

# L-43 Tecnologie per la Conservazione e il Restauro dei Beni Culturali

- Chimica generale ed Inorganica
- Fisica
- Matematica

<b>Chimica Generale e Inorganica</b>	
<b>CdS</b>	<b>L-43 Tecnologie per la Conservazione e il Restauro dei Beni Culturali</b>
CFU	6
Ore	60
Semestre	I
Anno	I
Numero medio di studenti	40
Canalizzazione	No
Referente del Gruppo di Lavoro	Riccarda Antiochia

## 1. RESOCONTO

### Calendario degli incontri

16.03.2022 Incontro tra i docenti degli Insegnamenti di Base per confrontarsi sulle schede  
29.03.2022 Discussione collegiale durante il CAD sulle schede preparate dai docenti e confronto con i rappresentanti degli studenti  
22.04.2022 Confronto tra i docenti degli insegnamenti di base e i docenti del cad del CdS L-43 per apportare le ultime modifiche  
---in programmazione nell'ordine del giorno del CAD di maggio

### Criticità emerse

Mancanza di una preparazione di scienze di base

### Azioni correttive proposte

Ripetere più volte gli argomenti, fare esercitazioni sulle tematiche più difficili per gli studenti

### 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

Sistema periodico degli elementi - Struttura atomica - Legami chimici- Ibridizzazione - Principali classi di composti inorganici – Gas – Soluzioni - Equilibri in soluzione - Acidi e basi, pH, sistemi tampone, idrolisi salina, titolazioni acido base - Complessi- Equilibri redox, pile - Equilibri di solubilità

## 2. TABELLA SYLLABUS

### 1. I fondamenti della chimica

		Pre-requisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
<b>Materia ed energia,</b>	visione molecolare della materia. Misure, Unità di misura, esempi numerici	X		-MINERALOGIA -Laboratorio di Materiali Lapidei -Fondamenti Scienze Ambientali -Fondamenti di Archeometria -Petrografia	
<b>Stati della materia,</b>	Proprietà chimiche e fisiche, Trasformazioni chimiche e fisiche. Miscele, sostanze, composti ed elementi	X		-MINERALOGIA -Fondamenti Scienze Ambientali -Fondamenti di Archeometria -Petrografia -Laboratorio di Materiali Lapidei	

### 2. Formule chimiche e composizione stechiometrica

		prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
<b>nomenclatura</b>	Nomenclatura e formule di composti chimici, numeri di ossidazione, nomenclatura tradizionale e iupac con esempi		X	Ogni corso successivo di chimica -Lab. chimico di conservazione e trattamento dei materiali - Equilibri chimici e tecniche strumentali di analisi -Mineralogia Fondamenti Scienze Ambientali Fondamenti di Archeometria -Petrografia	

				-Laboratorio di Materiali Lapidari	
<b>Calcolo stechiometrico</b>	Calcolo stechiometrico di base. Pesi atomici e molecolari, mole, numero di Avogadro, determinazione delle formule molecolari, esempi numerici Equazioni chimiche e stechiometria delle reazioni, Calcoli basati sulle equazioni chimiche, Reagente limitante, resa di una reazione, Concentrazione delle soluzioni, diluizione delle soluzioni, esempi numerici		X	ogni corso successivo di chimica -Lab. chimico di conservazione e trattamento dei materiali - Equilibri chimici e tecniche strumentali di analisi -MINERALOGIA -Fondamenti Scienze Ambientali -Fondamenti di Archeometria -Petrografia -Laboratorio di Materiali Lapidari	

### 3. La struttura degli atomi

		Pre-requisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
<b>Chimica nucleare</b>	Chimica nucleare, stabilità nucleare, decadimento radioattivo, reazioni nucleari, Radionuclidi, Velocità di decadimento e semivita fissione e fusione		X	-tecniche di datazione	
<b>Teorie atomiche</b>	Particelle fondamentali, isotopi. Equazione di Plank, spettri atomici, Atomo di Bohr, natura ondulatoria dell'elettrone. La visione quantomeccanica dell'atomo, equazione di Schrödinger, numeri quantici,		X	-tecniche strumentali spettroscopiche -Lab. chimico di conservazione e trattamento dei materiali -Equilibri chimici e tecniche strumentali di analisi -MINERALOGIA	
	Orbitali atomici. Configurazioni elettroniche, struttura elettronica degli atomi, proprietà atomiche e periodicità		X	ogni corso successivo di chimica -Lab. chimico di conservazione e trattamento dei materiali - Equilibri chimici e tecniche strumentali di analisi	

