

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

- Chimica generale ed Inorganica
- Fisica
- Matematica

Chimica Generale e Inorganica	
CdS	L-43 Tecnologie per la Conservazione e il Restauro dei Beni Culturali
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
Materia ed energia,	visione molecolare della materia. Misure, Unità di misura, esempi numerici	X		-MINERALOGIA -Laboratorio di Materiali Lapidei -Fondamenti Scienze Ambientali -Fondamenti di Archeometria -Petrografia	
Stati della materia,	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
nomenclatura	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	
Calcolo stechiometrico	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
Chimica nucleare	Chimica nucleare, stabilità nucleare, decadimento radioattivo, reazioni nucleari, Radionuclidi, Velocità di decadimento e semivita fissione e fusione		X	-tecniche di datazione	
Teorie atomiche	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	
Tavola periodica	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
Reazioni chimiche e reattività	Reazioni 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
Legame ionico e solidi	Legame ionico , 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	
Legame covalente	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	

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

6. I gas

		Pre- requisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Gas perfetti e reali	Leggi dei gas , 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	
miscela	Miscela gassosa : Legge di Dalton delle pressioni parziali, esempi numerici		X	ogni corso successivo di chimica	
Teoria cinetica	Teoria cinetico-molecolare , funzione di distribuzione		X	catalisi dei processi di degrado	

7. Termodinamica chimica

		Pre- requisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Termo dinamica e primo principio	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 ΔH e ΔE . 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	
Secondo principio	Secondo principio, della termodinamica spontaneità delle trasformazioni chimiche, Entropia, S e ΔS , 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, ΔG , 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
Leggi cinetiche	Velocità 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	
Teoria cinetica e meccanismi	Teoria degli urti (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	
catalisi	Catalizzatori omogenei ed eterogenei, esempi		X	catalisi dei processi di degrado	

9. I liquidi e soluzioni

		Pre-requisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Liquidi e solidi	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	
dissoluzione	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	

Proprietà colligative	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

		Pre-requisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
equilibrio	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	
Equilibri ionici	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
Elettrochimica	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	
corrosione	Corrosione 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}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 SF_6 :

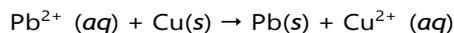
- A. $sp^3 d^2$
- B. sp^2
- C. sp^3
- D. $sp^3 d$
- E. sp

4) L'angolo di legame nella molecola NH_3 misura:

- A. 107°
- B. 104.5°
- C. 120°
- D. 109.5°
- E. 95°

5) Qual è il pH all'equilibrio per una soluzione 0.515 M di H_3PO_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 ΔG° 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 NaOH 0.150 M. Calcolare il pH al punto di equivalenza. La K_a dell'acido fluoridrico vale 3.5×10^{-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?

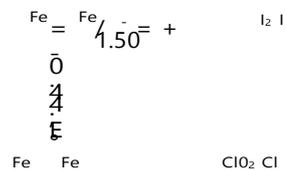
- A. 1.54×10^5 mg
- B. 2.23×10^4 mg
- C. 129 mg
- D. 3.56×10^5 mg
- E. 44.8 mg

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. 1.4×10^{-10} M
- B. 4.2×10^{-10} M
- C. 8.7×10^{-10} M
- D. 6.5×10^{-5} M
- E. 7.1×10^{-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. H₂O₂ (aq)
- C. Fe³⁺ (aq)
- D. ClO₂ (g)
- E. I₂ (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 NH₄NO₃ a 25 °C. La K_b di NH₃ è 1.76×10^{-5} .

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

14) Calcolare la solubilità molare del MgCO_3 in acqua pura. $K_{ps}(\text{MgCO}_3) = 6.82 \times 10^{-6}$.

