L-30 Fisica

- **Analisi**
- **Analisi vettoriale**
- **Geometria**
- **Chimica**

Analisi	
CdS	**Fisica**
CFU	9
Ore	90
Semestre	I
Anno	I
Numero medio di studenti	~100/canale
Canalizzazione	4 canali
Referente del Gruppo di Lavoro	Nadia Ansini

1. RESOCONTO

Calendario degli incontri
26/11/2021 – Assemblea CAD con discussione plenaria 06/12/2021 – Riunione tra Presidente CAD e i docenti di Analisi e Analisi Vettoriale 17/12/2021 – Discussione al Consiglio CAD

Criticità emerse

Osservazioni dei docenti di Analisi.

- Ci sono studenti in difficoltà, alcuni di loro attribuiscono le loro carenze alla scuola superiore di provenienza (liceo artistico, liceo musicale)
- Gli studenti non usufruiscono abbastanza della disponibilità del docente a fare ricevimento individuale o in piccoli gruppi sia durante lo svolgimento del corso che in preparazione degli appelli d'esame in tutto l'anno accademico. Tale atteggiamento non aiuta il docente a capire l'effettivo grado di apprendimento degli studenti durante il corso, lasciando al docente come unica opportunità di verifica l'esame finale.
- L'emergenza pandemica non ha consentito di svolgere le usuali prove in itinere, ci auguriamo che con il ritorno alla normalità si possano recuperare anche questi come strumenti di "comunicazione" tra docente e studenti.
- Fondamentale la presenza dei tutors che ci auguriamo possano essere selezionati in tempo per collaborare con docenti e studenti contestualmente all'inizio del corso. I tutors, in quanto studenti esperti, possono ricoprire il ruolo strategico di ponte tra studenti e docente soprattutto nei casi di gravi carenze. Lo studente inesperto del primo anno potrebbe sentirsi più a suo agio ad avere un primo confronto con uno studente senior. Certamente il tutor non può e non deve sostituire il docente nel suo ruolo di insegnante/educatore alla disciplina della matematica.

Osservazioni dei docenti di fisica e degli studenti.

- Calcolo differenziale e integrale per funzioni di più variabili. Già nei corsi del II semestre I anno e I semestre II anno, prima dunque di Analisi Vettoriale, i docenti di fisica utilizzano questo formalismo. Non sempre questi argomenti sono trattati nel corso di Analisi e questo può generare problemi.

Azioni correttive proposte
Per ovviare al problema delle carenze in matematica di base sono state prese in considerazione due opzioni: - Introdurre 3 CFU di tipo AAF su Matematica di base in alternativa a quella sulle Abilità Informatiche, secondo quanto fatto in alcuni corsi di laurea di area ingegneristica da svolgere in parallelo ad Analisi; - Proporre a tutte le matricole i pre-corsi di matematica di base offerti dalla Facoltà prima dell'inizio delle lezioni del I semestre. Per l'AA 22/23 la seconda opzione è già stata messa in atto. La prima opzione richiede invece una discussione più approfondita in Facoltà, si tratta di capire come conciliare questo nuovo AAF con l'attuale AAF in Abilità informatica. Potrà essere presa in considerazione nei prossimi anni accademici. Per ovviare al problema del completo svolgimento del programma che è considerato a rischio dato il monte ore disponibile, non sono state trovate soluzioni facilmente realizzabili. Un beneficio dovrebbe derivare comunque dai pre-corsi di matematica di base, la cui frequenza da parte degli studenti permetterebbe ai docenti di analisi di ridurre il numero di lezioni introduttive dedicate a richiami di argomenti di matematica delle scuole superiori.