				-MINERALOGIA -Fondamenti Scienze Ambientali	
<b>Tavola periodica</b>	metalli, non metalli, e metalloidi. Proprietà periodiche degli elementi, Raggi atomici, Energia di ionizzazione, Affinità elettronica, Raggi ionici, Elettronegatività.		X	-conservazione dei manufatti metallici -Lab. chimico di conservazione e trattamento dei materiali - Equilibri chimici e tecniche strumentali di analisi -MINERALOGIA -Fondamenti di Archeometria -Laboratorio di Materiali Lapidei	

#### 4. Le reazioni chimiche

		Pre-requisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
<b>Reazioni chimiche e reattività</b>	<b>Reazioni</b> in soluzione acquosa, reazioni in fase gassosa, reazioni di ossidoriduzione, reazioni acido base, reazioni di spostamento, decomposizione e precipitazione. Bilanciamento reazioni redox. Acidi, basi e Sali, definizioni e reazioni in soluzione acquosa, calcolo delle concentrazioni.		X	ogni corso successivo di chimica -Lab. chimico di conservazione e trattamento dei materiali -Equilibri chimici e tecniche strumentali di analisi -Petrografia -Laboratorio di Materiali Lapidei	
	Bilanciamento delle reazioni e calcolo stechiometrico Esempi numerici		X	ogni corso successivo di chimica -Lab. chimico di conservazione e trattamento dei materiali -Equilibri chimici e tecniche strumentali di analisi -MINERALOGIA -Petrografia	

				-Laboratorio di Materiali Lapidei	
--	--	--	--	-----------------------------------	--

### 5. Il legame chimico

		Pre-requisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
<b>Legame ionico e solidi</b>	<b>Legame ionico</b> , energia reticolare, solidi ionici. Solidi amorfi e cristallini, impacchettamento, cenni di cristallografia		X	ogni corso successivo di chimica -Lab. chimico di conservazione e trattamento dei materiali -Equilibri chimici e tecniche strumentali di analisi -MINERALOGIA -Petrografia -Laboratorio di Materiali Lapidei	
<b>Legame covalente</b>	Distanze, angoli ed energie di legame, formule di Lewis, regola dell'ottetto, cariche formali, risonanza, teoria del legame di valenza. Legame covalente polare e non polare. Teoria della repulsione delle coppie elettroniche dello strato di valenza, geometria molecolare. Ibridizzazione, Struttura di legame di semplici molecole inorganiche.			-MINERALOGIA -Petrografia -Laboratorio di Materiali Lapidei	
	Trattazione degli orbitali molecolari, diagramma dei livelli energetici, ordine di legame. Molecole biatomiche omonucleari, biatomiche eteronucleari. Correlazione struttura e proprietà con esempi.		X	ogni corso successivo di chimica -tecniche spettroscopiche -Lab. chimico di conservazione e trattamento dei materiali -Equilibri chimici e tecniche strumentali di analisi -MINERALOGIA -Petrografia -Laboratorio di Materiali Lapidei	

<b>metalli</b>	<b>Legame metallico</b> , conduttori, semiconduttori e isolanti		X	-conservazione manufatti metallici -MINERALOGIA -Fondamenti di Archeometria	
<b>Interazioni deboli</b>	<b>Legami deboli</b> e solidi molecolari, Legame idrogeno		X	solubilità dei materiali artistici e di restauro -MINERALOGIA	

## 6. I gas

		<b>Pre- requisito</b>	<b>Richiesto</b>	<b>Argomenti correlati nel CdS</b>	<b>Non necessario</b>
<b>Gas perfetti e reali</b>	<b>Leggi dei gas</b> , Boyle, Charles, Gay Lussac, Avogadro, condizioni standard. Equazione di stato dei gas ideali, deviazioni dall'idealità e legge dei gas reali, esempi numerici		X	ogni corso successivo di chimica	
<b>miscele</b>	<b>Miscela gassosa</b> : Legge di Dalton delle pressioni parziali, esempi numerici		X	ogni corso successivo di chimica	
<b>Teoria cinetica</b>	<b>Teoria cinetico-molecolare</b> , funzione di distribuzione		X	catalisi dei processi di degrado	

## 7. Termodinamica chimica

		<b>Pre- requisito</b>	<b>Richiesto</b>	<b>Argomenti correlati nel CdS</b>	<b>Non necessario</b>
<b>Termo dinamica e primo principio</b>	calore e lavoro, Il primo principio della termodinamica, termochimica, La variazione di entalpia, calorimetria, Equazioni termochimiche, Stati standard e variazioni di entalpia standard.		X	ogni corso successivo di chimica -Lab. chimico di conservazione e trattamento dei materiali -Equilibri chimici e tecniche strumentali di analisi -MINERALOGIA -Fondamenti Scienze Ambientali -Petrografia -Laboratorio di Materiali Lapidei	
	Legge di Hess. Variazione di energia interna, relazione tra $\Delta H$ e $\Delta E$ . Esempi numerici		X	ogni corso successivo di chimica	