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

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

- A. 5.1×10^{-12} M
- B. 3.9×10^{-13} M
- C. 5.8×10^{-5} M
- D. 8.8×10^{-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

Fisica	
CdS	L-43 Tecnologie per la Conservazione e il Restauro dei Beni Culturali
CFU	9
Ore	90
Semestre	I
Anno	II
Numero medio di studenti	60
Canalizzazione	No
Referente del Gruppo di Lavoro	Irene Di Palma

1. RESOCONTO

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

Criticità emerse
<p>Buona padronanza della Lingua Italiana. Conoscenza a livello universitario della Matematica; logaritmi ed esponenziali, potenze, percentuali, funzioni e loro rappresentazione grafica, angoli trigonometrici, derivate e integrali.</p> <p>L'uso di formulari, in corsi pregressi, per risolvere esercizi di derivate e integrali non aiuta la comprensione e memorizzazione della tecnica di risoluzione.</p> <p>Proposte per superare criticità in ingresso</p> <p>Per superare tale criticità viene spiegato in maniera sintetica quanto necessario per la risoluzione degli esercizi proposti.</p>

Azioni correttive proposte
<p>Il corso è suddiviso in spiegazioni ed esercitazioni, gli studenti che non hanno seguito tutte le lezioni e, in particolar modo quelle inerenti alla spiegazione dettagliata di risoluzione degli esercizi, possono avere in generale qualche criticità nelle prove scritte. Gli studenti vengono altresì sempre incoraggiati a recarsi al ricevimento o porre domande a lezione in caso di dubbi. Sono previsti due esoneri durante il corso, il primo inerente la meccanica e il secondo la</p>

termodinamica e l'elettromagnetismo.

Buone pratiche

Le lezioni frontali sono intervallate da esercitazioni in cui gli studenti sono posti dinanzi a problemi o esercizi da risolvere; ciascuno studente, tramite brainstorming, è libero di esprimere la propria idea. Ogni idea viene opportunamente analizzata con l'insegnante per giungere alla soluzione dell'esercizio. In tal modo, dato il testo di un problema, si riesce a definirlo, individuarne le specifiche e applicare correttamente gli strumenti studiati.

Il corso è diviso in tre macro aree: Meccanica, Termodinamica, Elettromagnetismo. Al termine di ognuna di esse vengono assegnati agli studenti degli esercizi facoltativi, il venerdì per il lunedì successivo, da consegnare al docente su base volontaria. Ciò permette al docente di essere consapevole dello stato di avanzamento delle conoscenze degli studenti, e consente agli studenti di maturare un bonus totale di 2 punti da sommare alla media del voto finale.

Note e commenti

Programma concordato

PROGRAMMA DETTAGLIATO

1. Unità di misura di lunghezza, massa e tempo. Analisi dimensionale. Notazione scientifica. Conversione di unità di misura. Errori di misura e operazione di media. Scalari e vettori. Somma e sottrazione di vettori. Prodotto scalare e vettoriale.
2. Posizione, distanza, spostamento. Velocità media e istantanea. Accelerazione media e istantanea. Equazioni del moto e loro applicazioni. Forza e massa. Prima, seconda e terza legge di Newton. Forza gravitazionale. Vincoli e forze d'attrito. Forza elastica. Moto circolare. Moto armonico.
3. Lavoro di una forza. Energia cinetica. Teorema dell'energia cinetica. Potenza. Forze conservative. Energia potenziale. Conservazione dell'energia meccanica. Quantità di moto e impulso. Urti elastici e anelastici. Conservazione della quantità di moto. Centro di massa.
4. Teoria cinetica dei gas. Calore e temperatura. Dilatazione termica. Scale termometriche. Calore e lavoro meccanico. Calore specifico. Diagrammi di fase. Calore latente. Conduzione, convezione, irraggiamento. Equazione di stato dei gas ideali. Il primo principio della termodinamica. Trasformazioni termodinamiche. Calore specifico di un gas ideale. Il secondo principio della termodinamica. Macchine termiche. Entropia.
5. Carica elettrica. La legge di Coulomb. Il campo elettrico. Legge di Gauss. Energia potenziale e potenziale elettrico. Conduttori. Condensatori e dielettrici. Corrente elettrica. Resistenza e legge di Ohm. Energia e potenza nei circuiti elettrici. Resistenze in serie e in parallelo. Condensatori in serie e in parallelo.
6. Il campo magnetico. Forza di Lorentz. Momento torcente magnetico. Legge di Ampere. Solenoidi. Magnetismo nella materia. Forza elettromotrice indotta. Flusso di campo magnetico. Legge di Faraday. Legge di Lenz. Lavoro meccanico ed energia elettrica. Tensioni e correnti alternate. Impedenza elettrica.
7. Caratteristiche delle onde. Onde sonore. L'effetto Doppler. Sovrapposizione e interferenza. Onde stazionarie. Produzione e propagazione onde elettromagnetiche. Esperimento di Fizeau. Spettro elettromagnetico. Energia delle onde elettromagnetiche. Polarizzazione.

