

Chimica Generale ed Inorganica

CdS	L-2 Biotecnologie Agro-alimentari ed Industriali
CFU	9 (7+2)
Ore	80
Semestre	II
Anno	I
Numero medio di studenti	50
Canalizzazione	No
Referente del Gruppo di Lavoro	Mauro Giustini

1. RESOCONTO

Calendario degli incontri

06.12.2021 Incontro tra i docenti degli Insegnamenti di Base per confrontarsi sulle schede 21.04.2022
Discussione collegiale durante il CAD sulle schede preparate dai docenti e confronto con i rappresentanti degli studenti
30.11.2022 Confronto tra i docenti degli insegnamenti di base e i docenti del CAD del CdS L-2 per apportare le ultime modifiche
---in programmazione nell'ordine del giorno del CAD di dicembre

Criticità emerse

Scarsa capacità nel collegare i contenuti del corso a quanto appreso nel I semestre dagli insegnamenti di Fisica e Calcolo e Biostatistica.

Azioni correttive proposte

Affrontare i diversi argomenti del corso con un linguaggio quanto più semplice possibile.

Buone pratiche

Pianificare i tutoraggi in modo che affianchino le lezioni per permettere di aiutare gli studenti che si trovano in difficoltà a chiedere spiegazioni al docente.

Note e commenti

Programma concordato

Nomenclatura dei composti inorganici. Stati d'aggregazione della materia. Elementi e atomi. I composti e le molecole. Trasformazioni chimiche e fisiche. La struttura dell'atomo: protoni, neutroni, elettroni. Massa atomica. Numero atomico. La tavola periodica e le proprietà chimiche degli elementi. Il concetto di mole e di massa molare. Reazioni chimiche di combustione e loro bilanciamento. Composizione percentuale in peso. Determinazione della formula minima di un composto. Formula minima e formula molecolare. Dalla composizione percentuale in peso alla formula minima di un composto. Dalla formula minima e dalla massa molare alla formula molecolare di un composto.

Gli elettroni nell'atomo. Bohr e la quantizzazione dell'energia. De Broglie e Schrödinger e il modello probabilistico. Numeri quantici e orbitali atomici. Costruzione ideale dell'atomo (aufbau). Struttura elettronica esterna e le proprietà periodiche degli elementi. Aufbau per gli elementi con $1 \leq z \leq 21$. Legame chimico. Gli elettroni di valenza. La regola dell'ottetto e la notazione di Lewis. Composti che fanno eccezione alla regola dell'ottetto. La molecola d'idrogeno. Legame covalente omeopolare. Legame ionico. Legame covalente eteropolare. Elettronegatività. Legame metallico. Legami di tipo sigma (σ) e di tipo pi-greco (π). I legami chimici nelle tre dimensioni dello spazio e la geometria molecolare (modello VSEPR). La geometria molecolare ed il modello dell'ibridazione degli orbitali atomici. Formule di struttura di composti inorganici. Geometria delle molecole e polarità. Forze intermolecolari.

Stati d'aggregazione della materia: proprietà di gas, liquidi e solidi. Teoria cinetica molecolare. Calore e passaggi di stato. Entalpia. Diagramma di stato dell'acqua e dell'anidride carbonica.

Il concetto di numero d'ossidazione. Reazioni di ossidoriduzione e loro bilanciamento. Scala dei potenziali standard di riduzione. I gas. Equazione di stato dei gas ideali. Frazione molare e pressioni parziali. Applicazione dell'equazione di stato dei gas ideali: determinazione della massa molare di un composto gassoso. Gas reali. Diagramma di comprimibilità dei gas. Equazione di Van der Waals. Soluzioni e loro proprietà. Unità di misura della concentrazione e conversione tra le diverse unità di misura. Proprietà colligative. Soluzioni di elettroliti ed il fenomeno della conduzione elettrica. L'equilibrio chimico. Quoziente di reazione e costante d'equilibrio. Modi di esprimere la costante d'equilibrio: K_p e K_c . Principio di Le Chatelier e la legge d'azione di massa. Equilibri chimici in soluzione. Definizione di acidi e basi secondo Brønsted-Lowry e Lewis. Reazioni acido base. Reazioni di trasferimento protonico e costante di dissociazione degli acidi. Correlazione struttura/acidità per acidi e basi. Il pH. Le soluzioni tampone. Equilibri chimici eterogenei (cenni).