Buone pratiche
Suggerimenti presenti sulle schede iniziali e/o discusse con i CdS

Note e commenti

Programma concordato
1. Fondamenti Cenni di insiemistica e di logica. Gli insiemi numerici e le loro proprietà. Il principio di induzione. Insiemi limitati, estremo inferiore e superiore. *2. Funzioni reali di variabile reale.* Dominio e codominio, iniettività e suriettività, composizione ed inversione, restrizioni ed estensioni. Funzioni reali di variabile reale. Grafici di funzione e operazioni elementari su grafici. Richiami sulle funzioni elementari: i polinomi, le funzioni razionali, il modulo, le funzioni trigonometriche, l'esponenziale. Composizione e inversione di funzioni. Funzioni invertibili e funzioni monotone. Inverse di potenze, funzioni trigonometriche ed esponenziali. *3. Successioni e serie.* Successioni di numeri reali. Definizione di limite. Proprietà delle successioni convergenti: combinazioni lineari, prodotti, operazioni razionali. Successioni divergenti ed oscillanti. Monotonia del limite. Forme indeterminate. Confronto di infiniti. Successioni monotone: caratterizzazione del limite in termini di estremo superiore/inferiore.

Definizione del numero di Nepero. Criterio del rapporto e gerarchia degli infiniti. Il teorema di Bolzano-Weierstrass per successioni limitate. Successioni convergenti ed insiemi chiusi. Successioni di Cauchy, criterio di Cauchy.
Serie numeriche: definizione e convergenza. Linearità. Condizione necessaria.
Serie a termini positivi. La serie geometrica, la serie armonica generalizzata. Criterio di confronto e del confronto asintotico. Criterio della radice e radice asintotico, rapporto e rapporto asintotico. Serie a termini di segno alterno: criterio di Leibniz. Serie a segno qualsiasi. Convergenza semplice e assoluta. La serie esponenziale.

4. Limiti e continuità.
Limiti di funzioni: definizione, esempi e controesempi. Operazioni con i limiti. Monotonia del limite. Teorema del confronto per i limiti di funzioni. Teorema ponte e criterio di non esistenza. Limiti infiniti e limiti all'infinito.
Limite destro e sinistro. Confronto di infiniti e di infinitesimi. Limiti notevoli. Funzioni continue. Classi di funzioni continue ed esempi di funzioni discontinue. Teorema dei valori intermedi e teorema di esistenza degli zeri.
Problemi di massimo e minimo su intervalli chiusi e limitati. Teorema di Weierstrass. Teoremi sulla continuità ed invertibilità delle funzioni (senza dim.)

5. Calcolo differenziale in una variabile.
Definizione di derivata. Generazione di funzioni derivabili: combinazioni lineari, prodotti, rapporti, composizione e inversione. Teorema di Rolle, teorema di Lagrange e teorema di Cauchy (senza dim.). Funzioni a derivata positiva, negativa, nulla. Punti stazionari, Teorema di Fermat, punti di massimo e minimo locale e globale. Criteri di convessità per funzioni derivabili una volta e per funzioni derivabili due volte. Problemi di massimo e minimo su intervalli illimitati. Ordine di infinito e ordine di infinitesimo. Teorema di de L'Hôpital. Funzioni convesse: definizione, interpretazione geometrica, esempi. Continuit\`a nei punti interni e monotonia del rapporto incrementale. Caratterizzazione delle funzioni convesse derivabili. Asintoti orizzontali, verticali e obliqui. Studio qualitativo del grafico di funzione.
Polinomio di Taylor: definizione, proprietà, resto. Espressione del resto in forma di Lagrange.

6. Integrale di Riemann e Integrale Improprio.
Problema del calcolo delle aree. Integrale definito. Proprietà dell'integrale: linearità, additività e monotonia. Teorema della media integrale. Integrabilità delle funzioni monotone. Uniforme continuità, teorema di Heine Cantor e integrabilità delle funzioni continue. Esempio di funzione non integrabile secondo Riemann: la funzione di Dirichlet.
Funzioni integrali: definizione e lipschitzianità. Le primitive. Teorema fondamentale del calcolo integrale e calcolo degli integrali indefiniti. Integrali elementari. Integrazione per sostituzione e per parti. Integrazione di funzioni razionali. Integrali impropri: integrazione di funzioni non limitate su domini limitati. Integrazione di funzioni su domini illimitati. Criteri di convergenza del confronto e del confronto asintotico, al finito e all'infinito. Integrabilità assoluta. L'integrabilità assoluta implica l'integrabilità. Criterio'integrale per le serie e Convergenza della serie armonica generalizzata.