8. Riflessione. Specchi piani e specchi sferici. Equazione degli specchi. Rifrazione. Lenti. Equazione delle lenti sottili. Dispersione. Interferenza. Esperimento di Young. Diffrazione. Risoluzione.

2. TABELLA SYLLABUS

1. Meccanica del punto materiale

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Sistemi di riferimento, campi scalari e vettoriali		X	-Mineralogia -Laboratorio di Materiali Lapidei -Valutazione del rischio Ambientale -Petrografia	
Prodotto scalare e vettoriale		X	-Valutazione del rischio Ambientale	
Derivata di un vettore	X			
Grandezze fisiche e unità di misura		X	-Mineralogia -Laboratorio di Materiali Lapidei -Valutazione del rischio Ambientale -Petrografia	
Posizione, velocità e accelerazione		X	-Valutazione del rischio Ambientale	
Sistemi inerziali e principio di inerzia		X	-Valutazione del rischio Ambientale	
Forza, massa inerziale e massa gravitazionale		X	-Petrografia -Laboratorio di Materiali Lapidei -Valutazione del rischio Ambientale	
Secondo principio della dinamica		X	-Mineralogia -Valutazione del rischio Ambientale	
Terzo principio della dinamica		X	-Mineralogia -Valutazione del rischio Ambientale	
Trasformazioni galileiane				X
Sistemi non inerziali e forze apparenti			-Valutazione del rischio Ambientale	X
Impulso e quantità di moto		X		
Momento angolare e momento di una forza		X		

Lavoro di una forza		X	Mineralogia	
Teorema dell'energia cinetica		X	Mineralogia	
Forze conservative e energia potenziale		X	Mineralogia	

2. Leggi delle forze

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Gravitazione (leggi di Keplero)		X		
Forza peso		X	-Mineralogia -Petrografia -Laboratorio di Materiali Lapidei	
Forze elastiche		X	-Mineralogia -Petrografia -Laboratorio di Materiali Lapidei -Valutazione del rischio Ambientale	
Attrito (statico e dinamico)		X	-Petrografia -Laboratorio di Materiali Lapidei -Valutazione del rischio Ambientale	
Moto circolare uniforme		X		
Moto circolare non uniforme				X
Oscillatore armonico				X

3. Sistemi rigidi

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Quantità di moto e momento angolare totali per un sistema di punti materiali		X		
Centro di massa		X	-Mineralogia	
Momenti di inerzia		X		
Teorema di Konig		X		
Energia cinetica di un sistema rigido		X		
Momento angolare rispetto ad un polo fisso		X		
Moto di un sistema rigido non vincolato		X		
Rotazione di un corpo rigido		X		

Moto di puro rotolamento		X		
Urti tra corpi estesi		X		

4. Fluidodinamica e termodinamica

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Fluidi				X
Densità, pressione,		X	-Mineralogia -Laboratorio di Materiali Lapidei -Petrografia -Valutazione del rischio Ambientale	
Idrostatica nel campo gravitazionale e principio di Archimede			-Petrografia -Laboratorio di - Materiali Lapidei -Valutazione del rischio Ambientale	
Teorema di Pascal		X		
Moto traslatorio e rotatorio		X		
Fluidi perfetti e teorema di Bernoulli				X

