqua distillata (20 °C)	0,998
vapore d'acqua (100 °C)	0,0060

Volume e densità • 5

Il ghiaccio è meno denso dell'acqua liquida e quindi galleggia.

ghiaccio

acqua



benzene liquido

Il benzene solido è più denso di quello liquido, nel quale affonda.

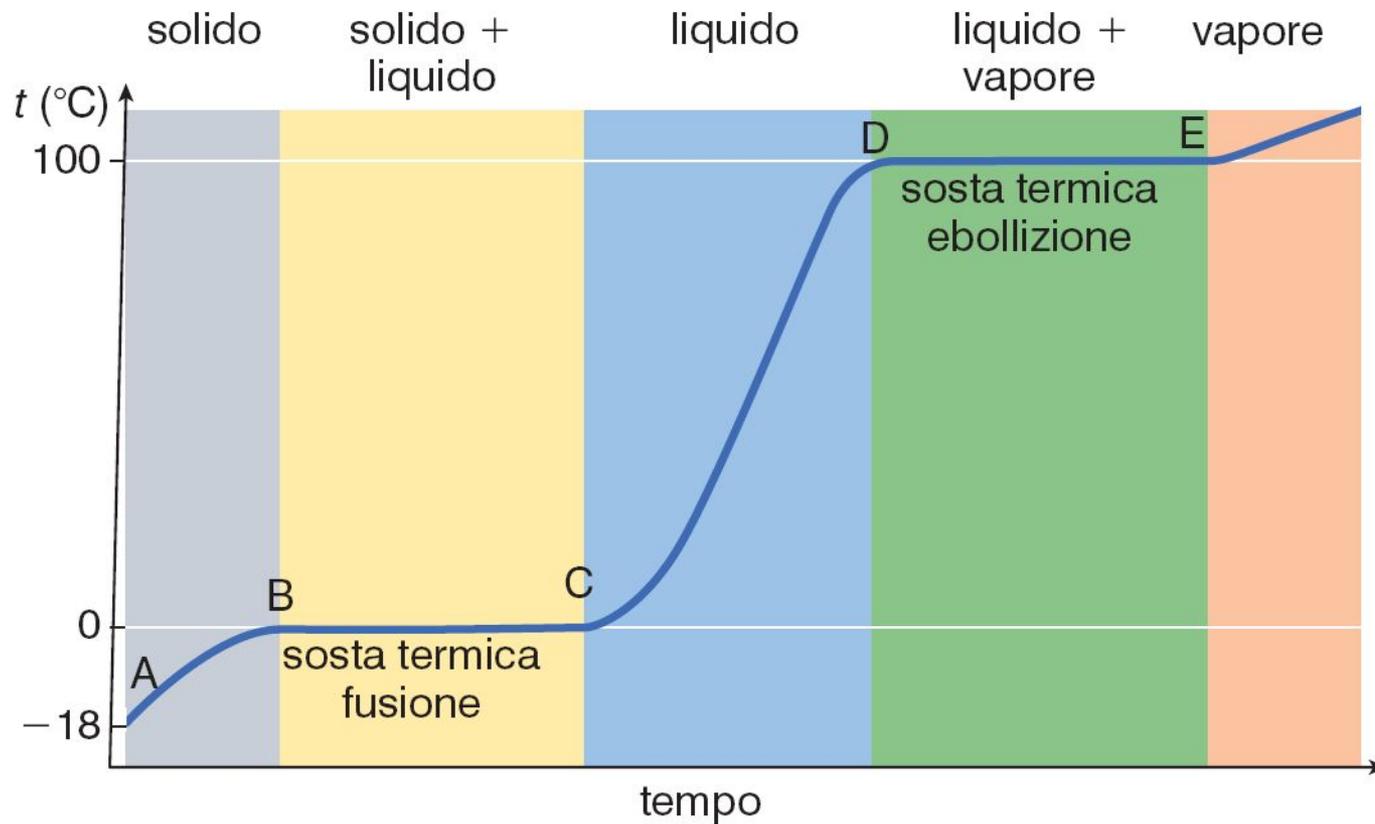
benzene solido

ZANICHELLI

Curve di riscaldamento • 1

- Poniamo nel freezer a -18°C un recipiente pieno di **acqua distillata**, con immerso un **termometro**.
- Estraiamo il recipiente con il termometro e osserviamo come varia la temperatura.