7. Equazioni differenziali lineari.
Equazioni lineari del primo ordine con coefficiente costante. Equazioni lineari del secondo ordine a coefficienti costanti. Caso omogeneo: struttura dell'insieme delle soluzioni, determinazione di due soluzioni linearmente indipendenti. Caso non omogeneo: struttura

dell'insieme delle soluzioni, determinazione di una soluzione particolare attraverso il metodo di analogia. Caso di forzanti polinomiali, esponenziali, trigonometriche. Risonanza.

8. *Funzioni di più variabili.*

Struttura vettoriale di R^d, norma e sua proprietà e distanza euclidea. Cenni di topologia in R^d. Successioni di punti e nozione di convergenza. Legame tra la convergenza in R^d e la convergenza in R. Curve in R^d. Continuità e derivabilità. Vettore velocità. Grafico di una funzione di più variabili. Insiemi di livello. Continuità di funzioni di più variabili. Calcolo differenziale: derivate parziali, derivate direzionali.
Punti stazionari e condizione necessaria per punti di massimo e minimo relativo. Eventuali cenni su derivate successive e matrice Hessiana.

2. TABELLA SYLLABUS

NB: tutti gli argomenti selezionati come prerequisito o come richiesto, risultano indispensabili per tutti gli insegnamenti del CdS in Fisica.

1. Matematica di base

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Aritmetica	x			
Proporzioni e percentuali	x			
Equazioni di 1 e 2 grado	x			
Insiemi numerici	x			
Retta reale e piano cartesiano	x			
Geometria analitica nel piano e nello spazio	x			
Numeri complessi	trattato nel corso parallelo di Geometria			
Insiemistica e logica		x		
Dimostrazioni dirette, per assurdo e per induzione		x		

Combinatoria		x		

2. Algebra lineare

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Vettori del piano e dello spazio	Argomenti trattati nel corso parallelo di Geometria			
Teoria degli spazi vettoriali				
Calcolo con matrici				
Determinante e rango				
Sistemi lineari				
Forme quadratiche				

3. Funzioni

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Iniettività, suriettività, invertibilità		x		
Operazioni elementari sui grafici		x		
Simmetrie, periodicità		x		
Monotonia		x		
Funzioni affini, equazioni e disequazioni	x			
Funzione valore assoluto		x		
Polinomi di secondo grado	x			
Potenze e radici ennesime	x			
Potenze con esponente reale		x		

Esponenziali	x			
Logaritmi	x			
Funzioni trigonometriche	x			
Formule trigonometriche	x			

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		
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		

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	Argomenti di grande interesse per il CDS in Fisica, sono trattati nei corsi di Laboratorio, in particolare Laboratorio di Meccanica del I anno II semestre. E' necessario che il corso di Analisi fornisca le basi per la trattazione di questi argomenti.		
Probabilità condizionata e formula di Bayes			
Distribuzioni discrete			
Distribuzioni continue			
Legge dei grandi numeri			
Teorema del limite centrale			
Statistica descrittiva			
Test statistici			
Uso di R	Questi, e altri sistemi di calcolo, sono trattati nei corsi di Laboratorio. Non è necessaria un'introduzione nel corso di Analisi.		
Uso di Excel			

9. Altro argomento da segnalare

Cenni su funzioni vettoriali e di più variabili	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario

Curve parametriche	cenni		
Limiti e continuità in più variabili	cenni		
Gradiente	x		
Differenziabilità	x		

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

PROVA SCRITTA DI ANALISI (CANALE A-DEL) – 27 GENNAIO 2022

COGNOME: NOME:

MATRICOLA:

Esercizio 1 (4 punti)**.** Calcolare il limite

$$\lim_{x\to 0} \frac{\log(1+x^2) - \sin x^2}{x^4}.$$

Esercizio 2 (4 punti)**.** Determinare il carattere della serie

$$\sum_{k=0}^{+\infty} k^{47} \sin(e^{-k})$$

Esercizio 3 (3 punti)**.** Calcolare la derivata della funzione

$$f(x) = \frac{\arctan(1+e^{3x})}{x^2+1}$$

Esercizio 4 (8 punti)**.** Studiare la funzione

$$f(x) = \frac{\sqrt{1-4x^2}}{x}$$

determinandone il dominio, l'insieme di positività e gli zeri, i limiti negli estremi del dominio ed eventuali asintoti, il dominio della derivata e gli intervalli di crescenza e decrescenza, gli eventuali punti di massimo e di minimo, il dominio della derivata seconda e gli intervalli di concavità e convessità, disegnandone qualitativamente il grafico.