				-Lab. chimico di conservazione e trattamento dei materiali -Equilibri chimici e tecniche strumentali di analisi -Petrografia -Laboratorio di Materiali Lapidei	
<b>Secondo principio</b>	Secondo principio, della termodinamica spontaneità delle trasformazioni chimiche, Entropia, $S$ e $\Delta S$ , terzo principio della termodinamica.		X	ogni corso successivo di chimica -Lab. chimico di conservazione e trattamento dei materiali - Equilibri chimici e tecniche strumentali di analisi -MINERALOGIA -Fondamenti Scienze Ambientali -Petrografia -Laboratorio di Materiali Lapidei	
	La variazione di energia libera, $\Delta G$ , e la spontaneità di una trasformazione. Influenza della temperatura sulla spontaneità di una trasformazione. Esempi numerici		X	ogni corso successivo di chimica -Lab. chimico di conservazione e trattamento dei materiali - Equilibri chimici e tecniche strumentali di analisi -MINERALOGIA -Fondamenti Scienze Ambientali -Petrografia -Laboratorio di Materiali Lapidei	

### 8. Cinetica chimica

		Pre-requisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
<b>Leggi cinetiche</b>	<b>Velocità</b> di reazione e fattori che influenzano la velocità di reazione. legge cinetica, ordine di una reazione Effetto della temperatura: l'equazione di Arrhenius. Esempi numerici		X	ogni corso successivo di chimica -Lab. chimico di conservazione e trattamento dei materiali - Equilibri chimici e tecniche strumentali di analisi -MINERALOGIA	



				-Petrografia -Laboratorio di Materiali Lapidei	
<b>Teoria cinetica e meccanismi</b>	<b>Teoria degli urti</b> (collisioni), Teoria dello stato di transizione e Meccanismi di reazione		X	ogni corso successivo di chimica  Lab. chimico di conservazione e trattamento dei materiali - Equilibri chimici e tecniche strumentali di analisi	
<b>catalisi</b>	<b>Catalizzatori</b> omogenei ed eterogenei, esempi		X	catalisi dei processi di degrado	

### 9. I liquidi e soluzioni

		<b>Pre-requisito</b>	<b>Richiesto</b>	<b>Argomenti correlati nel CdS</b>	<b>Non necessario</b>
<b>Liquidi e solidi</b>	Forze di attrazione intermolecolare e passaggi di stato. Viscosità, Tensione superficiale, Capillarità, Evaporazione, Tensione di vapore, T di ebollizione e fusione,		X	solubilità e rimozione dei materiali artistici -MINERALOGIAi -Petrografia -Laboratorio di Materiali Lapidei	
	Trasferimento di calore nei liquidi, equazione di Clausius– Clapeyron Esempi numerici		X	ogni corso successivo di chimica -Petrografia -Laboratorio di Materiali Lapidei	
	Trasferimento di calore nei solidi, Sublimazione e tensione di vapore dei solidi		X	ogni corso successivo di chimica -Petrografia -Laboratorio di Materiali Lapidei	
	Diagrammi di stato liquidi puri, esempi		X	miscele di solventi -Petrografia -Laboratorio di Materiali Lapidei	
<b>dissoluzione</b>	Dissoluzione di solidi in liquidi, liquidi in liquidi (miscibilità), gas in liquidi Spontaneità del processo di dissoluzione. Effetto della temperatura e pressione sulla solubilità		X	solubilità e rimozione dei materiali artistici -Lab. chimico di conservazione e trattamento dei materiali - Equilibri chimici e tecniche strumentali di analisi -Petrografia Laboratorio di Materiali Lapidei	

<b>Proprietà colligative</b>	Proprietà colligative, Abbassamento della tensione di vapore e legge di Raoult. Pressione osmotica. Colloidi. Esempi numerici				X
	Proprietà colligative e dissociazione elettrolitica, elettroliti forti e deboli. Binomio di van't Hoff. Esempi numerici				X