Curve di riscaldamento • 2



ZANICHELLI

Curve di riscaldamento • 3

- La temperatura alla quale coesistono acqua liquida e ghiaccio è detta **temperatura di fusione** dell'acqua.
- Il segmento B-C, detto **sosta termica**, ha una lunghezza che dipende dalla quantità di ghiaccio che deve fondere.

Curve di riscaldamento • 4

- Durante la fusione la temperatura non sale perché il **calore** che viene assorbito serve a vincere le forze di coesione del solido.
- Ogni **sostanza pura** ha la sua **temperatura di fusione** caratteristica.

Curve di riscaldamento • 5

- Se riscaldiamo il recipiente con un bunsen, a 100°C osserviamo un'altra **sosta termica**, corrispondente all'**ebollizione** dell'acqua.

Curve di riscaldamento • 6

- Il passaggio liquido-aeriforme è detto:
 - **Evaporazione** se la pressione del vapore che si forma nel liquido è **inferiore** alla pressione atmosferica.
 - **Ebollizione** se la pressione del vapore che si forma nel liquido è **superiore** alla pressione atmosferica.

Curve di riscaldamento • 7

- La temperatura a cui la pressione del vapore eguaglia la pressione atmosferica è detta **temperatura di ebollizione**.

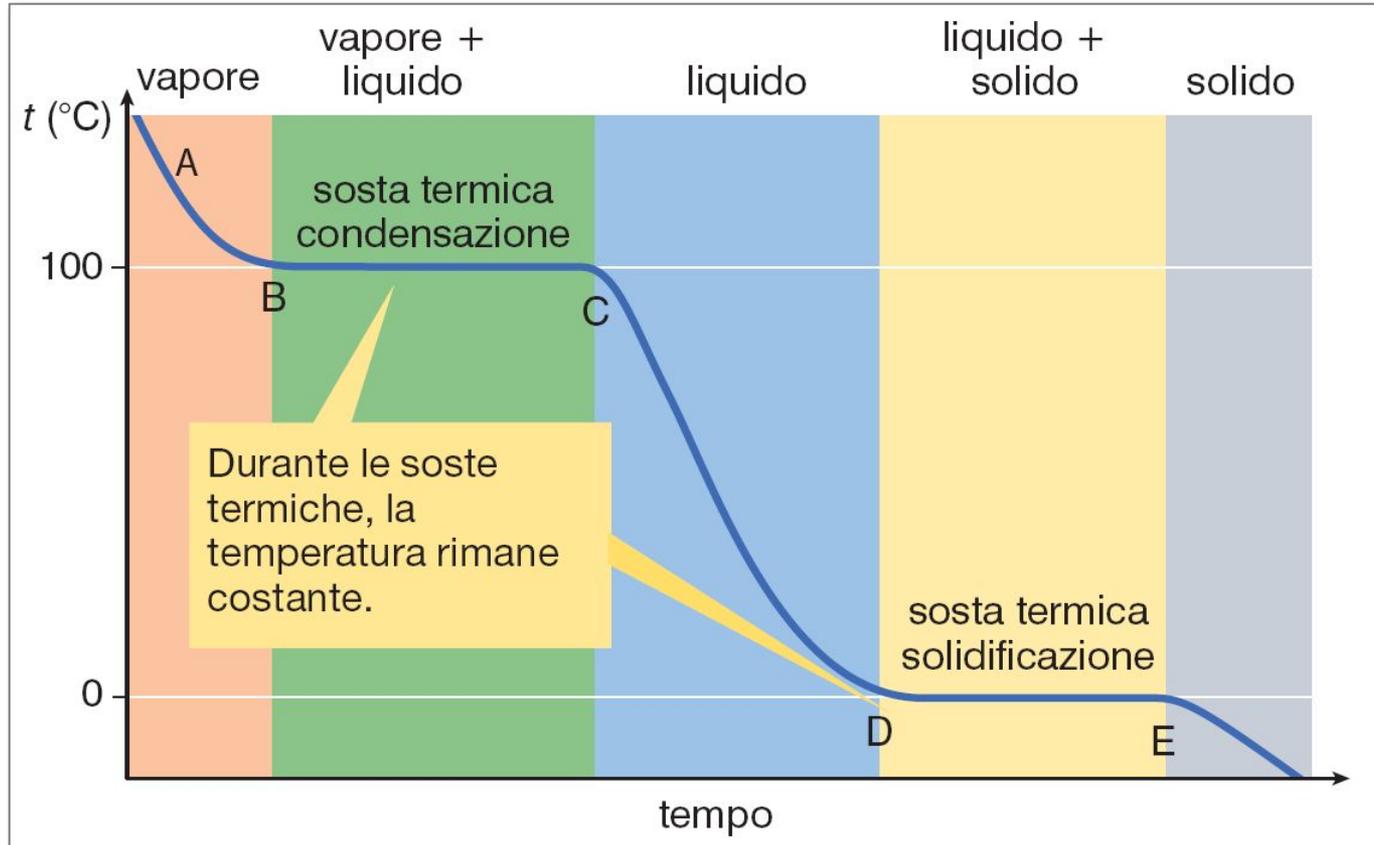
Curve di riscaldamento • 8

- La **temperatura di fusione** e quella di **ebollizione** sono proprietà intensive delle sostanze pure.
- La lunghezza delle **soste termiche** dipende invece dalla quantità di sostanza.

Curve di raffreddamento • 1

- Supponiamo di raffreddare un recipiente pieno di vapore acqueo e misurarne la temperatura.
- La **curva di raffreddamento** è inversa a quella di riscaldamento.

Curve di raffreddamento • 2



ZANICHELLI

Curve di raffreddamento • 3

- **La temperatura di condensazione è uguale alla temperatura di ebollizione se i due passaggi di stato avvengono alla stessa pressione.**

