

Le trasformazioni chimiche

ABILITÀ

- Distinguere le trasformazioni fisiche dalle trasformazioni chimiche.
- Distinguere un elemento da un composto.
- Individuare le principali caratteristiche della tavola periodica.



1. Dalle trasformazioni fisiche alle trasformazioni chimiche

Come abbiamo visto nell'unità precedente, la materia può presentarsi in tre stati di aggregazione: lo *stato solido*, lo *stato liquido* e lo *stato gassoso*.

Alcuni cambiamenti della materia sono semplici mutamenti dello stato fisico; altri consistono in variazioni delle dimensioni, dovute a espansione o a contrazione per effetto della temperatura e della pressione esterna. Tutte queste trasformazioni, che non alterano la composizione chimica di una sostanza, si chiamano **trasformazioni fisiche** o fenomeni fisici.

Le trasformazioni fisiche provocano un cambiamento fisico reversibile della materia e non producono nuove sostanze.

trasformazione fisica

L'acqua, per esempio, può passare da uno stato fisico all'altro senza diventare un'altra sostanza (Figura 3.1). Anche la dissoluzione del comune sale da cucina in acqua è una trasformazione fisica: infatti, si può ottenere nuovamente il sale per semplice evaporazione del solvente.

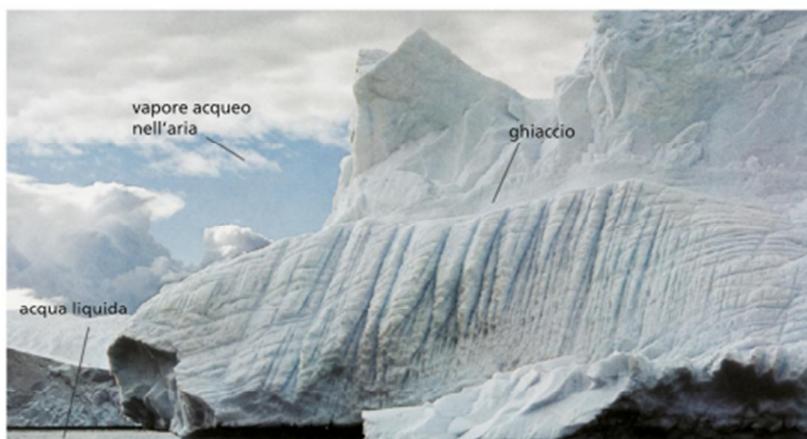


FIGURA 3.1 L'acqua subisce continuamente delle trasformazioni fisiche.

Cerchiamo ora di distinguere le trasformazioni fisiche dalle **trasformazioni chimiche** della materia, denominate anche fenomeni chimici oppure reazioni chimiche.

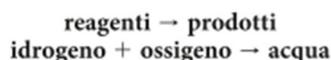
Le trasformazioni chimiche sono cambiamenti che comportano la formazione di nuove sostanze con proprietà anche molto diverse da quelle dei materiali originari.

trasformazione chimica

Le reazioni chimiche sono trasformazioni che comportano una variazione della composizione chimica delle sostanze originarie (reagenti), con formazione di nuove sostanze (prodotti).

Le trasformazioni chimiche comportano quindi la formazione di prodotti costituiti da nuove combinazioni degli elementi presenti nei reagenti. L'idrogeno e l'ossigeno, per esempio, possono reagire per formare come prodotto l'acqua, un composto chimico.

Per rappresentare una reazione chimica si scrivono a sinistra i reagenti e a destra i prodotti, collegati da una freccia:

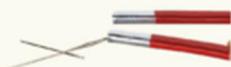
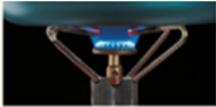

 **Chemical change**

A change producing products that differ in composition from the original substances.

La freccia spiega l'andamento della reazione e ci informa che i reagenti si trasformano nei prodotti.

Nella **Tabella 3.1** sono elencati alcuni esempi di trasformazioni fisiche e chimiche a confronto.

TABELLA 3.1 Le trasformazioni fisiche e chimiche della materia.