Esercizio 5 (5 punti)**.** Determinare tutte le primitive della funzione

$$f(x) = \frac{\sin(4\log x)}{x} - \frac{x^2}{1+4x^2}$$

Esercizio 6 (5 punti)**.** Determinare l'integrale generale dell'equazione differenziale

$$y'' + 2y' - 3y = 3e^{-x}$$

e verificare se l'equazione differenziale ammette soluzioni che soddisfano la proprietà

$$\lim_{x\to+\infty} y(x) = 0.$$

Esercizio 7 (4 punti)**.** Dimostrare il seguente enunciato: se f è una funzione continua in R tale che $f(0) > 0$ e

$$\lim_{x\to+\infty} f(x) = \lim_{x\to-\infty} f(x) = -\infty,$$

allora f ammette un punto di massimo assoluto x_0 e $f(x_0) > 0$.

Analisi Vettoriale

CdS	**Fisica**
CFU	9
Ore	84
Semestre	I
Anno	II
Numero medio di studenti	100/canale
Canalizzazione	3 canali
Referente del Gruppo di Lavoro	Francesca De Marchis, Flavia Lanzara, Andrea Terracina

1. RESOCONTO

Calendario degli incontri
26/11/2021 – Assemblea CAD con discussione plenaria 03/12/2021 – Riunione tra Presidente CAD e docenti di Analisi Vettoriale 06/12/2021 – Riunione tra Presidente CAD e docenti di Analisi e Analisi Vettoriale 17/12/2021 – Discussione al Consiglio CAD 22/12/2021 – Riunione tra Presidente CAD e docenti di Analisi Vettoriale e Modelli e Metodi Matematici della Fisica

Criticità emerse

Osservazioni dei docenti di Analisi Vettoriale.

- Dall'analisi degli OPIS e dai colloqui con gli studenti emerge che il corso è gradito ma ha un programma molto ampio rispetto ai 9 CFU assegnati. Per tale ragione si ritiene necessario che parte del programma sia trasferito al corso di Analisi.
- Includere nel programma del corso di Geometria (1 anno) i seguenti argomenti: studio del segno delle forme quadratiche, teorema di Sylvester e test degli autovalori (argomento presente nel programma ma non sempre trattato da tutti i canali); curve in forma parametrica, ascissa curvilinea, lunghezza di una curva; elementi di geometria elementare del piano e dello spazio (studio delle coniche e delle quadriche).
- Includere nel programma di Analisi (1 anno) i seguenti argomenti: elementi di topologia in R^n. Funzioni di più variabili. Continuità e derivabilità (argomento presente nel programma ma non sempre trattato da tutti i canali); integrali impropri in R (argomento non sempre trattato da tutti i canali, l'argomento non è presente nel programma).

Azioni correttive proposte

Si propone di assegnare dei tutori ai corsi di Analisi Vettoriale che svolgano gli esercizi assegnati settimanalmente agli studenti.
Nell'AA 22/23 è stato attribuita una posizione di tutor magistrale per il corso di Analisi Vettoriale.
Sarebbe utile fissare anticipatamente in accordo con gli altri docenti dei corsi del secondo anno le date degli esoneri.

Buone pratiche

Si suggerisce che i docenti di tutti i 4 canali del corso di Analisi, svolgano il programma da loro indicato nella scheda corrispondente fino al punto 8 incluso, almeno nelle sue linee generali.
Si suggerisce anche che i docenti di tutti i 4 canali del corso di Geometria svolgano il programma da loro indicato nella scheda corrispondente.