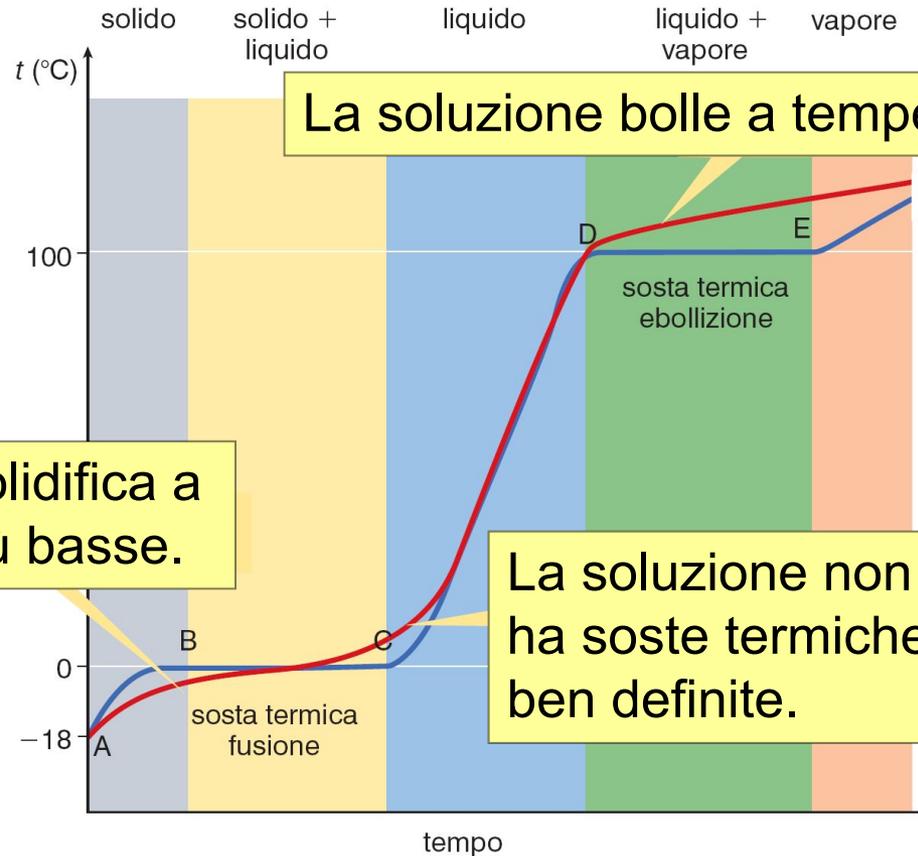
Curve di raffreddamento • 4

- **La temperatura di solidificazione è uguale alla temperatura di fusione se i due passaggi di stato avvengono alla stessa pressione.**

Riscaldamento di un miscuglio • 1

- La curva di riscaldamento di un **miscuglio** non ha soste termiche definite.

Riscaldamento di un miscuglio • 2



La soluzione solidifica a temperature più basse.

La soluzione bolle a temperature più alte.

La soluzione non ha soste termiche ben definite.

ZANICHELLI

Riscaldamento di un miscuglio • 3

- Le temperature dei passaggi di stato in una soluzione non corrispondono a quelle del solvente puro.

Riscaldamento di un miscuglio • 4

- Quanto più è concentrata la soluzione, tanto più grande è lo scostamento dalle temperature caratteristiche dei passaggi di stato del solvente puro.

Riscaldamento di un miscuglio • 5

- **La determinazione del punto di fusione** di una sostanza è quindi un metodo eccellente per verificare il suo grado di **purezza**.

Pressione e passaggi di stato • 1



L'acqua può bollire a una temperatura più bassa o più alta di 100 °C.

La temperatura di fusione e quella di ebollizione, infatti, dipendono dalla **pressione**.

ZANICHELLI

Pressione e passaggi di stato • 2

- Nella **pentola a pressione** l'acqua bolle a circa 110°C e i cibi cuociono velocemente.
- In **alta montagna** l'acqua bolle a circa 80°C e la pasta cuoce male.

Pressione e passaggi di stato • 3

- Nel passaggio **liquido-vapore** il volume aumenta di circa 1000 volte.
- La pressione esterna contrasta l'espansione, ed è necessaria una temperatura più elevata per avere l'ebollizione.

Pressione e passaggi di stato • 4

- Nel passaggio **solido-liquido** l'espansione è molto più piccola.
- Nel caso dell'acqua la fusione non è accompagnata da un'espansione ma da una contrazione del volume.

Pressione e passaggi di stato • 5



A - 1°C il ghiaccio fonde a una pressione a **133 atm**.
La pressione esercitata dalla lama del pattino fa fondere una piccola porzione di ghiaccio e permettere lo scivolamento sul velo di liquido.