Trasformazioni fisiche	Trasformazioni chimiche
magnetizzazione di un ago con una calamita 	combustione del gas domestico, che si trasforma in vapore acqueo e diossido di carbonio 
ebollizione dell'acqua 	cottura di un uovo 
sublimazione dello iodio 	formazione di ruggine sugli oggetti di ferro 
dissoluzione dello zucchero in acqua 	produzione di yogurt e formaggio dal latte 
montare il bianco d'uovo 	formazione di melanina, che provoca l'abbronzatura 

I materiali complessi, come gli alberi, i fiori e la frutta, si ottengono da materiali più semplici attraverso una lunga serie di reazioni chimiche. Anche il petrolio si è formato milioni di anni fa attraverso complicate reazioni chimiche. Tutte le trasformazioni del cibo che ingeriamo sono di natura chimica, come anche la combustione di una candela (Figura 3.2).

In quali casi possiamo dire che c'è stata una reazione? Questa affermazione è possibile se la trasformazione che osserviamo comporta:

1. la formazione di bollicine;
2. un cambiamento di colore;
3. la formazione o la scomparsa di un solido;
4. il riscaldamento o il raffreddamento del recipiente in cui avviene la reazione, senza che sia stato fornito o sottratto calore dall'esterno;
5. il cambiamento di odore.

Se si verifica uno di questi fenomeni, possiamo ritenere con buona approssimazione che ci sia stata una reazione e che i reagenti si siano trasformati nei prodotti. Tuttavia, per distinguere con certezza una trasformazione chimica da una fisica è necessario far ricorso all'*analisi chimica*, cioè a un processo di indagine in grado di determinare la composizione delle sostanze.

TABELLA 3.2 Alcune prove sperimentali di trasformazioni chimiche.

Soluzione	Interpretazioni
Versando aceto sul bicarbonato di sodio si producono bollicine	Le bollicine ci fanno pensare che si sia formata una nuova sostanza, e che quindi sia avvenuta una reazione chimica
Versando succo di limone in una tazza di tè, il colore diventa più chiaro	La variazione di colore è dovuta a una reazione chimica
Aggiungendo un cucchiaino di bicarbonato di sodio a un bicchiere di vino rosso, il colore diventa più scuro	La variazione di colore è dovuta a una reazione chimica
Il bianco d'uovo riscaldato sul fornello diventa un solido bianco, che non è più solubile in acqua	La formazione di un solido bianco insolubile ci dice che è avvenuta una reazione chimica

ESEMPIO

Classifica i seguenti fenomeni in trasformazioni fisiche o chimiche:

- a) rompere un vetro
- b) ottenere il vino dal succo d'uva fermentato
- c) comprimere e raffreddare l'aria fino a liquefarla
- d) sciogliere il sale in acqua

Soluzione

- a) Trasformazione fisica. La composizione non cambia; il vetro si riduce in frammenti.
- b) Trasformazione chimica. Con la fermentazione, si producono nuove sostanze come alcol e diossido di carbonio.
- c) Trasformazione fisica. Il gas aria diventa aria liquida.
- d) Trasformazione fisica. Non si formano nuove sostanze. Il sale e l'acqua producono una soluzione, dalla quale, evaporando il liquido, si separa il sale.



Filamento che si surriscalda (trasformazione fisica).



Cera che brucia (trasformazione chimica).

FIGURA 3.2 La combustione di una candela. I reagenti (il materiale che costituisce lo stoppino e l'ossigeno dell'aria) si trasformano nei prodotti (vapore acqueo e diossido di carbonio).



Versare l'invisibile

PROVA TU

Classifica i seguenti esempi in trasformazioni fisiche o chimiche:

- a) tagliare a fette il prosciutto
- b) bruciare un foglio di carta
- c) togliere una macchia di grasso con la benzina
- d) cuocere una torta

2. Gli elementi e i composti

Il processo chimico che ci consente di determinare la composizione di una sostanza è chiamato *analisi*. I risultati di moltissime analisi ci confermano che tutti i materiali dell'Universo sono formati da due tipi di sostanze pure: gli elementi e i composti. Cominciamo a definire gli **elementi**.

elemento

Si definisce elemento una sostanza pura che non può essere trasformata, con gli ordinari mezzi chimici, in altre sostanze ancora più semplici.

Element

A basic building block of matter that cannot be broken down into simpler substances by ordinary chemical changes.