Note e commenti

Programma concordato

Elementi di topologia in R^N. Funzioni di più variabili. Funzioni continue, derivate direzionali, differenziabilità e formula di derivazione delle funzioni composte.

Teorema del differenziale totale, derivate seconde e teorema di Schwarz. Formula di Taylor in più variabili. Massimi e minimi liberi per funzioni di più variabili.

Teorema di Dini o teorema delle funzioni implicite, estremi vincolati: teorema dei moltiplicatori di Lagrange.

Curve, parametrizzazioni e sostegno di una curva. Integrali curvilinei di una funzione scalare.

Lavoro di un campo vettoriale. Rotore di un campo vettoriale, campi vettoriali irrotazionali. Campi vettoriali conservativi. Forme differenziali lineari chiuse ed esatte. Insiemi semplicemente connessi. Relazione tra campi conservativi e irrotazionali. Campi conservativi in domini con lacune.

Successioni uniformemente convergenti e continuità della funzione limite. Convergenza di serie di funzioni: puntuale, uniforme, assoluta, totale. Serie di potenze.

Misura di Lebesgue e integrale di Lebesgue in più variabili. Funzioni integrabili in senso improprio secondo Riemann e funzioni sommabili secondo Lebesgue. Integrali doppi e tripli e formule di riduzione. Cambiamento di variabili negli integrali doppi e tripli. Teorema di Guldino per il volume di solidi di rotazione.

Superfici regolari. Piano tangente, versore normale e superfici orientabili. Area di superfici. Teorema di Guldino per l'area di superfici di rotazione. Integrali di superficie. Flusso di un campo vettoriale attraverso una superficie.

Formule di Gauss-Green. Divergenza di un campo vettoriale. Teoremi della divergenza e del rotore (o di Stokes) nel piano e nello spazio.

Richiami su equazioni differenziali lineari a coefficienti costanti. Equazioni a variabili separabili, equazioni di Bernoulli, equazioni di Eulero, equazioni autonome. Problema di Cauchy: esistenza e unicità in piccolo, soluzione massimale, studio qualitativo di equazioni differenziali.

2. TABELLA SYLLABUS

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

Scritto di Analisi Vettoriale 24/01/2022
proff. F. De Marchis, F. Lanzara, A. Terracina

COGNOME, NOME e MATRICOLA:

DOCENTE: ⊗ De Marchis ⊗ Lanzara ⊗ Terracina

Istruzioni: il testo d'esame deve essere riconsegnato insieme all'elaborato, tutti i ragionamenti devono essere adeguatamente motivati!

Esercizio 1. Dimostrare che esistono due punti nella forma $(0, y_0)$ e $(0, y_1)$ intorno ai quali l'equazione

$$y^3 \sin(x) + y^2 - 2ye^x - 3 - x = 0$$

definisce implicitamente due funzioni $g_0(x)$ e $g_1(x)$ tali che $g_0(0) = y_0$ e $g_1(0) = y_1$.
Studiare il comportamento di $g_0(x)$ e $g_1(x)$ in un intorno di $x = 0$ (crescenza, decrescenza e natura degli eventuali punti critici).
Soluzione. Posto

$$f(x, y) = y^3 \sin(x) + y^2 - 2ye^x - 3 - x$$

i punti y_0 e y_1 sono soluzione dell'equazione

$$f(0, y) = y^2 - 2y - 3 = 0$$

da cui si trova $y_0 = -1$ e $y_1 = 3$. Essendo $f \in C^\infty(\mathbb{R}^2) \subset C^1(\mathbb{R}^2)$,

$$f_y(x, y) = 3y^2 \sin(x) - 2e^x + 2y, \qquad f_y(0, y) = 2y - 2, \qquad f_y(0, -1) = -4 \neq 0, \qquad f_y(0, 3) = 4 \neq 0$$