5. Termodinamica

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Temperatura e legge zero della termodinamica		X	-Mineralogia -Valutazione del rischio Ambientale	
Sistemi termodinamici e parametri di stato		X	-Mineralogia -Valutazione del rischio Ambientale	
Definizione operativa di calore. Parametri di stato intensivi ed estensivi.		X	-Mineralogia -Laboratorio di Materiali Lapidei -Valutazione del rischio Ambientale	
Trasformazioni termodinamiche		X	-Mineralogia -Fondamenti Scienze Ambientali -Fondamenti di Archeometria -Laboratorio di Materiali Lapidei -Petrografia	
Variabili di stato intensive ed estensive		X	-Mineralogia -Laboratorio di Materiali Lapidei	

Lavoro in termodinamica e rappresentazione grafica		X	-Mineralogia -Fondamenti Scienze Ambientali	
Dilatazione termica.		X	-Mineralogia	
Equivalenza calore-lavoro		X	-Mineralogia	
Prima legge della termodinamica		X	-Mineralogia -Fondamenti Scienze Ambientali -Fondamenti di Archeometria -Laboratorio di Materiali Lapidei -Valutazione del rischio Ambientale	
Gas perfetti e teoria cinetica		X	-Mineralogia -Valutazione del rischio Ambientale	
Equazione di stato e trasformazioni adiabatiche a P,V o T costante		X	-Mineralogia -Fondamenti di Archeometria -Laboratorio di Materiali Lapidei -Petrografia -Valutazione del rischio Ambientale	
Secondo principio della termodinamica		X	-Mineralogia -Fondamenti Scienze Ambientali -Valutazione del rischio Ambientale	
Ciclo di Carnot e teorema di Carnot		X		
Entropia		X	-Mineralogia -Fondamenti Scienze Ambientali	

6. Elettrostatica nel vuoto

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Gradiente di uno scalare, divergenza e rotore di un vettore				X
Integrale di linea e definizione di flusso		X		
Teorema di Stokes e della divergenza				X
Campi conservativi e campi solenodiali		X		
Cariche elettriche, legge di Coulomb, principio di sovrapposizione		X	-Mineralogia	

Teorema di Gauss, prima equazione di Maxwell		X		
Determinazione del campo elettrico per distribuzioni di carica planari, cilindriche e sferiche		X		
Potenziale elettrico, terza equazione di Maxwell, equazione di Poisson		X		
Lavoro ed energia potenziale		X	-Mineralogia	
Dipolo		X	-Mineralogia	
Energia elettrostatica di un sistema di cariche (discreto o continuo)		X		

7. Conduttori

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Proprietà dei conduttori: induzione, schermo elettrostatico, teorema di Coulomb		X	Teoremi di unicità per l'equazione di Poisson -Mineralogia	
Capacità di un conduttore		X		
Condensatori (serie e parallelo), energia elettrostatica		X		
Metodo delle cariche immagine				X

8. Elettrostatica in presenza di dielettrici

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Cenni ai meccanismi di polarizzazione		X		
Polarizzazione dei dielettrici		X		
Equazioni generali dell'elettrostatica in presenza di dielettrici		X		
Dielettrici omogenei ed isotropi				
Separazione tra due dielettrici		X		

9. Corrente elettrica stazionaria

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Densità ed intensità di corrente		X		
Equazione di continuità e corrente stazionaria		X		

Modello classico della conduzione elettrica		X		
Legge di Ohm, resistenza (serie e parallel)		X	-Petrografia -Valutazione del rischio Ambientale	
Leggi di Kirchoff		X		
Legge di Joule		X		
Forza elettromotrice		X		
Carica e scarica di un condensatore		X		

10. Magnetostatica nel vuoto

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Forza di Lorentz		X		
Moto di una particella carica in campo magnetico costante		X		
Forza agente su un circuito percorso da corrente (seconda formula di Laplace).		X		
Legge di Biot-Savart (prima formula di Laplace).		X		
Forza tra fili rettilinei		X		
Definizione di potenziale vettore, seconda equazione di Maxwell.		X		
Teorema della circuitazione di Ampere (forma integrale e differenziale)		X		