Quando il chimico prova a fare l'analisi di un oggetto di ferro puro, trova che esso è costituito interamente di ferro e non si può trasformare in una sostanza ancora più semplice. Altri esempi di elementi sono l'ossigeno, l'azoto, l'oro, l'argento e tutti gli altri metalli.

Le sostanze più numerose sulla Terra sono però i **composti**; attualmente il loro numero supera i 16 milioni. L'acqua distillata, lo zucchero e il cloruro di sodio sono esempi di composti, che possono essere di origine naturale e di origine sintetica.

composto

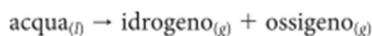
Si definisce composto ogni sostanza pura che può essere decomposta, con gli ordinari mezzi chimici, in altre sostanze pure più semplici. I composti hanno una composizione ben definita e costante.

Compound

A distinct substance composed of two or more elements combined in a definite proportion by mass.

La seconda frase della definizione ci chiarisce un punto importante per distinguere i composti dai miscugli: infatti i miscugli, diversamente dai composti, hanno una composizione che può variare e non è costante.

Un esempio di composto è l'acqua, formata dagli elementi idrogeno e ossigeno. Tale composto può essere diviso negli elementi che lo costituiscono: quando l'elettricità attraversa l'acqua (elettrolisi), questa si decompone formando idrogeno gassoso e ossigeno gassoso.

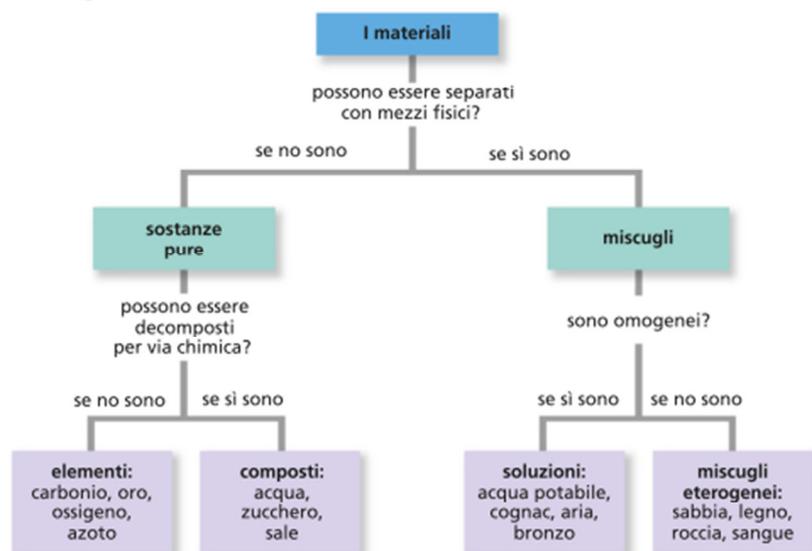


I pedici (l) e (g) indicano che l'acqua (il reagente) è allo stato liquido, mentre l'idrogeno e l'ossigeno, cioè i due prodotti, si trovano allo stato gassoso.

La **Figura 3.3** riassume schematicamente le trasformazioni della materia.

RICORDA La composizione di un miscuglio, a differenza di quella di un composto, è variabile.

FIGURA 3.3 Le trasformazioni della materia.



3. La tavola periodica

Nel 1869 il chimico russo Dmitrij Ivanovič Mendeleev scoprì che gli elementi potevano essere classificati e ordinati sulla base delle loro proprietà chimiche e fisiche. Il risultato del suo lavoro e degli aggiustamenti successivi è la **tavola periodica degli elementi** (Figura 3.4).

FIGURA 3.4 La tavola periodica degli elementi.

