

CHIMICA

E PROPEDEUTICA BIOCHIMICA

Per il semestre aperto di Medicina e Chirurgia, Odontoiatria e Veterinaria

Obiettivi specifici di apprendimento elencati nel **syllabus ministeriale** per l'anno accademico **2026-2027** e le pagine del libro **Bellini, *Chimica medica e propedeutica biochimica*, terza edizione, 2026, Zanichelli editore** che permettono di raggiungerli.

Si rimanda al sito del libro per aggiornamenti: universita.zanichelli.it/bellini3e

1 CFU = 12 ore di lezione da 45 minuti

Unità didattica 1 ▪ CFU = 1 La struttura dell'atomo, i legami chimici, stati di aggregazione della materia e termodinamica dei sistemi aperti	Nel libro
La costituzione della materia	Cap. 1 p. 1
Struttura dell'atomo: protoni, neutroni ed elettroni	Cap. 1 p. 2
Numero atomico e numero di massa	Cap. 1 p. 2
Gli isotopi	Cap. 1 p. 3
Definizione di mole	Cap. 1 p. 3
Unità di massa atomica	Cap. 1 p. 3
Molecole, ioni e ioni poliatomici	Cap. 1 p. 4
Massa molecolare	Cap. 1 p. 4
Numero di Avogadro	Cap. 1 p. 4
Concetto di ione poliatomico	Cap. 1 p. 4
Fondamenti della teoria atomica	Cap. 1 p. 5
I numeri quantici	Cap. 1 p. 5
Gli orbitali	Cap. 1 p. 5
Il principio di esclusione di Pauli	Cap. 1 p. 6
La configurazione elettronica degli elementi con particolare riferimento agli elementi principalmente presenti nei sistemi viventi	Cap. 1 p. 7
Regola di Hund	Cap. 1 p. 7
Cenni alle proprietà magnetiche del nucleo come base per lo strumento diagnostico della risonanza magnetica nucleare	Cap. 1 p. 8
Il sistema periodico degli elementi	Cap. 1 p. 9
La configurazione elettronica degli elementi con particolare riferimento agli elementi principalmente presenti nei sistemi viventi	Cap. 1 p. 10
Proprietà periodiche: configurazione elettronica esterna, volume atomico, potenziale di ionizzazione, affinità elettronica, elettronegatività	Cap. 1 p. 11
Esempi di formule di struttura e nomenclatura di composti binari e ternari biologicamente rilevanti con atomi di carbonio, ossigeno, azoto, zolfo e fosforo (ossidi, idrossidi, perossidi, acidi, basi e sali)	Cap. 1 p. 13
Regole dell'ottetto	Cap. 1 p. 13
Numero di ossidazione	Cap. 1 p. 13