### 10. Equilibrio chimico

		<b>Pre-requisito</b>	<b>Richiesto</b>	<b>Argomenti correlati nel CdS</b>	<b>Non necessario</b>
<b>equilibrio</b>	Derivazione termodinamica e cinetica dell'equilibrio chimico. Costante di equilibrio e quoziente di reazione. Alterazione di un sistema all'equilibrio: previsioni e principio di Le Chatelier Relazione tra $K_p$ , $K_x$ e $K_c$ . Esempi numerici		X	ogni corso successivo di chimica -Lab. chimico di conservazione e trattamento dei materiali - Equilibri chimici e tecniche strumentali di analisi	
	Equilibri omogenei in fase gassosa, pressioni parziali e costante di equilibrio, Esempi numerici		X	ogni corso successivo di chimica	
	Equilibri eterogenei. Esempi numerici		X	ogni corso successivo di chimica	
	Influenza della temperatura sull'equilibrio chimico. Esempi numerici		X	ogni corso successivo di chimica -Lab. chimico di conservazione e trattamento dei materiali - Equilibri chimici e tecniche strumentali di analisi	
<b>Equilibri ionici</b>	Equilibri ionici in soluzione, acidi e basi, elettroliti forti e deboli, costanti di ionizzazione per acidi e basi deboli monoprotici e poliprotici. $K_a$		X	ogni corso successivo di chimica -Lab. chimico di conservazione e trattamento dei	

	e Kb. Autoionizzazione dell'acqua, Kw e scale del pH e del pOH. Esempi numerici.			materiali - Equilibri chimici e tecniche strumentali di analisi -Petrografia -Laboratorio di Materiali Lapidari	
	Solvoli, Sali acidi e basi forti, Sali di basi/acidi forti e acidi/basi deboli. Reazioni di neutralizzazione. Reazioni acido-base, equilibri di idrolisi di Sali. Esempi numerici		X	ogni corso successivo di chimica -Lab. chimico di conservazione e trattamento dei materiali - Equilibri chimici e tecniche strumentali di analisi	
	soluzioni tampone e curve di titolazione. Effetto dello ione in comune e soluzioni tampone. Preparazione delle soluzioni tampone, Indicatori acido-base, Curve di titolazione. Esempi numerici.		X	ogni corso successivo di chimica -Lab. chimico di conservazione e trattamento dei materiali - Equilibri chimici e tecniche strumentali di analisi	
	Prodotto di solubilità Sali poco solubili, solubilità, effetto ione a comune, precipitazione frazionata Equilibri simultanei coinvolgenti composti poco solubili, Dissoluzione di precipitati. Esempi numerici		X	ogni corso successivo di chimica -Lab. chimico di conservazione e trattamento dei materiali - Equilibri chimici e tecniche strumentali di analisi	

### 11. Elettrochimica

		Pre-requisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
<b>Elettrochimica</b>	Conduzione elettrica, Elettrodi, pile ed elettrolisi, celle voltaiche, potenziali elettrodi standard		X	degrado e conservazione dei manufatti metallici - Lab. chimico di conservazione e trattamento dei materiali - Equilibri chimici e tecniche	

				strumentali di analisi	
	coulombometria e legge di Faraday dell'elettrolisi. Equazione di Nernst, esempi numerici		X	degrado e conservazione dei manufatti metallici -Lab. chimico di conservazione e trattamento dei materiali - Equilibri chimici e tecniche strumentali di analisi	
<b>corrosione</b>	<b>Corrosione</b> e protezione dalla corrosione, sovratensione, materiali elettrodi.		X	degrado e conservazione dei manufatti metallici	

### 3. Esempi di esercizi di esame/foglio esercizi

Esame (0) - BC 2022 - Codice Prova: 0000 - 0000

1) Due isotopi di un dato elemento avranno lo stesso numero di \_\_\_\_, ma un numero diverso di \_\_\_\_ nel loro nucleo

- A. protoni; neutroni
- B. elettroni; protoni
- C. protoni; elettroni
- D. neutroni; protoni
- E. elettroni; neutroni

2) Quanti protoni, elettroni e neutroni ha, rispettivamente il  $^{16}\text{O}$ ?

- A. 8, 8, 8
- B. 8, 18, 8
- C. 8, 10, 8
- D. 8, 14, 8
- E. 8, 18, 16

3) Indicare il tipo di ibridazione per l'atomo di S nella molecola  $\text{SF}_6$ :

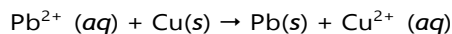
- A.  $sp^3 d^2$
- B.  $sp^2$
- C.  $sp^3$
- D.  $sp^3 d$
- E.  $sp$

4) L'angolo di legame nella molecola  $\text{NH}_3$  misura:

- A.  $107^\circ$
- B.  $104.5^\circ$
- C.  $120^\circ$
- D.  $109.5^\circ$
- E.  $95^\circ$