		GRUPPI																18		
												13	14	15	16	17	VIII			
												III	IV	V	VI	VII	2			
1	1																	elio		
		idrogeno																	He	
1	1	H																		
	2	litio	berillio																	
		Li	Be																	
2	3	sodio	magnesio																	
		Na	Mg																	
3	11			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
		potassio	calcio	scandio	titanio	vanadio	cromo	manganese	ferro	cobalto	nickel	rame	zinco	galio	germanio	arsenico	selenio	bromo	cripton	
4	19	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
5	37	rubidio	stronzio	ittrio	zirconio	niobio	molibdeno	tecnizio	rutenio	rodio	paladidio	argento	cadmio	indio	stagno	antimonio	tellurio	iodio	xenon	
		Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
6	55	cesio	bario	lantanio	afnio	tantalio	tungsteno	renio	osmio	iridio	platino	oro	mercurio	tallio	piombo	bismuto	polonio	astato	radon	
		Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
7	87	francio	radio	attinio	rutherfordio	dubnio	seaborgio	bohrio	hassio	meitnerio	damstadtio	roentgenio	copernicio	ununtrio	unquadrio	unpentio	unsestio	unocio	unocio	
		Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Uuq	Uup	Uuh	Uuo	Uuo	
		87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116		118	

cerio	praseodimio	neodimio	promezio	samario	europio	gadolinio	terbio	disprosio	olmio	erbio	tulio	itterbio	lutetio
58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
torio	protoattinio	uranio	nettunio	plutonio	americio	curio	berkelio	californio	einsteinio	fermio	mendelevio	nobelio	laurencio
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103

Dei 118 elementi che costituiscono la tavola periodica moderna solo 89 sono presenti in natura, principalmente sotto forma di composti e raramente nella forma elementare (come per esempio oro, platino, argento, rame, carbonio, ossigeno, azoto, zolfo). Gli altri elementi sono stati scoperti nel corso delle ricerche sull'energia atomica o sono stati ottenuti mediante reazioni nucleari.

Quasi il 99% in peso della crosta terrestre è costituito da soli nove elementi (Tabella 3.3). Dalla tabella è possibile notare che gli elementi più abbondanti sono l'ossigeno e il silicio, che sono i principali costituenti delle rocce.

La somma dell'ossigeno e del silicio rappresenta più del 70% degli elementi che sono presenti nella crosta terrestre.

TABELLA 3.3 Abbondanza relativa degli elementi nella crosta terrestre

Elemento	Simbolo	Percentuale nella crosta terrestre (%)
ossigeno	O	46,6
silicio	Si	27,7
alluminio	Al	8,1
ferro	Fe	5,0
calcio	Ca	3,6
sodio	Na	2,8
potassio	K	2,6
magnesio	Mg	2,1
idrogeno	H	0,13
tutti gli altri elementi		1,36

I nomi degli elementi

I chimici hanno stabilito di utilizzare apposite abbreviazioni per indicare gli elementi. Tali abbreviazioni prendono il nome di *simboli* e sono costituite da una, due o tre lettere. La prima lettera deve essere scritta in maiuscolo, la seconda e la terza (se ci sono) in minuscolo. Per esempio, il simbolo del rame, che deriva dal latino *cuprum*, si scrive Cu e non CU.

La lettura delle formule va fatta nominando una lettera per volta. Per esempio, Cu si legge «ci-u» e non «cu». Il ferro, il cui simbolo è Fe, si legge «effe-e» e non «fe».

Gli elementi della tavola sono organizzati in righe, chiamate *periodi*, e in colonne, chiamate *gruppi*.

La classificazione degli elementi all'interno della tavola periodica si basa sulle loro differenti proprietà fisiche e chimiche. Secondo questa classificazione distinguiamo tre classi di elementi: *metalli*, *non metalli* e *semimetalli*.

RICORDA I simboli degli elementi sono costituiti da una, due o tre lettere, di cui la prima è sempre maiuscola.

I metalli

Vediamo innanzitutto le proprietà fisiche caratteristiche dei metalli. I metalli puri generalmente sono lucenti e sono buoni conduttori del calore e dell'elettricità. I fili elettrici, per esempio, sono di rame o di alluminio.

Spesso gli oggetti metallici usati nella vita quotidiana non sono costituiti da metalli puri ma da leghe metalliche, cioè da miscugli omogenei. Molti utensili e pentole da cucina, per esempio, possono essere di rame o di alluminio, ma anche di ghisa o di acciaio inossidabile, che sono due leghe (Figura 3.5).

A temperatura ambiente (20 °C) tutti i metalli sono solidi, a eccezione del mercurio. Gran parte di essi, inoltre, si può ridurre in fili: tale proprietà è denominata *duttilità*. I metalli possono essere anche modellati in lamine sottili con uno stampo a pressione o con il martello per ottenerne oggetti di forma diversa: questa proprietà è chiamata *malleabilità*.