ZANICHELLI

3.5 Esistono vari metodi di separazione dei miscugli

ZANICHELLI

Filtrazione

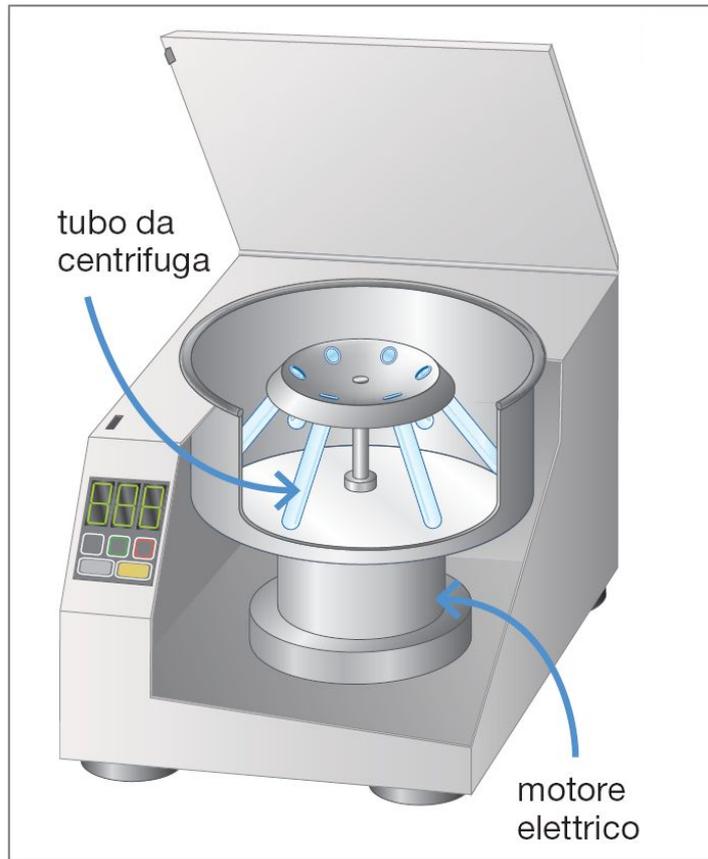


Con l'uso di opportuni filtri, è possibile separare **particelle solide più o meno grandi** da miscugli liquidi e gassosi.

La filtrazione è impiegata per separare l'acqua dai fanghi prodotti nella depurazione delle acque di scarico.

ZANICHELLI

Centrifugazione • 1



I miscugli eterogenei di liquidi o solidi con **densità diverse** possono essere separati per stratificazione (o decantazione).

La **centrifuga** fornisce accelerazioni superiori a quella di gravità, consentendo una stratificazione più rapida.

ZANICHELLI

Centrifugazione • 2

- L'**olio d'oliva**, dopo la spremitura, viene separato dall'acqua per centrifugazione.
- In **biologia** le centrifughe sono largamente usate, ad es. per separare i componenti del plasma del **sangue**.

Estrazione • 1

- L'estrazione sfrutta la **diversa affinità** dei componenti del miscuglio **per un dato solvente**.
- Se un solo componente è solubile in un solvente, può essere allontanato dal miscuglio.

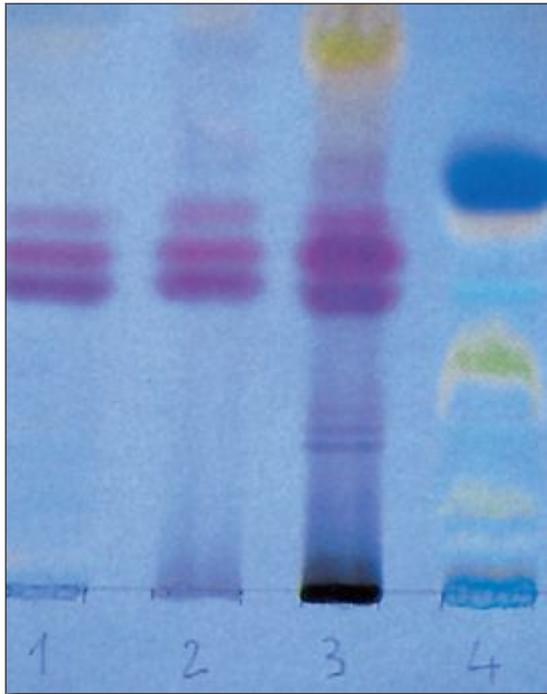
Estrazione • 2

- I **pigmenti** verdi delle foglie e quelli arancioni della carota possono essere estratti in etere di petrolio.
- **Tè e caffè** sono preparati mediante estrazione selettiva in acqua di alcuni componenti.

