

# SOMMARIO

Chimica una buona scelta	IX
Agenda 2030 ed Educazione Civica	X

## SEZIONE C ELETTRONI E TAVOLA PERIODICA

### UNITÀ C1 Da Planck a Bohr 220

1	La luce: onde o corpuscoli?	220	11	Le energie di ionizzazione: conferma dei livelli di energia	238
2	La luce: onda elettromagnetica	221	■	<b>Guarda e Ripassa</b>	240
3	Lo spettro elettromagnetico: natura unica, interazioni diverse	222	■	<b>Verifica</b>	242
4	Le sorgenti luminose: spettri continui e a righe	224	🌈	<b>Compito di realtà</b> Energia per la Terra	247
	<b>Sperimenta!</b> Arcobaleno in casa	225			
🌈	<b>Chimica e realtà</b> Chi ha paura della luce blu?	226			
5	Planck: i quanti di energia	227			
6	L'effetto fotoelettrico: Einstein e i fotoni	229			
7	Spettri a righe: segnali dagli atomi	230			
8	La quantizzazione degli atomi: Niels Bohr	232			
🌈	<b>Chimica e ambiente</b> Luci LED e risparmio energetico	235			
9	La quantizzazione negli atomi: Sommerfeld	236			
10	Il distacco degli elettroni: misurare l'energia necessaria	237			

#### 📺 Contenuti digitali integrativi

##### Videolezione

Usiamo la luce

##### Videotutorial

L'energia di ionizzazione

##### Videolaboratorio

Saggi alla fiamma

##### Approfondimento interdisciplinare

Chimica e fisica - I calcoli di Bohr

### UNITÀ C2 Dalla configurazione elettronica alla tavola periodica 248

1	Un approccio diverso: gli elettroni come onde	248	■	<b>Verifica</b>	272
2	Heisenberg: entra in scena l'incertezza	250	🌈	<b>Compito di realtà</b> Gli elementi dello smartphone	277
	<b>Sperimenta!</b> Se mi avvicino vedo meglio?	251			
3	Il nuovo modello atomico: la probabilità	252			
4	I numeri quantici nel modello ondulatorio: n, l, m, s	253			
5	Livelli, sottolivelli e orientazione: l'organizzazione elettronica	254			
6	La configurazione elettronica: come sono disposti gli elettroni	256			
7	La tavola periodica: le configurazioni esterne	259			
🌈	<b>Chimica e realtà</b> Punti quantici: conoscerli senza temerli	261			
8	Uno sguardo d'insieme: i gruppi	262			
9	Le proprietà periodiche: andamenti e variazioni	263			
🌈	<b>Chimica e ambiente</b> La chimica per le auto elettriche	269			
■	<b>Guarda e Ripassa</b>	270			

#### 📺 Contenuti digitali integrativi

##### Avogadro

La molecola di idrogeno e i suoi orbitali

##### Videobiografia

- Werner Karl Heisenberg
- Dmitrij Ivanovič Mendeleev

##### Videolezione

- L'atomo in 3D
- I sali minerali nell'alimentazione
- Le parti dello smartphone

##### Videotutorial

La configurazione elettronica

##### App

Tavola periodica interattiva

##### Approfondimento

L'evoluzione del sistema periodico

<b>Chem in... english</b> A Butterfly's Brilliant Blue Wings Lead to Less Toxic Paint ( <b>Audio</b> )	278
--	-----

# SEZIONE D I LEGAMI E LA MATERIA

## UNITÀ D1 I legami chimici

282

1	I legami chimici: stabilità energetica	282
2	Come si formano i legami: Lewis e Pauling	284
3	Legami primari e secondari: attrazioni tra atomi e molecole	286
4	Legami con elettroni condivisi: il legame covalente	287
5	Legame ionico: alta differenza di elettronegatività	297
6	Legame metallico: elettroni liberi	300
	<b>Chimica e realtà</b> I metalli del conflitto	302
7	Orbitali molecolari raggruppati: le bande	303
8	Legami chimici secondari: attrazioni tra molecole	304
	<b>Chimica e ambiente</b> Il peso dell'invisibile: il bioaccumulo dei metalli	309
	<b>Guarda e Ripassa</b>	310