Gli isotopi	Cap. 2 p. 23
La regola dell'ottetto	Cap. 3 p. 36
Il legame chimico	Cap. 3 p. 36
Legame covalente: omopolare, eteropolare, legame di coordinazione	Cap. 3 p. 37
Il legame ionico	Cap. 3 p. 37
Orbitale di legame	Cap. 3 p. 38
Ibridazione degli orbitali sp , sp^2 , sp^3	Cap. 3 p. 42
Orbitali molecolari, legami σ e π	Cap. 3 p. 42
Distanza ed energia di legame	Cap. 3 p. 42
Angolo di legame e geometria molecolare	Cap. 3 p. 42
Interazioni deboli	Cap. 3 p. 44
Legame idrogeno	Cap. 3 p. 45
Forze di Van der Waals	Cap. 3 p. 45
Esempi di molecole polari e apolari biologicamente rilevanti	Cap. 3 p. 47
Interazioni idrofobiche	Cap. 3 p. 48
Lo stato aeriforme	Cap. 4 p. 50
Legge di Boyle	Cap. 4 p. 50
Leggi di Charles e Gay-Lussac	Cap. 4 p. 52
Temperatura assoluta	Cap. 4 p. 52
Equazione dei gas perfetti	Cap. 4 p. 53
Cenni sulla teoria cinetica dei gas	Cap. 4 p. 54
La legge di Maxwell-Boltzmann	Cap. 4 p. 54
L'equilibrio gas-liquido	Cap. 4 p. 56
La pressione di vapore	Cap. 4 p. 57
Lo stato liquido	Cap. 4 p. 57
Ebollizione	Cap. 4 p. 57
Calore di evaporazione	Cap. 4 p. 58
Rilevanza dei cambiamenti di stato in medicina: l'evaporazione del sudore e la termoregolazione	Cap. 4 p. 58
Tensione superficiale	Cap. 4 p. 59
Applicazione delle leggi dei gas alla respirazione	Cap. 4 p. 60
Cenni sullo stato solido: solidi ionici, molecolari, covalenti e metallici	Cap. 4 p. 61
Cenni sul legame metallico	Cap. 4 p. 61
Diagrammi di fase	Cap. 4 p. 61
Diagrammi di fase: confronto tra H_2O e CO_2	Cap. 4 p. 62
I principi della termodinamica	Cap. 5 p. 64
Definizione delle funzioni di stato	Cap. 5 p. 65
Entalpia	Cap. 5 p. 65
Trasformazioni esotermiche ed endotermiche (cambiamenti di stato)	Cap. 5 p. 66
Entropia	Cap. 5 p. 67
I principi della termodinamica	Cap. 5 p. 68
Energia libera di Gibbs	Cap. 5 p. 69
Variazione di energia libera come criterio di spontaneit� ed equilibrio nei sistemi aperti	Cap. 5 p. 70
Trasformazioni reversibili e irreversibili	Cap. 5 p. 71
Trasformazioni reversibili e irreversibili (esoergoniche, endoergoniche)	Cap. 5 p. 72
Bioenergetica	Cap. 5 p. 72

Unità didattica 2 ▪ CFU = 1 Miscele, soluzioni e le proprietà colligative delle soluzioni	Nel libro
Miscele omogenee ed eterogenee di interesse biologico: soluzioni, sospensioni, colloidali	Cap. 6 p. 75
Soluzioni gassose	Cap. 6 p. 76
La concentrazione nelle miscele di gas: la legge di Dalton	Cap. 6 p. 76
Miscele omogenee ed eterogenee di interesse biologico: aerosol	Cap. 6 p. 76
Cenni sulle soluzioni non ideali: il comportamento dei soluti nello spazio intracellulare e coefficiente di attività	Cap. 6 p. 76
Soluzioni liquide	Cap. 6 p. 77
Soluzioni solide	Cap. 6 p. 77
Solubilità	Cap. 6 p. 78
L'acqua come solvente	Cap. 6 p. 79
Solubilità: soluti ionici	Cap. 6 p. 80
Proprietà degli elettroliti	Cap. 6 p. 80
Gli elettroliti nei fluidi biologici	Cap. 6 p. 80
Solubilità: soluti non ionici	Cap. 6 p. 81
Solubilità dei gas nei liquidi	Cap. 6 p. 81
La legge di Henry	Cap. 6 p. 82
Definizione di proprietà colligativa	Cap. 7 p. 82
Interazioni tra solvente e soluto	Cap. 7 p. 82
Abbassamento della pressione di vapore	Cap. 7 p. 82
La legge di Raoult	Cap. 7 p. 82
Unità di misura della concentrazione delle soluzioni	Cap. 6 p. 84
Percentuali peso/peso	Cap. 6 p. 84
Frazione molare	Cap. 6 p. 84
Percentuali peso/volume	Cap. 6 p. 85
Molarità	Cap. 6 p. 85
Il concetto di equivalente in ambito biomedico	Cap. 6 p. 85
Percentuali volume/volume	Cap. 6 p. 86
L'aria e la sua composizione, aria inspirata e aria espirata	Cap. 6 p. 88
Innalzamento della temperatura di ebollizione	Cap. 7 p. 93
Soluzioni elettrolitiche e fattore correttivo di van't Hoff	Cap. 7 p. 93
Abbassamento della temperatura di congelamento	Cap. 7 p. 94
Pressione osmotica e passaggio di soluti attraverso le membrane	Cap. 7 p. 94
Diffusione	Cap. 7 p. 95
Osmosi	Cap. 7 p. 96
Osmolarità	Cap. 7 p. 97
Confronto tra le proprietà osmotiche delle soluzioni	Cap. 7 p. 98
Soluzioni isotoniche, ipertoniche, ipotoniche	Cap. 7 p. 98
Osmolarità	Cap. 7 p. 99
Pressione osmotica dei liquidi intracellulari ed extracellulari	Cap. 7 p. 99
Soluzione fisiologica e glucosata	Cap. 7 p. 99
Esempi di implicazioni fisiopatologiche del disequilibrio osmotico (emolisi ed edema)	Cap. 7 p. 99
Unità didattica 3 ▪ CFU = 0,5 Le reazioni chimiche negli organismi viventi: caratteristiche generali, cinetiche e equilibrio chimico	Nel libro