Cromatografia • 1

- La **cromatografia** moltiplica l'efficacia dell'estrazione.
- Il solvente, che si chiama **fase mobile**, trasporta i componenti del miscuglio attraverso una **fase fissa**.

Cromatografia • 2



Nella **cromatografia su strato sottile** la fase fissa è un sottile strato di materiale inerte (silice o allumina).

In figura: separazione di inchiostri di penna a sfera nera.

Ogni inchiostro nero è un miscuglio di sostanze colorate.

ZANICHELLI

Cromatografia • 3

- La **gascromatografia** utilizza un gas come mezzo di trasporto.
- La **cromatografia liquida ad alta risoluzione (HPLC)** utilizza come mezzo di trasporto un liquido ad alta pressione.

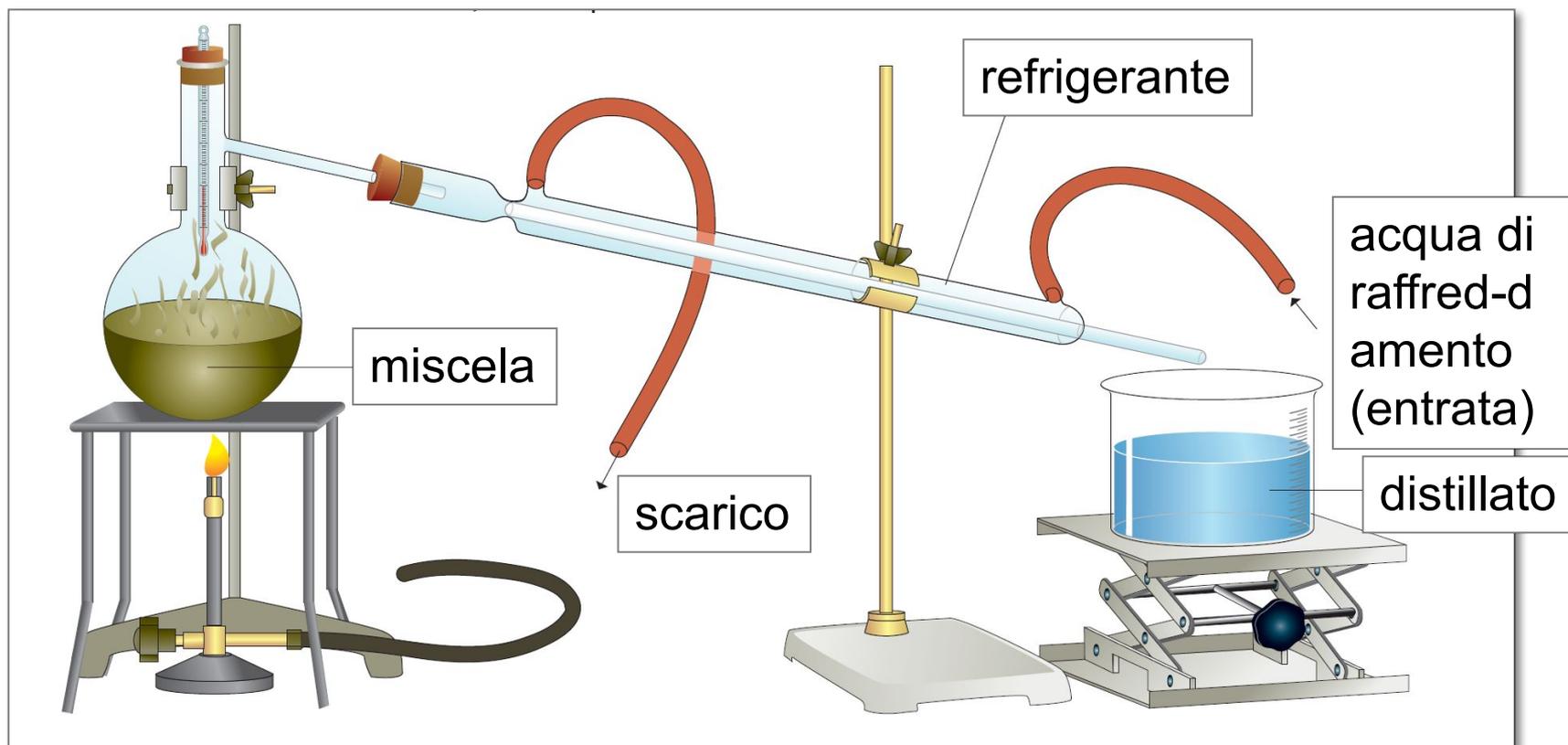
Distillazione • 1

- La **distillazione** sfrutta la diversa **volatilità** dei componenti delle miscele liquide.
- È il metodo privilegiato per la **purificazione** dei liquidi.

Distillazione • 2

- 1. La miscela bolle** in un recipiente (evaporazione)
- 2. I vapori condensano** per raffreddamento con acqua fredda (condensazione)