	<b>Verifica</b>	312
	<b>Compito di realtà</b> I metalli si fanno preziosi	317

	<b>Contenuti digitali integrativi</b>
	<b>Avogadro</b>
	• Le formule di Lewis
	• I legami multipli
	<b>Videolezione</b>
	• Un legame molto poco secondario
	• Meglio il cerchio della linea
	<b>Videotutorial</b>
	Formule di Lewis delle molecole
	<b>Approfondimento</b>
	• Immagini dal nanomondo: il microscopio a forza atomica
	• Il legame chimico: una catena di idee
	<b>Approfondimento interdisciplinare</b>
	Chimica e...architettura – Nuove leghe per nuove architetture

## UNITÀ D2 Struttura delle molecole

318

1	VSEPR: repulsione tra coppie elettroniche	318
	<b>Sperimentale!</b> Coppie elettroniche e palloncini	319
2	Trovare le strutture: una procedura comune	320
3	Strutture più complesse: quando l'ottetto non è più rispettato	324
	<b>Chimica e realtà</b> Colpisce il bersaglio	326
4	Risonanza: spostamento di elettroni	327
5	Ibridizzazione: mescolamento degli orbitali	329
6	Molecole complesse: quale forma?	332
7	Polarità delle molecole: l'importanza della struttura	333
	<b>Chimica e ambiente</b> Ozono: uno scudo risonante	337

	<b>Guarda e Ripassa</b>	338
	<b>Verifica</b>	340
	<b>Compito di realtà</b> Molecole in 3D	345

	<b>Contenuti digitali integrativi</b>
	<b>Avogadro</b>
	• La geometria delle molecole e la teoria VSEPR
	• La polarità delle molecole
	<b>Videolezione</b>
	Strutture in equilibrio
	<b>Videotutorial</b>
	La struttura delle molecole
	<b>Approfondimento</b>
	• Ancora sulle cariche formali
	• Regole per scrivere le formule limite di risonanza

## UNITÀ D3 I legami e le proprietà della materia

346

1	Aeriformi: deboli legami secondari	346
2	Lo stato liquido: la forza dei legami intermolecolari	350
3	Le soluzioni: liquidi protagonisti	357
	(con approfondimento online)	
	<b>Sperimentale!</b> È qui la festa?	358
	<b>Sperimentale!</b> Quanto conduce?	360
	<b>Chimica e ambiente</b> Liquidi ionici come solventi per reazioni	368
4	Lo stato solido: l'importanza dei legami	369
	<b>Chimica e realtà</b> Argento colloidale: terapia o leggenda?	375
	<b>Guarda e Ripassa</b>	376
	<b>Verifica</b>	378
	<b>Compito di realtà</b> Rilascio controllato	385

	<b>Contenuti digitali integrativi</b>
	<b>Unità di approfondimento</b> Unità B2 – Le soluzioni
	<b>Avogadro</b>
	• La struttura del cloruro di sodio
	• La struttura della grafite
	• Struttura e proprietà dell'acqua
	<b>Videolezione</b>
	• A ciascuno il suo... solido!
	• Gabbia per gli odori
	<b>Videotutorial</b>
	• La legge universale dei gas
	• Da una concentrazione all'altra
	<b>Videolaboratorio</b>
	Misura della tensione superficiale
	<b>Approfondimento</b>
	• Il grafene delle meraviglie
	• Il fullerene
	<b>Approfondimento interdisciplinare</b>
	Chimica e mineralogia – I cristalli: dai minerali alle strutture biologiche

## SEZIONE E ELETTRONI E PROPRIETÀ CHIMICHE

### UNITÀ E1 Composti e reazioni

390

- 1 Le formule chimiche: rappresentazioni simboliche 390
- 2 Il numero di ossidazione: una carica apparente 391
- 3 La classificazione dei composti chimici: i diversi tipi di nomenclatura 394
- 4 Composti binari: unione di atomi di due elementi 394
-  **Chimica e realtà** Conservare gli alimenti: una rivoluzione tecnologica 401
- 5 Composti ternari e quaternari: idrossidi, ossiacidi e sali 402
- 6 Le reazioni chimiche: come si formano i composti 409
- Sperimentale!** Aceto e bicarbonato 412
-  **Chimica e ambiente** Metalli: una controversia abissale 414
-  **Guarda e Ripassa** 416
-  **Verifica** 418

-  **Compito di realtà** Pulizie ecologiche 425

#### **Contenuti digitali integrativi**

##### **Avogadro**

La nomenclatura delle molecole

##### **Videolezione**

Cosa usiamo per fare le pulizie?