Dispositivi elettrochimici (cenni). Equazione di Nernst. Applicazione delle pile alla misura del pH.

Esercitazioni di laboratorio:

1. Reazioni redox (i diversi stati d'ossidazione del vanadio).
2. Dispositivi elettrochimici.

3. pH delle sostanze di uso comune; le piogge acide.
4. Titolazione potenziometrica di soluzioni di acidi deboli e forti; costruzione del diagramma di titolazione; calcolo della costante di trasferimento protonico; analisi statistica dei dati.

2. TABELLA "SYLLABUS"

1. I fondamenti della chimica

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Materia ed energia, visione molecolare della materia		x	ChimiBiol Chimica Organica	
Stati della materia, Proprietà chimiche e fisiche, Trasformazioni chimiche e fisiche		x	ChimiBiol Chimica Organica	
Miscela, sostanze, composti ed elementi		x	ChimiBiol Chimica Organica Processi Biologici Industriali	
Misure in chimica, Unità di misura (con esempi numerici)		x	ChimiBiol patologia vegetale Fondamenti Microbiologia Alim. Chimica Organica Biotec Ferm Processi Biologici Industriali	

2. Formule chimiche e composizione stechiometrica

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Formule di composti chimici, nomenclatura tradizionale e iupac con esempi		x	ChimiBiol patologia vegetale Fondamenti Microbiologia Alim. Chimica Organica Biotec Ferm	

			Processi Biologici Industriali	
Pesi atomici e molecolari, mole, numero di Avogadro		x	ChimiBiol Fondamenti Microbiologia Alim. Chimica Organica Biotec Ferm Processi Biologici Industriali	
Equazioni chimiche e stechiometria delle reazioni, Calcoli basati sulle equazioni chimiche		x	ChimiBiol Biotec Ferm Fondamenti Microbiologia Alim Chimica Organica Processi Biologici Industriali	
Il concetto di reagente limitante, resa di una reazione		x	ChimiBiol Chimica Organica Biotec Ferm Processi Biologici Industriali	
Concentrazione delle soluzioni, diluizione delle soluzioni		x	ChimiBiol patologia vegetale Fondamenti Microbiologia Alim. Chimica Organica Biotec Ferm Processi Biologici Industriali	
Esempi numerici		x		

3. La struttura degli atomi

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Particelle fondamentali, modelli atomici, isotopi		x	ChimiBiol Chimica Organica	
Chimica nucleare, stabilità nucleare, decadimento radioattivo, reazioni nucleari				x

Trasmutazioni artificiali degli elementi, fissione e fusione nucleare				x
Radiazione elettromagnetica, effetto fotoelettrico, equazione di Plank, spettri atomici		x		
Atomo di Bohr, , natura ondulatoria dell'elettrone		x		
l'equazione di Balmer-Rydberg				x
La visione quantomeccanica dell'atomo, equazione di Schrödinger, numeri quantici		x	Chimica Organica	
Orbitali atomici, Configurazioni elettroniche		x	ChimiBiol Chimica Organica	
Struttura elettronica degli atomi, proprietà atomiche e periodicità		x	ChimiBiol Chimica Organica	
Tavola periodica: metalli, non metalli, e metalloidi		x	ChimiBiol Chimica Organica Biotec Ferm	
Proprietà periodiche degli elementi, Raggi atomici, Energia di ionizzazione, Affinità elettronica, Raggi ionici, Elettronegatività		x	ChimiBiol Chimica Organica	
Numeri di ossidazione, nomenclatura composti inorganici		x	ChimiBiol Chimica Organica	

4. Le reazioni chimiche

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Reazioni in soluzione acquosa, reazioni in fase gassosa, reazioni di ossidoriduzione, reazioni acido base, reazioni di spostamento, decomposizione e precipitazione		x	ChimiBiol Fondamenti Microbiologia Alim. Chimica Organica Biotec Ferm Processi Biologici Industriali	
Bilanciamento delle reazioni e calcolo stechiometrico		x	ChimiBiol Fondamenti Microbiologia Alim. Chimica Organica Processi Biologici	

			Industriali	
Bilanciamento reazioni redox		x	ChimiBiol Chimica Organica Biotec Ferm Processi Biologici Industriali	x
Acidi, basi e Sali, definizioni e reazioni in soluzione acquosa, calcolo delle concentrazioni		x	ChimiBiol patologia vegetale Fondamenti Microbiologia Alim. Chimica Organica Biotec Ferm	
Esempi numerici		x	ChimiBiol	