Distillazione • 3



ZANICHELLI

Distillazione • 4

- I **vapori** di una miscela che bolle sono più ricchi nei **componenti più volatili**.
- La condensazione di questi vapori porta a un grado più o meno elevato di purificazione.

Distillazione • 5

- La separazione è tanto più completa quanto più diversi sono i punti di ebollizione.
- Per separare miscele di liquidi con punti di ebollizione simili si utilizza la **distillazione frazionata**.

Riepilogo tecniche di separazione

Tecniche di separazione dei miscugli e proprietà fisiche interessate

Tecnica di separazione	Proprietà fisica interessata
filtrazione	dimensione delle particelle
centrifugazione	densità
cromatografia	affinità per la fase fissa e la fase mobile
distillazione	volatilità

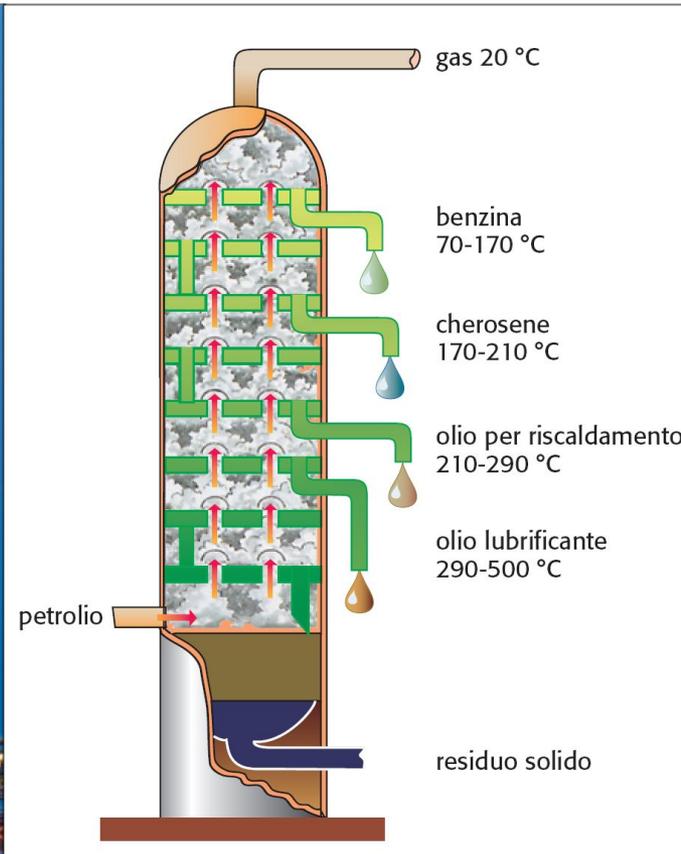
Il petrolio • 1



La **benzina** è uno dei prodotti principali della distillazione frazionata del **petrolio**.

ZANICHELLI

Il petrolio • 2



Colonne
di
fraziona-
mento

ZANICHELLI