##### **Videotutorial**

- Reazioni di sintesi e decomposizione
- Classificazione delle reazioni chimiche: reazioni di scambio
- Reazioni di doppio scambio

##### **Videolaboratorio**

Reazioni che danno luogo alla formazione di sali

##### **Approfondimento**

Nomi antichi

##### **Approfondimento interdisciplinare**

Chimica e arte - I pigmenti pittorici: un particolare gruppo di composti chimici

### UNITÀ E2 La quantità nelle reazioni

426

- 1  La mole: alla base dei calcoli 426
- 2 Le equazioni bilanciate: le quantità in azione 428
- 3 I calcoli stechiometrici: la matematica delle reazioni 429
- 4  Il reagente limitante: le quantità dei prodotti ottenibili 431
- Sperimentale!** A caccia del reagente limitante 433
- 5 Resa percentuale: le quantità vere 435
- 6  Le reazioni: efficienza e costi ambientali 436
-  **Chimica e ambiente** Verso l'Agenda 2030: la *Green Chemistry* 438
- 7 Le reazioni in soluzione acquosa: i calcoli stechiometrici 440

- 8 Le reazioni in soluzione acquosa: le equazioni ioniche nette 442
-  **Chimica e realtà** L'acqua e la pietra 444
-  **Guarda e Ripassa** 446
-  **Verifica** 448
-  **Compito di realtà** Produzioni industriali a confronto 455

#### **Contenuti digitali integrativi**

##### **Videolezione**

- Il reagente limitante
- Il variegato mondo delle reazioni

##### **Videotutorial**

- Perché si bilancia una reazione
- I calcoli stechiometrici
- Reagente limitante

- Chem in... english** Naica's crystal cave captivates chemists (**Audio**) 456

## SEZIONE F PERCHÉ AVVENGONO LE REAZIONI CHIMICHE

### UNITÀ F1 La spontaneità delle reazioni chimiche

460

- 1 Spontaneità delle reazioni: gli scambi di energia 460
- 2 L'entalpia: il contenuto termico delle sostanze 461
- 3 Gli scambi di calore: reazioni esotermiche ed endotermiche 463
- Sperimentale!** Reazioni esotermiche ed endotermiche 464
- 4  Entalpia di formazione: si parte dagli elementi 465
- 5 La legge di Hess: calcolo indiretto del  $\Delta H$  di una reazione 467
- 6  **Chimica e ambiente** Idrogeno multicolore 471
- 6 Entalpia e spontaneità: un accordo incompleto 472
- 7 L'entropia: la misura del disordine 473
- 8 Energia libera: la combinazione vincente 477
-  **Guarda e Ripassa** 480
-  **Verifica** 482
-  **Compito di realtà** "Ingabbiare" il CO<sub>2</sub> 489

### **Contenuti digitali integrativi**

#### **Video**

Clima, soluzioni ingegneristiche per ridurre le emissioni inquinanti

#### **Videolezione**

Positivo o negativo?

#### **Videotutorial**

- Termochimica
- Spontaneità di una reazione

#### **Videolaboratorio**

Reazioni esotermiche ed endotermiche

#### **Approfondimento**

Energia interna ed entalpia

## **UNITÀ F2 La velocità e l'equilibrio delle reazioni chimiche**

**490**

<b>1</b>	Le reazioni e il tempo: la cinetica chimica	490	<b>11</b>	Il prodotto di solubilità: un esempio di equilibrio eterogeneo	519
<b>2</b>	La velocità di reazione: come influenzarla	492	 <b>Chimica e realtà</b>	Composti di coordinazione	522
<b>Sperimentale!</b>	Bollicine e temperatura	494	 <b>Guarda e Ripassa</b>		524
<b>3</b>	Velocità e concentrazioni: la legge cinetica	495	 <b>Verifica</b>		526
<b>4</b>	La teoria delle collisioni: una spiegazione generale	498	 <b>Compito di realtà</b>	Piccole dosi	533
<b>5</b>	Lo stato di transizione: il gradino da superare	500			
<b>6</b>	I catalizzatori: varia l'energia di attivazione	501			
 <b>Green Chemistry e catalisi</b>		503			
<b>7</b>	Le reazioni complesse: lo stadio lento	504			
<b>8</b>	L'equilibrio chimico: una situazione dinamica	505			
<b>9</b>	La legge dell'azione di massa: la costante di equilibrio	506			
<b>10</b>	Il principio di Le Châtelier: la risposta di un sistema agli interventi esterni	513			
 <b>Chimica e ambiente</b>	Acque dure, meno sicure?	518			