5. Il legame chimico

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Le strutture elettroniche a punti di Lewis degli atomi		x	Chimica Organica ChimiBiol	
Legame ionico, energia reticolare, solidi ionici		x	Chimica Organica ChimiBiol	
Legame covalente, Distanze, angoli ed energie di legame, formule di Lewis, regola dell'ottetto, cariche formali, risonanza		x	Chimica Organica ChimiBiol	x
Legame covalente, teoria del legame di valenza. Legame covalente polare e non polare		x	Chimica Organica ChimiBiol	
Teoria della repulsione delle coppie elettroniche dello strato di valenza (VSEPR), geometria molecolare		x	Chimica Organica ChimiBiol	
Ibridazione, Struttura di legame di semplici molecole inorganiche		x	Chimica Organica ChimiBiol	
Trattazione degli orbitali molecolari, diagramma dei livelli energetici, ordine di legame			Chimica Organica ChimiBiol	x
Molecole biatomiche omonucleari, biatomiche eteronucleari		x	Chimica Organica	

			ChimiBiol	
Legame metallico, conduttori, semiconduttori e isolanti		x	Chimica Organica ChimiBiol	
Legami deboli (forze intermolecolari) e solidi molecolari		x	Chimica Organica ChimiBiol	
Legame idrogeno		x	Chimica Organica ChimiBiol Biotec Ferm	
Solidi amorfi e cristallini		x	Chimica Organica ChimiBiol	

6. I gas

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
La legge di Boyle, la legge di Charles e Gay Lussac		x		
Condizioni standard di temperatura e pressione, legge di Avogadro		x		
Equazione di stato dei gas ideali, deviazioni dall'idealità e legge dei gas reali (equazione di Van der Waals)		x		
Legge di Dalton delle pressioni parziali		x		
La teoria cinetico-molecolare		x		
Esempi numerici		x		

7. Termodinamica chimica

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Scambio di calore e termochimica			CF ChimiBiol	

			Chimica Organica	
Il primo principio della termodinamica			F/CF ChimiBiol Chimica Organica	
La variazione di entalpia, calorimetria, Equazioni termochimiche			F/ CF ChimiBiol Chimica Organica	
Stati standard e variazioni di entalpia standard, legge di Hess			CF Chimica Organica	
variazione di energia interna, relazione tra ΔH e ΔE			F/ CF Chimica Organica	
Il secondo principio della termodinamica			F/ CF ChimiBiol Chimica Organica	
La variazione di energia libera, ΔG , e la spontaneità di una trasformazione			CF ChimiBiol Chimica Organica	
Influenza della temperatura sulla spontaneità di una trasformazione			CF Chimica Organica Biotec Ferm	
F: insegnamento di Fisica (I semestre); CF: insegnamento di Chimica Fisica (II semestre)				

8. Cinetica chimica

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
La velocità di reazione e fattori che influenzano la velocità di reazione			ChimiBiol Chimica Organica Biotec Ferm Processi Biologici Industriali	x
legge cinetica, ordine di una reazione			ChimiBiol Chimica Organica Processi Biologici	x

			Industriali	
Teoria degli urti (collisioni)			ChimiBiol	x
Teoria dello stato di transizione e Meccanismi di reazione			ChimiBiol Chimica Organica	x
Effetto della temperatura: l'equazione di Arrhenius			ChimiBiol Chimica Organica Processi Biologici Industriali	x
Catalizzatori			ChimiBiol Chimica Organica Biotec Ferm Processi Biologici Industriali	x

9. I liquidi

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Forze di attrazione intermolecolare e passaggi di stato		x	ChimiBiol Chimica Organica	
Viscosità, Tensione superficiale, Capillarità, Evaporazione, Tensione di vapore, T di ebollizione		x	ChimiBiol Chimica Organica	
Calore e passaggi di stato; equazione di Clausius–Clapeyron		x		
Punto di fusione, Trasferimento di calore nei solidi, Sublimazione e tensione di vapore dei solidi		x	Chimica Organica	
Diagrammi di stato		x		
Diagramma di stato acqua e anidride carbonica		x		