5) Qual è il pH all'equilibrio per una soluzione 0.515 M di  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (aq)?  
( $K_{a1} = 7.5 \times 10^{-3}$ ,  $K_{a2} = 6.2 \times 10^{-8}$ ,  $K_{a3} = 4.8 \times 10^{-13}$ )

8) Usare i dati di potenziali di semicella per calcolare il  $\Delta G^\circ$  della seguente reazione bilanciata:



Dati:  $E^\circ_{\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}} = -0.13$ ;  $E^\circ_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} = +0.34$

- A. +91 kJ
- B. -0.47 kJ
- C. +46 kJ
- D. -41 kJ
- E. -21 kJ

9) 25.0 mL di acido fluoridrico 0.150 M vengono titolati con  $\text{NaOH}$  0.150 M. Calcolare il pH al punto di equivalenza. La  $K_a$  dell'acido fluoridrico vale  $3.5 \times 10^{-4}$

- A. 8.17
- B. 10.83
- C. 3.17
- D. 7.00
- E. 10.17

10) Qual è la massa (in mg) corrispondente a 2.63 moli di nickel?

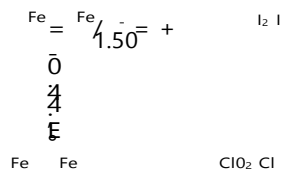
- A.  $1.54 \times 10^5$  mg
- B.  $2.23 \times 10^4$  mg
- C. 129 mg
- D.  $3.56 \times 10^5$  mg
- E. 44.8 mg

11) Qual è il più forte agente ossidante fra le specie seguenti?

Dati:  $E^\circ_{\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}} = +1.78$ ;  $E^\circ_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} = +0.77$ ;  $E^\circ_{\text{I}_2/\text{I}^-} = +0.54$ ;  $E^\circ_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}} = +1.51$

2 2 2 = + 0.54;  $E^\circ_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}} = +1.51$

2+ /



- A. 1.23
- B. 3.75
- C. 12.32
- D. 6.30
- E. 7.21

6) Calcolare la concentrazione molare di ioni idronio in una soluzione acquosa con pH = 9.85 a 25 °C.

- A.  $1.4 \times 10^{-10}$  M
- B.  $4.2 \times 10^{-10}$  M
- C.  $8.7 \times 10^{-10}$  M
- D.  $6.5 \times 10^{-5}$  M
- E.  $7.1 \times 10^{-5}$  M

7) Qual è il pH di una soluzione 0.046 M di acido debole HA contenente anche 0.0026 M in NaA? ( $K_a = 7.1 \times 10^{-6}$ )

- A. 3.90
- B. 8.36
- C. 6.40
- D. 5.15
- E. 7.22

- B. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (aq)
- C. Fe<sup>3+</sup> (aq)
- D. ClO<sub>2</sub> (g)
- E. I<sub>2</sub> (s)
- F. Fe (s)

12) Quando si devono riempire gli orbitali **degeneri** si colloca un elettrone su ciascun orbitale con spin paralleli e poi si completano gli orbitali semipieni. Questa affermazione è nota come:

- A. regola di Hund
- B. principio di esclusione di Pauli
- C. principio di Aufbau
- D. principio di indeterminazione di Heisenberg
- E. legge di Coulomb

13) Determinare il pH di una soluzione acquosa 0.62 M di NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> a 25 °C. La K<sub>b</sub> di NH<sub>3</sub> è  $1.76 \times 10^{-5}$ .

- A. 4.73
- B. 9.27
- C. 11.52
- D. 2.48
- E. 9.45

**14)** Calcolare la solubilità molare del  $\text{MgCO}_3$  in acqua pura.  $K_{ps}(\text{MgCO}_3) = 6.82 \times 10^{-6}$ .

- A.  $2.61 \times 10^{-3}$  M
- B.  $3.41 \times 10^{-6}$  M
- C.  $4.65 \times 10^{-3}$  M
- D.  $6.82 \times 10^{-6}$  M
- E.  $3.25 \times 10^{-4}$  M

**15)** Calcolare la solubilità molare del  $\text{AgBr}$  in una soluzione contenente  $\text{NaBr}$  0.150 M.  $K_{ps}(\text{AgBr}) = 7.70 \times 10^{-13}$

- A.  $5.1 \times 10^{-12}$  M
- B.  $3.9 \times 10^{-13}$  M
- C.  $5.8 \times 10^{-5}$  M
- D.  $8.8 \times 10^{-7}$  M
- E. 0.150 M

### RISPOSTE CORRETTE

- 1) A
- 2) A
- 3) A
- 4) A
- 5) A
- 6) A
- 7) A
- 8) A
- 9) A
- 10) A
- 11) A
- 12) A