Definizione di cinetica di reazione	Cap. 8 p. 105
Definizioni delle reazioni chimiche	Cap. 8 p. 105
Ordine di una reazione e moleolarità	Cap. 8 p. 106
Reazioni a più stadi	Cap. 8 p. 106
Fattori che influenzano la velocità di una reazione	Cap. 8 p. 106
La legge di Arrhenius e la teoria degli urti efficaci	Cap. 8 p. 109
L'energia di attivazione	Cap. 8 p. 110
La teoria dello stato di transizione	Cap. 8 p. 110
Definizione di catalizzatore	Cap. 8 p. 111
Catalizzatori omogenei ed eterogenei	Cap. 8 p. 112
Cenni sui catalizzatori biologici: gli enzimi	Cap. 8 p. 112
Differenza tra equilibrio chimico e stato stazionario	Cap. 8 p. 113
Equilibrio chimico	Cap. 8 p. 116
Reazioni reversibili ed irreversibili	Cap. 8 p. 116
Costante di equilibrio e legge di azione di massa	Cap. 8 p. 117
Il quoziente di reazione	Cap. 8 p. 118
Principio dell'equilibrio mobile	Cap. 8 p. 119
Variazione di energia libera ed equilibrio di reazione	Cap. 8 p. 119
Effetto della temperatura sulla costante di equilibrio	Cap. 8 p. 120
Equilibri multipli	Cap. 8 p. 121
Prodotto di solubilità	Cap. 8 p. 122
Definizioni delle reazioni chimiche	Cap. 8 p. 124
Conservazione di massa, energia e carica elettrica	Cap. 8 p. 124
Prodotto di solubilità	Cap. 9 p. 137
Effetto dello ione in comune	Cap. 9 p. 138
Esempi di equilibrio eterogeneo solido-liquido (precipitazione di urati)	Cap. 9 p. 138
Esempi di rilevanza biomedica (calcoli renali)	Cap. 9 p. 138
Bilanciamento delle reazioni chimiche	Cap. 10 p. 153
Unità didattica 4 ▪ CFU = 1 Acidi, basi, sali, pH, soluzioni tampone; reazioni di ossido-riduzione ed elettrochimica	Nel libro
La teoria di Arrhenius	Cap. 9 p. 127
La teoria di Brønsted e Lowry	Cap. 9 p. 127
Cenni sulla teoria di Lewis	Cap. 9 p. 128
La reazione di autoprotolisi dell'acqua	Cap. 9 p. 129
La K_w	Cap. 9 p. 129
Il concetto di pH e pOH	Cap. 9 p. 130
Costanti di dissociazione, K_a e K_b	Cap. 9 p. 131
Acidi e basi forti, acidi e basi deboli	Cap. 9 p. 131
Forza relativa di un acido e di una base	Cap. 9 p. 131
pK_a e pK_b	Cap. 9 p. 132
Il pH di una soluzione di acido/base forte o di acido/base debole	Cap. 9 p. 133
Acidi poliprotici e basi poliprotiche	Cap. 9 p. 134
Reazioni acido-base	Cap. 9 p. 135
I sali, comportamento acido o basico dei sali in acqua	Cap. 9 p. 135
Solubilità e pH	Cap. 9 p. 138
Esempi di interesse biomedico: ossalato di calcio, fosfato di calcio e urato di sodio	Cap. 9 p. 139