I non metalli

Quali sono invece le caratteristiche dei non metalli? In generale, le proprietà fisiche dei non metalli sono opposte a quelle dei metalli, a cominciare dalla varietà dei loro colori (lo zolfo è giallo, il cloro verde pallido, il bromo rosso). A eccezione del carbonio, tutti i non metalli sono cattivi conduttori del calore e della corrente elettrica (isolanti).

Riguardo allo stato fisico, i non metalli possono essere gassosi (come ossigeno, azoto, fluoro, cloro), liquidi (bromo) e solidi (carbonio, zolfo). I non metalli solidi non sono né malleabili né duttili e si frantumano se colpiti con un martello.

In particolare, il carbonio ha un comportamento davvero unico nel sistema periodico: sotto forma di grafite (la mina delle matite) è un discreto conduttore della corrente elettrica, ma non del calore; sotto forma di diamante, invece, è l'elemento che conduce meglio il calore (più dell'argento, dell'oro e del rame), ma non è conduttore di elettricità.

L'ultima colonna della tavola periodica è costituita dai gas nobili, non metalli con una bassissima reattività.

L'elio, per esempio, viene utilizzato per realizzare un ambiente inerte all'interno di particolari apparecchiature di laboratorio.

I semimetalli

Consideriamo infine i semimetalli (per esempio, il germanio e il silicio): questi elementi, che sono solidi a temperatura ambiente, hanno proprietà intermedie, in parte di tipo metallico e in parte non metallico. Essi non sono né conduttori né isolanti, ma diventano eccellenti *semiconduttori* quando contengono impurezze di altri elementi vicini. Germanio e silicio impuri, per esempio, sono solitamente impiegati nei transistor e nei circuiti integrati.



FIGURA 3.5 Molte pentole da cucina sono costituite da leghe metalliche (dall'alto: acciaio inox, ghisa) oppure da metalli, come il rame (in basso).



Sintesi del capitolo
in mp3



Quesiti & Problemi



20 esercizi interattivi

1. Dalle trasformazioni fisiche alle trasformazioni chimiche

1 Qual è la differenza tra una trasformazione fisica e una trasformazione chimica? ★☆☆

2 Quante trasformazioni fisiche e quante trasformazioni chimiche sono descritte nel seguente brano? ★☆☆

La benzina è spruzzata nel carburatore, è miscelata con l'aria, è convertita in vapore e infine è bruciata; i prodotti di combustione si espandono nei cilindri.

3 Come si rappresenta una reazione chimica? ★☆☆

4 Scrivi a fianco di ciascuna delle seguenti affermazioni se sono vere o false. ★☆☆

- Per separare l'acqua in sostanze più semplici occorre effettuare una distillazione. V F
- Se scioglio un po' di zucchero in acqua, non si formano nuove sostanze. V F
- I cibi vengono cucinati grazie a una serie di reazioni chimiche. V F

5 Nella cucina di casa tua possono avvenire diversi fenomeni. ★☆☆
► Quali sono reazioni chimiche e quali invece sono trasformazioni fisiche?

2. Gli elementi e i composti

Per rispondere alle domande 9, 10, 11, 12 utilizza la tavola periodica degli elementi posta alla fine del libro, dove puoi trovare nome e simbolo di ogni elemento.

6 Che cos'è un composto? ★☆☆

7 Qual è la differenza tra elemento e composto? ★☆☆

8 Qual è la differenza tra miscuglio e composto? ★☆☆

9 Quali elementi formano il composto chiamato acido solforico, H_2SO_4 ? ★☆☆

10 Da quali elementi è composto il solfato di sodio, Na_2SO_4 ? ★☆☆

11 Da quali elementi è composto l'idrossido di potassio, KOH? ★☆☆

12 Identifica nei seguenti composti gli elementi che li costituiscono: ★☆☆

- NaCl (sale da cucina, cloruro di sodio)
- H_2O (acqua)
- $C_6H_{12}O_6$ (glucosio)
- CH_4 (metano)
- NH_3 (ammoniaca)