11. Magnetismo nella materia

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Permeabilità e suscettività magnetica			-Mineralogia	
Meccanismi di magnetizzazione			-Mineralogia	
Equazioni generali della magnetostatica				
Le sostanze diamagnetiche, paramagnetiche, ferromagnetiche			-Mineralogia	

12. Campi elettrici e magnetici variabili nel tempo

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Esperienze di Faraday. Legge di Lenz		X		
Terza equazione di Maxwell		X		

Mutua induttanza e autoinduttanza		X		
Circuito RL in chiusura ed apertura		X		
Energia di una induttanza		X		
Densità di energia del campo magnetico		X		
Quarta equazione di Maxwell e corrente di spostamento		X		
Circuito LC libero		X		

13. Onde elettromagnetiche e ottica fisica

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Onde sonore			-Mineralogia -Petrografia	X
L'effetto Doppler			-Mineralogia	X
Sovrapposizione e interferenza			-Mineralogia	X
Onde stazionarie		X	-Mineralogia	
Onde elettromagnetiche e polarizzazione		X	-Mineralogia -Laboratorio di Materiali Lapidei -Petrografia	
Spettro delle onde elettromagnetiche		X	-Mineralogia -Laboratorio di Materiali Lapidei -Valutazione del rischio Ambientale	
Luce e indice di rifrazione		X	-Mineralogia -Laboratorio di Materiali Lapidei -Petrografia	
Principio di Huygens-Fresnel		X	-Mineralogia	
Riflessione, rifrazione, dispersione		X	-Mineralogia -Laboratorio di Materiali Lapidei	
Lenti e equazioni delle lenti sottili		X	-Mineralogia -Laboratorio di Materiali Lapidei -Petrografia	
Diffrazione di Fraunhofer e Fresnel			-Mineralogia -Laboratorio di Materiali Lapidei	X
Il reticolo di diffrazione.			-Mineralogia -Laboratorio di Materiali Lapidei -Petrografia	X

14. Relativita' ristretta

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Trasformazioni di Galileo e di Lorentz				X
Postulati della relatività ristretta				X
Legge di composizione delle velocità				X

15. Altro argomento da segnalare

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario

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

Primo esonero

30 marzo 2021

Corso di laurea in Tecnologie per la Conservazione e il Restauro dei
Beni Culturali. Corso di Fisica. Prof. Irene Di Palma. A.A. 2020-2021

Esercizio 1

Un uomo lancia una pallina verso l'alto lungo una direzione che forma un angolo $\theta = 60^\circ$ con l'orizzontale e con velocità pari a $v_0 = 10$ m/s. Subito dopo il lancio l'uomo si incammina seguendo la pallina. Si assuma che la pallina venga lanciata da terra, ovvero si trascuri l'altezza dell'uomo.

- Calcolare gittata e tempo di volo della pallina.
- Inoltre, supponendo che l'uomo cammini con moto rettilineo uniforme, si determini la velocità che deve mantenere affinché la pallina gli ricada tra le mani.
- Supponendo che l'uomo cammini con moto rettilineo uniformemente accelerato calcolare quale deve essere la sua accelerazione affinché la pallina gli ricada tra le mani.

Esercizio 2

6. Una molla ideale di costante elastica $k = 500$ N/m, inizialmente compressa di una quantità $d = 22$ cm rispetto alla sua posizione a riposo, spinge una massa puntiforme $m_1 = 67$ g inizialmente ferma, su un piano orizzontale senza attrito nella direzione indicata in figura. Un'altra massa puntiforme $m_2 = 125$ g, inizialmente ferma su una rampa inclinata di un angolo $\theta = 30^\circ$ rispetto all'orizzontale, ad una quota h_0 dal livello del piano, è lasciata libera di scendere e, una volta raggiunto il piano, subisce un urto completamente anelastico contro la precedente, che si è staccata dalla molla. Dopo l'urto il centro di massa del sistema delle due particelle si muove sul piano con velocità $v = 4.6$ m/s, diretta verso la rampa. Calcolare:

- la velocità della massa m_1 al momento dell'urto;
- la quota iniziale h_0 da cui è scesa la massa m_2 ;
- quale distanza percorreranno le due masse lungo il piano inclinato prima di fermarsi.