Soluzioni tampone, esempi di tamponi di acidi deboli e basi deboli	Cap. 9 p. 140
L'equazione di Henderson e Hasselbalch	Cap. 9 p. 140
Efficienza di un sistema tampone	Cap. 9 p. 140
Indicatori di pH	Cap. 9 p. 141
Il pH del sangue e i tamponi del sangue	Cap. 9 p. 143
L'equilibrio acido-base nei fluidi biologici: il tampone acido carbonico/bicarbonato	Cap. 9 p. 144
Il tampone acido carbonico/bicarbonato	Cap. 9 p. 144
Il tampone diidrogeno fosfato/idrogenofosfato	Cap. 9 p. 144
Le proteine come sistemi tampone	Cap. 9 p. 144
L'importanza e la funzione dei tamponi in ambito biomedico	Cap. 9 p. 145
Acidosi e alcalosi	Cap. 9 p. 146
Le reazioni di ossidoriduzione	Cap. 10 p. 150
Le semireazioni	Cap. 10 p. 154
I potenziali redox standard	Cap. 10 p. 155
L'equazione di Nernst	Cap. 10 p. 155
Reazioni spontanee e lavoro chimico	Cap. 10 p. 155
Relazione tra variazione di energia libera di Gibbs e differenza di potenziale	Cap. 10 p. 155
Cella galvanica e definizione di anodo e catodo	Cap. 10 p. 159
Esempi di ossidoriduzioni ambito biomedico	Cap. 10 p. 161
Unità didattica 5 ▪ CFU = 0,5 Proprietà del carbonio e reattività dei composti organici, idrocarburi, alogenuri alchilici, idrocarburi aromatici e derivati	Nel libro
Proprietà del carbonio	Cap. 11 p. 165
Ibridazione del carbonio	Cap. 11 p. 166
Regole generali di nomenclatura IUPAC	Cap. 11 p. 169
Rappresentazione dei composti carboniosi	Cap. 11 p. 170
Stereochimica	Cap. 11 p. 171
Stereochimica: enantiomeri	Cap. 11 p. 174
Potere ottico rotatorio specifico	Cap. 11 p. 175
Convenzione destrogira/levogira	Cap. 11 p. 175
Convenzione di Fischer	Cap. 11 p. 176
Stereochimica: miscele racemiche	Cap. 11 p. 176
Cenni sulle regole di priorità	Cap. 11 p. 177
Convenzione R/S	Cap. 11 p. 177
Rottura omolitica del legame chimico e reazioni radicaliche	Cap. 11 p. 178
Rottura eterolitica del legame chimico	Cap. 11 p. 178
Carbocationi e carboanioni e loro stabilità	Cap. 11 p. 179
Effetto induttivo: elettron-donatore, elettron-attrattore	Cap. 11 p. 179
Nucleofili ed elettrofili biologicamente rilevanti	Cap. 11 p. 180
Idrocarburi saturi e insaturi	Cap. 12 p. 182
Alcani e cicloalcani: proprietà chimico-fisiche	Cap. 12 p. 183
Tensione di legame nei cicloalcani	Cap. 12 p. 183
Idrocarburi ciclici	Cap. 12 p. 183
Alcani e cicloalcani	Cap. 12 p. 184
Reazioni: ossidazione	Cap. 12 p. 184
Alcani di rilevanza biomedica	Cap. 12 p. 185