13 Osserva i prodotti che si trovano nella tua cucina e classificali come miscugli, elementi o composti. ★☆☆

3. La tavola periodica

14 Osserva l'analisi chimica riportata sull'etichetta di una confezione di acqua e completa la tabella. ★☆☆

Temperatura alla sorgente	
Numero di elementi presenti	
Numero di metalli presenti	
Numero di non metalli presenti	
Numero di semimetalli presenti	

15 Quale area della tavola periodica è occupata dai metalli? Quali sono le loro proprietà caratteristiche? Rispondi in cinque righe. ★☆☆

16 Quale area della tavola periodica occupano i non metalli? Quali sono le loro proprietà caratteristiche? Rispondi in cinque righe. ★☆☆

17 Quale area della tavola periodica occupano i semimetalli? Quali sono le loro proprietà caratteristiche? Rispondi in cinque righe. ★☆☆

18 Scrivi il nome dei seguenti elementi: K, Cu, Na, N, P, S, W, Au, Mn. ★☆☆

19 Scrivi i simboli dei seguenti elementi: magnesio, calcio, piombo, azoto, fosforo, manganese, iodio, zinco, potassio. ★☆☆

- 20** In quale dei seguenti elenchi è compreso un elemento non metallico?
 *☆☆
 a) Au, Hg, Sn, K
 b) Fe, Cu, Ar, Ag
 c) Pb, Ca, Na, Al
 d) Ni, Zn, Li, Mg
- 21** Confronta il concetto di elemento con quello di composto. Rispondi in 10 righe, utilizzando, come traccia, le seguenti domande.

- ▶ Quanti sono gli elementi presenti in natura? Possono essere in numero illimitato?
- ▶ Quanti sono i composti? Possono essere in numero illimitato?
- ▶ Qual è il numero minimo di elementi presente in un composto?
- ▶ I composti hanno una composizione definita e costante?

Verso le competenze

1 1a La produzione di sale a partire da acqua di mare sfrutta una trasformazione chimica o fisica?
 *☆☆

2 1a Per eliminare i residui di calcare da un lavandino si può impiegare un po' di aceto. Si osserva in quel caso una leggera effervescenza.
 *☆☆

- ▶ A che cosa è dovuta la formazione delle bolle?

3 1a Il rame, metallo di colore rosso, si ossida all'aria producendo l'ossido di rame, che è un composto di colore nero.
 *☆☆

- ▶ Che tipo di trasformazione è avvenuta?

4 6 Il processo di lievitazione della pasta per il pane è una trasformazione chimica o fisica? Perché?

5 1a Esponendo al calore della fiamma il permanganato di potassio, che è costituito da cristalli lucenti e scuri, si osservano i seguenti cambiamenti: si produce un gas che ravviva una fiamma; si ottiene una polvere bruna e di aspetto terroso.
 *☆☆

- ▶ È avvenuta una trasformazione chimica o fisica? Perché?

6 1c Il magnesio, Mg, possiede le proprietà presenti nell'elenco riportato; distingui quelle fisiche da quelle chimiche.

- a) è solido a temperatura ambiente
- b) conduce la corrente elettrica
- c) brucia all'aria con una fiamma luminosa
- d) forma una polvere bianca quando viene a contatto con acido cloridrico
- e) fonde a 651 °C
- f) è duttile e malleabile

7 1b La purezza dell'oro usato nell'oreficeria è valutata attraverso una scala la cui unità è il carato, che corrisponde a 1/24 di oro; pertanto l'oro a 24 carati è oro puro.

- ▶ Quale percentuale di oro è contenuta in una lega a 18 carati?

8 3 Se si pone a bollire del latte si osserva prima la formazione di una pellicola superficiale e poi la fuoriuscita del latte dalla pentola. Cerca la risposta alle seguenti domande discutendone con i tuoi compagni e con l'insegnante.

- ▶ Che tipi di trasformazioni avvengono?
- ▶ Perché la pellicola favorisce la fuoriuscita del latte dalla pentola in cui sta bollendo?

INVESTIGARE INSIEME

1d Metti sul fornello acceso di gas metano, CH₄, una pentola contenente acqua fredda.

- ▶ Nei primi tre o quattro secondi, che cosa osservi sulle pareti fredde della pentola?
- ▶ Quali sono i prodotti di combustione?
- ▶ Discuti con l'insegnante e con i compagni.