10. Soluzioni

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Spontaneità del processo di dissoluzione		x		
Dissoluzione di solidi in liquidi, liquidi in liquidi (miscibilità), gas in liquidi		x	ChimiBio Chimica Organical	

Effetto della temperatura e pressione sulla solubilità		x	ChimiBiol patologia vegetale Chimica Organica Biotec Ferm	
Proprietà colligative, Abbassamento della tensione di vapore e legge di Raoult		x	ChimiBiol patologia vegetale	
Proprietà colligative e dissociazione elettrolitica, elettroliti forti e deboli		x	ChimiBiol patologia vegetale Processi Biologici Industriali	
Pressione osmotica		x	ChimiBiol patologia vegetale Fondamenti Microbiologia Alim. Processi Biologici Industriali	
Colloidi			patologia vegetale	x
Esempi numerici		x		

11. Equilibrio chimico

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
La costante di equilibrio e quoziente di reazione		x	ChimiBiol Chimica Organica Processi Biologici Industriali	
Alterazione di un sistema all'equilibrio: previsioni e principio di Le Chatelier		x	ChimiBiol Chimica Organica	
Equilibri omogenei in fase gassosa, pressioni parziali e costante di equilibrio		x		
Relazione tra Kp e Kc		x		
Equilibri eterogenei (cenni)		x		
Influenza della temperatura sull'equilibrio chimico (equazione di Van't Hoff)		x	ChimiBiol Chimica Organica	

Esempi numerici		x	ChimiBiol	
-----------------	--	---	-----------	--

12. Equilibri ionici in soluzione

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
acidi e basi, elettroliti forti e deboli, costanti di ionizzazione per acidi e basi deboli monoprotici		x	ChimiBiol patologia vegetale Fondamenti Microbiologia Alim. Chimica Organica	
Autoionizzazione dell'acqua, scale del pH e del pOH		x	ChimiBiol Chimica Organica Biotec Ferm	
Acidi poliprotici		x	ChimiBiol Chimica Organica	
Svololisi, Sali acidi e basi forti, Sali di basi/acidi forti e acidi/basi deboli. Reazioni di neutralizzazione		x	ChimiBiol Chimica Organica	
reazioni acido-base, equilibri di idrolisi		x	ChimiBiol Fondamenti Microbiologia Alim. Chimica Organica	
soluzioni tampone e curve di titolazione		x	ChimiBiol Fondamenti Microbiologia Alim. Chimica Organica	
Effetto dello ione in comune e soluzioni tampone		x		
Preparazione delle soluzioni tampone, Indicatori acido-base, Curve di titolazione		x	ChimiBiol Biotec Ferm	
prodotto di solubilità Sali poco solubili,		cenni	ChimiBiol	

solubilità, effetto ione a comune, precipitazione frazionata				
Equilibri simultanei coinvolgenti composti poco solubili, Dissoluzione di precipitati		cenni	ChimiBiol	
esempi numerici		x	ChimiBiol	

13. Elettrochimica

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Conduzione elettrica, Elettrodi, pile ed elettrolisi		cenni	ChimiBiol	
coulombometria e legge di Faraday dell'elettrolisi				x
celle voltaiche , potenziali elettrodi standard		x	ChimiBiol	
Corrosione e protezione dalla corrosione				x
Equazione di Nernst		x		

Esercitazioni di laboratorio

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Reazioni redox (i diversi stati d'ossidazione del vanadio).		x	ChimiBiol Chimica Organica	
titoli elettrochimici.		x	ChimiBiol	
pH delle sostanze di uso comune; le piogge acide.		x	ChimiBiol Chimica Organica Biotec Ferm	
Titolazione potenziometrica di soluzioni di acidi deboli e forti; costruzione del diagramma di titolazione; calcolo della costante di trasferimento protonico; analisi statistica dei dati		x	ChimiBiol	

3. Esempi di esercizi d'esame/fogli di esercizi

Prova scritta d'esame. Esercizi numerici di stechiometria; tipicamente, 5 esercizi di stechiometria da risolvere in 120 minuti. Livello di difficoltà degli esercizi: medio-basso (rispetto a quelli svolti durante il corso).