Alcheni: struttura e proprietà chimico-fisiche e rilevanza biologica	Cap. 12 p. 185
Delocalizzazione elettronica e dieni coniugati	Cap. 12 p. 185
Reazioni: addizione elettrofila	Cap. 12 p. 187
Il benzene	Cap. 12 p. 190
Regola di Huckel	Cap. 12 p. 191
Idrocarburi eterociclici	Cap. 12 p. 192
Idrocarburi aromatici: struttura, nomenclatura, proprietà chimicofisiche e rilevanza biomedica	Cap. 12 p. 192
Il benzene e i composti aromatici eterociclici (pirimidine) e policiclici (purine)	Cap. 12 p. 192
Cenni sulle reazioni dei composti derivati del benzene: sostituzione elettrofila aromatica	Cap. 12 p. 193
Effetto attivante e disattivante dei sostituenti	Cap. 12 p. 194
Tossicità dei composti aromatici	Cap. 12 p. 194
Reazioni di sostituzione nucleofila con meccanismo S_N2 e S_N1	Cap. 12 p. 196
Le reazioni di eliminazione	Cap. 12 p. 199
Regole generali di nomenclatura IUPAC	Cap. 12 p. 200
Alcani e cicloalcani: nomenclatura IUPAC	Cap. 12 p. 200
Alcheni: nomenclatura IUPAC	Cap. 12 p. 200
Stereochimica: diastereoisomeri ed enantiomeri	Cap. 16 p. 249
La reazione di Fenton e Haber-Weiss come esempio di reazioni di ossidoriduzione non catalitiche dell'ossigeno in presenza di ione ferro per la formazione del radicale idrossilico	Cap. 20 p. 313
Principali reazioni del radicale idrossile con lipidi, proteine e DNA	Cap. 20 p. 313
Unità didattica 6 • CFU = 1 I gruppi funzionali e isomerie: alcoli, fenoli, eteri, tioli e tioeteri; aldeidi e chetoni; acidi carbossilici e derivati, ammine e ammidi	Nel libro
Alcoli: struttura, nomenclatura, proprietà chimico-fisiche e rilevanza biologica	Cap. 13 p. 202
Reazioni degli alcoli: ossidazione	Cap. 13 p. 204
Reazioni degli alcoli: sostituzione nucleofila	Cap. 13 p. 205
Reazioni degli alcoli: disidratazione	Cap. 13 p. 205
Etanolo	Cap. 13 p. 207
Fenolo e derivati: acidità del fenolo	Cap. 13 p. 208
Ubichinone e suo ruolo come trasportatore di elettroni	Cap. 13 p. 209
Tioli: struttura, nomenclatura, proprietà chimico fisiche e rilevanza biologica	Cap. 13 p. 209
Eteri	Cap. 13 p. 210
Tioeteri	Cap. 13 p. 210
Epossidi	Cap. 13 p. 211
Ammine: struttura, nomenclatura, proprietà chimico-fisiche e rilevanza biologica	Cap. 13 p. 212
Basicità delle ammine	Cap. 13 p. 212
Nucleofilicità delle ammine	Cap. 13 p. 213
Reazioni: alchilazione, formazioni di sali	Cap. 13 p. 213
Colina e altri esempi di ammine di rilevanza biologica	Cap. 13 p. 214
Aldeidi e chetoni: struttura, nomenclatura, proprietà chimico fisiche e rilevanza biologica	Cap. 14 p. 217
Reazioni di aldeidi e chetoni: ossidazione e riduzione	Cap. 14 p. 219
Reazioni di aldeidi e chetoni: addizione nucleofila	Cap. 14 p. 220
Emiacetali ed emichetali, acetali e chetali	Cap. 14 p. 220
Immine o basi di Schiff	Cap. 14 p. 221