### **Contenuti digitali integrativi**

#### **Videolezione**

- Sia la luce!
- L'ultima ape

#### **Videotutorial**

- Determinare in quale direzione procede la reazione
- Da solubilità a prodotto di solubilità

#### **Videolaboratorio**

Fattori che influenzano la velocità di reazione

**Chem in... english** Ultrafast imaging watches photochemistry frame by frame (**Audio**)

534

## **SEZIONE G EQUILIBRI ACIDO-BASE E OSSIDORIDUTTIVI**

### **UNITÀ G1 Acidi e basi**

**538**

<b>1</b>	Acidi e basi: equilibri particolari	538	 <b>Chimica e ambiente</b>	Acidità: quando a soffrirne sono gli oceani	564
<b>2</b>	Brønsted e Lowry: scambio di protoni	540	 <b>Guarda e Ripassa</b>		566
<b>3</b>	Lewis: donazione di coppie di elettroni	542	 <b>Verifica</b>		568
<b>4</b>	L'autoprotolisi dell'acqua: il $K_w$	544	 <b>Compito di realtà</b>	Caccia al pH	575
<b>5</b>	Un modo pratico per esprimere l'acidità: il pH	545			
<b>6</b>	La forza di acidi e basi: la costante di ionizzazione	547			
 <b>Chimica e realtà</b>	Lievitazione: una questione di chimica	551			
<b>7</b>	Costanti acide e basiche: la direzione dell'equilibrio	552			
<b>8</b>	I sali in soluzione: l'idrolisi salina	552			
<b>9</b>	Le soluzioni tampone: una trappola per idronio e ossidrile	554			
<b>10</b>	Acidi, basi e soluzioni tampone: calcolo del pH	555			
<b>11</b>	Misurare il pH: gli indicatori e il pHmetro	557			
<b>Sperimentale!</b>	I colori dei fiori	558			
<b>12</b>	Le titolazioni: la determinazione della concentrazione di un acido o di una base	559			
<b>13</b>	La normalità: l'uso degli equivalenti	563			

### **Contenuti digitali integrativi**

#### **Videolezione**

Il pH attorno a noi

#### **Videotutorial**

- Calcolo del pH di una base forte
- Calcolo del pH di un acido debole

#### **Videolaboratorio**

- Soluzioni tampone
- Misura del pH degli alimenti liquidi

#### **Approfondimento**

- Origine dei termini "acido" e "base"
- Significato e importanza del pH
- Il logaritmo complica o semplifica?
- Superacidi e superbasi: fuori ogni scala
- Calcolo del pH: esempi svolti

## UNITÀ G2 Le ossidoriduzioni

576

1	Le reazioni chimiche: un altro punto di vista	576	7	La dismutazione: lo stesso elemento si ossida e si riduce	586
2	Le reazioni redox: acquisto e cessione di elettroni	577		<b>Chimica e realtà</b> Ossidoriduzioni: una potenza esplosiva	588
	<b>Chimica e ambiente</b> Animali luminosi: la bioluminescenza	579		<b>Guarda e Ripassa</b>	589
3	Bilanciare le reazioni redox: la variazione del numero di ossidazione	580		<b>Verifica</b>	590
<b>Sperimentale!</b>	Il crepitio misterioso	581		<b>Compito di realtà</b> La redox di tutti i giorni	595
4	Bilanciare le reazioni redox: il metodo delle semireazioni	582	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px;"> <p> <b>Contenuti digitali integrativi</b></p> <p><b>Videolezione</b> Non solo cloro</p> <p><b>Videotutorial</b> Bilanciamento redox</p> <p><b>Videolaboratorio</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gli stati di ossidazione del manganese</li> <li>• Il potere ossidante degli acidi forti</li> </ul> </div>		
5	Bilanciare in ambiente acido: due ioni H <sup>+</sup> formano H <sub>2</sub> O	584			
6	Bilanciare in ambiente basico: dall'acqua si originano gli ioni OH <sup>-</sup>	585			