Secondo esonero 25 maggio 2021

Corso di laurea in Tecnologie per la Conservazione e il Restauro dei
Beni Culturali. Corso di Fisica. Prof. Irene Di Palma. A.A. 2020-2021

Esercizio 1

2 moli di gas perfetto biatomico compiono il seguente ciclo termodinamico:
AB espansione isobara, BC espansione isoterma,
CD compressione isobara, DA compressione isocora.

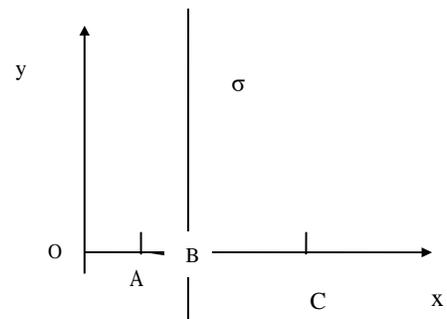
Si conoscono $V_A = 50 \text{ dm}^3$, $p_A = 2 \text{ atm}$, $V_B = 3 V_A$, $V_C = 5 V_A$.

- Disegnare il ciclo sul piano p-V;
- calcolare le coordinate termodinamiche (p,V,T) nei punti A, B, C e D;
- calcolare il calore scambiato ed il lavoro fatto dal gas nelle quattro trasformazioni;
- calcolare la variazione di energia interna del ciclo.

Esercizio 2

- Una lamina piana, uniformemente carica con densità superficiale positiva $\sigma = 4 \cdot 10^{-10} \text{ C/m}^2$ si trova a distanza $d = 10 \text{ cm}$ dall'origine di un sistema d'assi (x,y) ed è parallela all'asse y. Nell'origine O viene lasciata libera di muoversi una carica $q = -10^{-10} \text{ C}$, di massa $m = 10^{-12} \text{ g}$. Si determini, trascurando la forza peso:
 - il campo elettrostatico e la forza agente sulla carica q nel punto A = (d/2, 0), precisando direzione e verso;
 - la differenza di energia potenziale U(O)-U(A) tra O e A.
 - l'energia cinetica della carica q quando raggiunge la lamina in B.

$$[\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2]$$



Matematica

CdS	L-43 Tecnologie per la Conservazione e il Restauro dei Beni Culturali
CFU	9
Ore	90
Semestre	I
Anno	I
Numero medio di studenti	60
Canalizzazione	No
Referente del Gruppo di Lavoro	Flavio D'Alessandro

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

Una parte degli studenti sembrerebbe non possedere una buona padronanza della lingua italiana e una conoscenza di matematica di base: Aritmetica, proporzioni e percentuali, equazioni di 1 e 2 grado, equazione della retta

Azioni correttive proposte

Sono predisposte lezioni di recupero su alcuni degli argomenti sopra indicati; si invitano (e si stimolano) gli studenti a partecipare ai corsi svolti per il recupero dei debiti OFA. Si impostano le ore del tutoraggio in modo che seguano gli argomenti svolti durante la lezione e incrementare gli esercizi svolti durante i tutoraggi. Illustrare le tipiche difficoltà rispetto alle prove scritte/orali, inoltre non essendo svolti esoneri, durante la pausa per le prove in itinere del corso in Scienze Geologiche (corso mutuato), sono svolte lezioni di recupero su alcuni degli argomenti di matematica di base con particolare riferimento alle equazioni e disequazioni di primo e di secondo grado

Buone pratiche

La lezione si articola nel modo seguente: si introducono (in modo rigoroso) le definizioni degli oggetti studiati e si presentano poi esempi per illustrarne il significato, con particolare riferimento, quando questo è possibile, alla loro interpretazione geometrica; infine, si svolge

qualche esercizio per prendere dimistichezza con l'argomento. Altri esercizi sono proposti agli studenti alla fine della lezione; questi sono poi svolti nella lezione successiva.