Prove di esonero. Non sono previste prove di esonero

Esame orale. Domande volte ad approfondire gli argomenti oggetto della prova scritta o a verificare le lacune in essa mostrate. Formule di struttura dei composti inorganici (dalla formula di Lewis alla geometria molecolare e all'ibridazione degli atomi coinvolti) e proprietà che da essa derivano. Discussione delle proprietà della materia nei tre stati d'aggregazione. Diagrammi di stato. L'equilibrio chimico (sia in fase gassosa che in soluzione). Soluzioni tampone. Curve di titolazione acido forte-base forte; acido/base debole - base/acido forte. La misura del pH e schema di funzionamento di un pHmetro. Costituiscono argomento del colloquio d'esame le esercitazioni di laboratorio.

Si riportano due esempi di prove d'esame

Prova scritta di Chimica Generale ed Inorganica (BAAI) – 15 giugno 2022

1. 15.1 g di una miscela di cloro e argo occupano un volume di 7.34 L (P= 1 atm; T= 25°C). Calcolare i grammi di cloro presenti nella miscela.
2. Calcolare il volume in millilitri di una soluzione acquosa di HCl al 37% in peso (d= 1.182 kg/L) che occorrono per preparare 500 mL di una soluzione acquosa dell'acido che presenti pH= 0.70.
3. Per ossidare completamente 0.15 g di aldeide formica (H₂CO) ad acido formico (H₂CO₂) secondo il processo (da bilanciare con il metodo ionico-elettronico):
$$\text{H}_2\text{CO} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_2 + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$$
sono stati necessari 25.0 mL di una soluzione acida di permanganato di potassio. Calcolare la concentrazione molare del permanganato di potassio in questa soluzione.
4. La combustione completa di 1.58 g di un composto organico contenente C, H e N produce 4.40 g di anidride carbonica, 0.90 g di acqua oltre a una certa quantità di diossido di azoto non determinata. Stabilire la formula molecolare della sostanza sapendo che 1.000 g di questa, vaporizzati alla temperatura di 150 °C e alla pressione di 1.0 atm, occupavano un volume di 0.440 L. Scrivere, infine, la reazione di combustione bilanciata, calcolando i grammi di diossido di azoto prodottisi nella reazione di combustione.
5. Il solfuro di un elemento contiene il 51.65% di zolfo e il numero di ossidazione dell'elemento vale +5. Si determinino: la massa atomica dell'elemento; la formula del composto.

Prova scritta di Chimica Generale ed Inorganica (BAAI) – 27 settembre 2022

1. L'analisi elementare di un acido organico monoprotico ha fornito i seguenti risultati:
C= 40.00%; H= 6.67%; O= 53.33%.
Se ne determini la formula molecolare sapendo che per titolare 20.0 mL di una sua soluzione acquosa di concentrazione 12.0 g/L sono stati necessari 16.0 mL di una soluzione di KOH 0.25 M.
2. Si abbia alla temperatura di 77 °C la miscela gassosa
$$A_{2(g)} \rightleftharpoons 2A_{(g)}$$
per la quale le concentrazioni all'equilibrio di entrambe le specie chimiche valgono 1.00 mol/L. Si calcoli la composizione della nuova miscela d'equilibrio che si ottiene raddoppiando il volume del recipiente e mantenendo invariata la temperatura. Si calcoli, inoltre, il valore del K_p del processo sempre alla temperatura di 77 °C.
3. La decomposizione termica del carbonato d'ammonio, $(NH_4)_2CO_3$, porta alla formazione di ammoniaca, acqua e anidride carbonica. Scrivere e bilanciare la reazione calcolando il volume occupato a $P= 1.0$ atm e $T= 180$ °C dai gas che si sviluppano dalla completa decomposizione di 660 mg di carbonato d'ammonio.
4. Bilanciare, con il metodo ionico-elettronico, la reazione:
$$Na_2Cr_2O_7(aq) + Na_2C_2O_4(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow Na_2SO_4(aq) + Cr_2(SO_4)_3(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$$
e stabilire il volume di anidride carbonica ($P= 1$ atm; $T= 0$ °C) che si sviluppa mettendo a reagire 3.144g di dicromato di sodio con 6.030g di ossalato di sodio ($Na_2C_2O_4$) in presenza della quantità necessaria e sufficiente di acido solforico.
5. A $P= 1.0$ atm e $T= 293$ K, il metanolo, CH_3OH , è un liquido di densità pari a 0.792 g/mL. Si calcoli la massa in grammi di idrogeno contenuta in 650.0 mL di metanolo.