## UNITÀ G3 Elettrochimica

596

1	Le pile: l'energia chimica si trasforma in energia elettrica	596		<b>Guarda e Ripassa</b>	614
2	La forza elettromotrice di una pila: la differenza tra due potenziali	598		<b>Verifica</b>	616
3	Redox e spontaneità: la variazione dell'energia libera	601		<b>Compito di realtà</b> Antidoti alla corrosione	623
4	I potenziali reali: l'equazione di Nerst	603	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px;"> <p> <b>Contenuti digitali integrativi</b></p> <p><b>Videobiografia</b> Michael Faraday</p> <p><b>Videolezione</b> Proteggiamo i metalli</p> <p><b>Videotutorial</b> Anodo catodo e fem</p> <p><b>Videolaboratorio</b> La spontaneità delle reazioni redox</p> </div>		
5	Elettrolisi: inversione dei processi spontanei	604			
<b>Sperimentale!</b>	Idrogeno e ossigeno dall'acqua	606			
6	Le leggi di Faraday: le quantità di sostanze coinvolte nell'elettrolisi	607			
	<b>Chimica e ambiente</b> L'evoluzione delle pile: da Volta ai motori a idrogeno	610			
7	Elettrochimica: una risposta alla corrosione	612			

**Chem in... english** Green biobatteries: hybrid paper-polymer microbial fuel cells (**Audio**) 624

<b>Laboratori</b>	626	<b>Tavola periodica</b>	652
<b>Capire l'etichetta dei prodotti chimici</b>	638	<b>Soluzioni dei Mettiti alla prova</b>	654
<b>Percorsi per il colloquio</b>	642	<b>Indice analitico</b>	655
<b>Verso l'Università</b>	646		

### Contenuti digitali integrativi comuni a tutte le Unità

Audio della mappa di riepilogo  
Mappa modificabile

Esercizi commentati  
Hubtest

Compito di realtà

**Materiali per il docente**

pagg. D1-D96

Nel volume	Pagina	Obiettivi Agenda 2030
<b>Unità E1 – Composti e reazioni</b>		
Scheda Chimica e realtà <i>Conservare gli alimenti: una rivoluzione tecnologica</i>	401	 
Esempio svolto <i>Cattivi odori, addio!</i>	408	 
Esempio svolto <i>Il traffico nelle foreste</i>	413	 
Scheda Chimica e ambiente <i>Metalli: una controversia abissale</i>	414-415	  
Compito di realtà <i>Pulizie ecologiche</i>	425	 
<b>Unità E2 - La quantità nelle reazioni</b>		
Esempio svolto <i>Le emissioni di CO<sub>2</sub></i>	427	 
Esempio svolto <i>Il reagente limitante</i>	434	 
Paragrafo 6 Chimica e ambiente <i>Le reazioni: efficienza e costi ambientali</i>	436	   
Scheda Chimica e ambiente <i>Verso l'Agenda 2030: la Green Chemistry</i>	438-439	   
Scheda Chimica e realtà <i>L'acqua e la pietra</i>	444-445	
Compito di realtà <i>Produzioni industriali a confronto</i>	455	
<b>Unità F1 - La spontaneità delle reazioni chimiche</b>		
Esempio svolto <i>Tutti pazzi per l'idrogeno</i>	466	 
Scheda Chimica e Ambiente <i>Idrogeno multicolore</i>	471	
Compito di realtà <i>"Ingabbiare" il CO<sub>2</sub></i>	489	 

Nel volume	Pagina	Obiettivi Agenda 2030
<b>Unità F2 - La velocità e l'equilibrio delle reazioni chimiche</b>		
Sottoparagrafo Chimica e realtà <i>Green Chemistry e catalisi</i>	503	  
Scheda Chimica e ambiente <i>Acque dure, meno sicure?</i>	518	  
Scheda Chimica e realtà <i>Composti di coordinazione</i>	522-523	
Compito di realtà <i>Piccole dosi</i>	533	 
<b>Unità G1 - Acidi e basi</b>		
Scheda Chimica e realtà <i>Lievitazione: una questione di chimica</i>	551	
Scheda Chimica e ambiente <i>Acidità: quando a soffrirne sono gli oceani</i>	564-565	  
Compito di realtà <i>Caccia al pH</i>	575	 
<b>Unità G2 - Le ossidoriduzioni</b>		
Scheda Chimica e ambiente <i>Animali luminosi: la bioluminescenza</i>	579	 
Schede Chimica e realtà <i>Ossidoriduzioni: una potenza esplosiva</i>	588	  
Compito di realtà <i>La redox di tutti i giorni</i>	595	 
<b>Unità G3 - Elettrochimica</b>		
Scheda Chimica e ambiente <i>L'evoluzione delle pile: da Volta al motore a idrogeno</i>	610	 
Verifica di fine Unità, n. 77	620	
Compito di realtà <i>Antidoti alla corrosione</i>	623	 