Alcune lezioni della parte finale del corso sono organizzate per la preparazione dell'esame: sono, in particolare, rivolte al ripasso di alcuni argomenti trattati nel corso e allo svolgimento di esercizi tipo simili a quelli proposti nelle prove di esame.

Il corso non prevede prove intermedie. Le lezioni del periodo di pausa per le prove in itinere sono svolte per il ripasso di alcuni argomenti di matematica di base.

Note e commenti

Programma concordato

Elementi preliminari.

Insiemi di numeri e loro proprietà (N, Z, Q ed R); proprietà del sistema dei numeri reali; gli intervalli dell'asse reale; estremo superiore ed estremo inferiore di un insieme di numeri reali; funzione iniettiva, funzione suriettiva, prodotto di funzioni, funzione inversa e funzione invertibile; funzione modulo e sue proprietà; funzioni elementari e loro proprietà: funzione potenza e sua inversa, funzione esponenziale e funzione logaritmica, funzioni trigonometriche; equazioni e disequazioni di funzioni elementari; coordinate cartesiane di punti del piano e dello spazio; grafico di una funzione di una variabile reale.

Elementi di Calcolo differenziale ed integrale.

Successioni di numeri reali: definizione e proprietà; il concetto di limite di una successione convergente e di limite di una successione divergente; successioni limitate; limiti di alcune successioni elementari; il numero di Nepero; il principio di induzione su N ed applicazione al calcolo dei limiti.

Limite al finito di funzioni reali di variabile reale: esempi di funzioni convergenti e divergenti; criterio di esistenza per il limite di una funzione: legame con i limiti di successioni di numeri reali; limite destro e sinistro: esempi; proprietà dei limiti: limite della somma, del prodotto e del rapporto; forme indeterminate; calcolo di alcuni limiti notevoli.

Funzioni continue: definizione e proprietà; somma, prodotto e rapporto di funzioni continue; continuità della composizione di due funzioni continue e della funzione inversa; teorema di Weierstrass, teorema della permanenza del segno, teorema della esistenza degli zeri: enunciati dei teoremi ed esempi della loro applicazione alle funzioni continue.

Retta tangente al grafico in un punto; definizione di derivata prima: esempi e prime proprietà; esempi di funzioni non derivabili; calcolo della derivata delle funzioni elementari; derivata della somma, del prodotto e del quoziente di funzioni; derivata di una funzione composta e derivata della funzione inversa di una funzione invertibile; teorema del valore medio; la derivata in un punto di massimo o di minimo; derivata e monotonia: test della derivata prima; regole di de l'Hopital per il calcolo dei limiti; studio completo del grafico di una funzione: esempi; derivata di ordine superiore di una funzione.

Definizione di integrale definito di funzione continua; esempi e proprietà elementari; il teorema fondamentale del calcolo integrale ed il concetto di funzione primitiva; esempi ed esercizi

relativi al calcolo degli integrali indefiniti; metodi di integrazione per parti e per sostituzione; cenni alle equazioni differenziali.

L'insieme dei numeri complessi: definizione e prime proprietà; forma algebrica e rappresentazione trigonometrica dei numeri complessi.

Elementi di Algebra lineare.

Matrici e vettori: definizione e prime proprietà, somma e prodotto di matrici; sistemi lineari: metodo di sostituzione, metodo di eliminazione per righe di Gauss, concetto di matrice ridotta e di rango, teorema di Rouchè, Capelli; spazi vettoriali: definizione, esempi e prime proprietà; sottospazi di uno spazio vettoriale; dipendenza ed indipendenza lineare di vettori; sistema di generatori e basi di uno spazio vettoriale; trasformazioni lineari di uno spazio vettoriale: definizione, esempi e prime proprietà; rappresentazione matriciale di una trasformazione lineare.