Proprietà dell'idrogeno in alfa al carbonile	Cap. 14 p. 222
Tautomeria cheto-enolica	Cap. 14 p. 223
Tautomeria chetoenolica e sua importanza biologica (urato, citosina e fosfoenolpiruvato)	Cap. 14 p. 224
Reazioni di aldeidi e chetoni: condensazione aldolica	Cap. 14 p. 225
Acidi carbossilici: struttura, nomenclatura, proprietà chimico-fisiche	Cap. 15 p. 228
Derivati degli acidi carbossilici: alogenuri acilici, anidridi, esteri e tioesteri, ammidi, acilfosfati	Cap. 15 p. 229
Proprietà degli acidi carbossilici	Cap. 15 p. 230
Reazioni degli acidi carbossilici: salificazione	Cap. 15 p. 230
Reazioni con esempi biologici: salificazione, sostituzione nucleofila acilica	Cap. 15 p. 231
Esterificazione di Fischer	Cap. 15 p. 233
Transesterificazione	Cap. 15 p. 234
Idrolisi degli esteri	Cap. 15 p. 235
Idrolisi delle ammidi	Cap. 15 p. 235
Condensazione di Claisen di esteri e tioesteri	Cap. 15 p. 237
Formazione dei lattoni	Cap. 15 p. 237
Decarbossilazione dei chetoacidi	Cap. 15 p. 238
Acilfosfati	Cap. 15 p. 239
Unità didattica 7 • CFU = 1 Amminoacidi e proteine, carboidrati, lipidi, nucleotidi, olinucleotidi e acidi nucleici	Nel libro
Nitrosammine	Cap. 13 p. 216
Carboidrati: struttura, nomenclatura	Cap. 16 p. 248
Stereoisomeria dei carboidrati	Cap. 16 p. 249
Monosaccaridi	Cap. 16 p. 249
Isomeri	Cap. 16 p. 250
Epimeri	Cap. 16 p. 250
Mutarotazione	Cap. 16 p. 251
Anomeri	Cap. 16 p. 251
Ciclizzazione dei monosaccaridi	Cap. 16 p. 252
Il legame glicosidico	Cap. 16 p. 252
Condensazione	Cap. 16 p. 252
Reazioni dei monosaccaridi: ossidazione	Cap. 16 p. 254
Reazioni dei monosaccaridi: riduzione	Cap. 16 p. 255
Monosaccaridi: tautomeri	Cap. 16 p. 255
Amminozuccheri	Cap. 16 p. 255
Reazione di Maillard e prodotti di Amadori	Cap. 16 p. 256
Disaccaridi	Cap. 16 p. 258
Oligosaccaridi e loro derivati	Cap. 16 p. 259
Polisaccaridi: omopolisaccaridi (amido, cellulosa, glicogeno)	Cap. 16 p. 260
Polisaccaridi: eteropolisaccaridi (glicosamminoglicani)	Cap. 16 p. 261
Acidi grassi saturi ed insaturi	Cap. 17 p. 263
Acidi grassi saturi e insaturi: struttura, nomenclatura, proprietà fisiche	Cap. 17 p. 264
Acidi grassi saturi e insaturi: proprietà chimiche e reazioni	Cap. 17 p. 265
I trigliceridi e le loro funzioni	Cap. 17 p. 267
Oli e grassi	Cap. 17 p. 269
Basi azotate	Cap. 18 p. 280

Basi azotate, nucleosidi e nucleotidi: struttura e nomenclatura	Cap. 18 p. 281
Importanza biologica dell'ATP	Cap. 18 p. 282
I dinucleotidi nelle reazioni di ossidoriduzione: NAD^+/NADH e FAD/FADH_2	Cap. 18 p. 284
Il legame fosfodiester e la struttura degli acidi nucleici: DNA ed RNA	Cap. 18 p. 287
Stereochimica degli amminoacidi e rappresentazione secondo la convenzione di Fischer	Cap. 19 p. 291
Amminoacidi: struttura e nomenclatura, nomi abbreviati	Cap. 19 p. 292
Proprietà acido-base degli amminoacidi e punto isoelettrico	Cap. 19 p. 292
Classificazione in base alla catena laterale e alle sue proprietà	Cap. 19 p. 294
Identificazione e caratteristiche delle catene laterali degli amminoacidi proteici	Cap. 19 p. 294
Amminoacidi essenziali o non essenziali	Cap. 19 p. 296
Il legame peptidico e la sua formazione dalla reazione di un amminoacido esterificato con il gruppo amminico di un altro amminoacido	Cap. 19 p. 296
Caratteristiche del legame peptidico	Cap. 19 p. 297
Definizione dei livelli strutturali delle proteine: struttura primaria e secondaria	Cap. 19 p. 300
Definizione dei livelli strutturali delle proteine: struttura terziaria	Cap. 19 p. 302
Interazioni deboli e ponti disolfuro	Cap. 19 p. 302
Definizione dei livelli strutturali delle proteine: struttura quaternaria	Cap. 19 p. 303
Modificazioni non enzimatiche delle macromolecole biologiche	Cap. 20 p. 309
Ossigeno come accettore di elettrone e respirazione cellulare	Cap. 20 p. 312
Attività non enzimatica dei tioli (glutathione) e molecole contenenti doppi legami coniugati (tocoferolo, carotenoidi)	Cap. 20 p. 316
Principali reazioni del radicale idrossile con lipidi, proteine e DNA	Cap. 20 p. 320
Deaminazione della citosina	Cap. 20 p. 320