2. TABELLA SYLLABUS

1. Matematica di base

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Aritmetica	x			
Proporzioni e percentuali	x		-Mineralogia -Fondamenti di Archeometria -Petrografia -Laboratorio di Materiali Lapidari	
Equazioni di 1 e 2 grado	x			
Insiemi numerici		x	-Informatica	
Retta reale e piano cartesiano		x	-Mineralogia -Petrografia -Laboratorio di Materiali Lapidari	
Geometria analitica nel piano e nello spazio		x	-Mineralogia -Petrografia -Laboratorio di Materiali Lapidari	
Numeri complessi		x		
Insiemistica e logica		x	-Informatica	
Dimostrazioni dirette, per assurdo e per induzione			-Mineralogia -Informatica	x
Combinatoria				x

2. Algebra lineare

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Vettori del piano e dello spazio		x	-Mineralogia	
Teoria degli spazi vettoriali		x		
Calcolo con matrici		x	-Mineralogia	
Determinante e rango		x		
Sistemi lineari		x	-Fondamenti di Archeometria	
Forme quadratiche				x

3. Funzioni

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Iniettività, suriettività, invertibilità		x	-Informatica	
Operazioni elementari sui grafici		x		
Simmetrie, periodicità		x	-Mineralogia	
Monotonia		x		
Funzioni affini, equazioni e disequazioni	x			
Funzione valore assoluto		x	-Informatica	
Polinomi di secondo grado	x			
Potenze e radici ennesime		x	-Informatica	
Potenze con esponente reale		x		
Esponenziali		x	-Informatica	
Logaritmi		x	-Informatica	
Funzioni trigonometriche		x	-Mineralogia	
Formule trigonometriche		x	-Mineralogia -Valutazione del rischio Ambientale	

4. Limiti

	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Concetto di limite	x		
Limiti notevoli	x		
Comportamento asintotico	x		
Successioni numeriche			x
Serie numeriche			x
Asintoti	x		
Continuità	x		
Classificazione delle discontinuità			x
Teoremi sulle funzioni continue (zeri, Weierstrass)	x		
Uniforme continuità			x
Infiniti, infinitesimi, confronto	x		

5. Derivate

	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Concetto di derivata	x	-Valutazione del rischio Ambientale	
Calcolo delle derivate	x		
Teoremi di base del Calcolo Differenziale (Fermat, Rolle, Lagrange)	x		
Convessità e concavità	x		
Studio di funzione	x		
Teoremi avanzati del Calcolo Differenziale (Hopital, Taylor)	x	-Valutazione del rischio Ambientale	

6. Integrali

	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Integrali definiti	x		
Funzioni integrabili			x
Primitive	x		
Teorema fondamentale del calcolo integrale	x		
Integrazione per parti	x		
Integrazione per sostituzione	x		

Integrazione delle funzioni razionali	x		
Ulteriori metodi di integrazione			x
Volume di solidi di rotazione			x
Area di superfici di rotazione			x
Lunghezza di un grafico			x

7. Equazioni differenziali

	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Teorema di esistenza e unicità generale	x		
Lineari del primo ordine	x		
Lineari del secondo ordine omogenee			x
Lineari del secondo ordine non omogenee			x
Variabili separabili			x
Solo qualche esempio applicativo			x

8. Biostatistica

	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Eventi casuali e probabilità		-Fondamenti di Scienze Ambientali	x
Probabilità condizionata e formula di Bayes			x
Distribuzioni discrete			x
Distribuzioni continue			x
Legge dei grandi numeri			x
Teorema del limite centrale			x
Statistica descrittiva			x
Test statistici		-Fondamenti di Scienze Ambientali	x
Uso di R			x
Uso di Excel	x	-Fondamenti di Archeometria -Petrografia -Laboratorio di Materiali Lapidari	

9. Altro argomento da segnalare

	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
--	-----------	-----------------------------	----------------

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

Calcolare i limiti seguenti (applicando eventualmente il Teorema di de l'Hopital)

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin(2x)}{x}, \quad \lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{x^3 - x^2 + x}{-2x + x}, \quad \lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{e^x + x}{x}$$

Determinare il valore di a in modo tale che

$$\int_a^{a+1} (3x^2 + 3) dx = 10$$

Calcolare l'integrale indefinito

$$\int x^2 e^x dx$$

Studiare la funzione

$$f(x) = \frac{x-1}{e^x}$$

Studiare la funzione

$$f(x) = x^3 - 2x^2 + x - 5$$