sono verificate le ipotesi del teorema delle funzioni implicite:
– esiste un'unica funzione $g_0(x)$ definita in un intorno I_0 di $x_0 = 0$ a valori in un intorno di $y_0 = -1$ tale che $g_0(0) = -1$ e definita implicitamente da $f(x, g_0(x)) = 0$; inoltre $g_0 \in C^\infty(I_0)$;
– esiste un'unica funzione $g_1(x)$ definita in un intorno I_1 di $x_1 = 0$ a valori in un intorno di $y_1 = 3$ tale che $g(0) = -3$ e definita implicitamente da $f(x, g_1(x)) = 0$; inoltre $g_1 \in C^\infty(I_1)$.
Si ha

$$f_x(x, y) = y^3 \cos(x) - 2e^x y - 1, \qquad f_x(0, y) = -1 - 2y + y^3, \qquad f_x(0, -1) = 0, \qquad f_x(0, 3) = 20.$$

e quindi

$$g_0'(0) = -\frac{f_x(0, -1)}{f_y(0, -1)} = 0, \qquad g_1'(0) = -\frac{f_x(0, 3)}{f_y(0, 3)} = -20/4 = -5 < 0.$$

In conclusione si ha che $x = 0$ e\` un punto critico per $g_0$; la funzione $g_1$ e\` decrescente in $x = 0$. Per studiare la natura del punto critico calcoliamo

$$f_{xx}(x, y) = y^3(-\sin(x)) - 2e^x y, \qquad f_{xx}(0, -1) = 2$$

e, dalla formula

$$g_0''(0) = -\frac{f_{xx}(0, -1)}{f_y(0, -1)} = -2/(-4) = 1/2 > 0,$$

si trova che $x = 0$ e\` un punto di minimo relativo per g_0.

Esercizio 2. Data la successione di funzioni

$$f_n(x) = \frac{x}{1 + 2^{-n} + \frac{x^2}{n^2}}$$

i. studiare la convergenza puntuale per $x \in$;

ii. dire se la convergenza e` uniforme in ;

iii. calcolare, giustificando i passaggi,

$$\lim_{n\to+\infty} \int_1^2 f_n(x)\,dx.$$

Soluzione. i. Fissato $x \in$, poiche´ $1 + 2^{-n} + \frac{x^2}{n^2} \to 0$ per $n \to +\infty$, $f_n(x) \to x$.

Dunque $f_n(x) \to x =: f(x)$, per $n \to +\infty$, per ogni $x \in$.

ii. Essendo

$$\sup_{x\in} |f_n(x) - x| = \sup_{x\in} |x| \left(\frac{2^{-n} + \frac{x^2}{n^2}}{1 + 2^{-n} + \frac{x^2}{n^2}} \right) \overset{x=n}{\geq} n \left(\frac{2^{-n} + 1}{1 + 2^{-n} + 1} \right) \xrightarrow{n\to+\infty} +\infty,$$

la convergenza non e` uniforme in .

iii. Nell'intervallo $[1, 2]$ le f_n convergono puntuamente a f, inoltre $|f_n(x)| \leq 2 =: h(x)$ per ogni $x \in [1, 2]$, con h sommabile in $[1, 2]$ quindi possiamo applicare il Teorema di Lebesgue e ottenere

$$\lim_{n\to+\infty} \int_1^2 f_n(x)\,dx = \lim_{n\to+\infty} \int_1^2 x\,dx = \frac{3}{2}.$$

<u>Alternativamente</u> possiamo verificare che le f_n convergono uniformemente a f in $[1, 2]$, infatti:

$$\sup_{x\in[1,2]} |f_n(x) - x| = \sup_{x\in[1,2]} |x| \left(\frac{2^{-n} + \frac{x^2}{n^2}}{1 + 2^{-n} + \frac{x^2}{n^2}} \right) \overset{(*)}{\leq} 2\left(2^{-n} + \frac{4}{n^2}\right) \xrightarrow{n\to+\infty} 0,$$

dove in $(*)$ abbiamo usato che in $[1, 2]$: $|x| \leq 2$ e $1 + 2^{-n} + \frac{x^2}{n^2} \geq 1$.

Perciò, essendo le f_n continue e uniformemente convergenti a f in $[1, 2]$ per il Teorema di passaggio al limite sotto il segno di integrale otteniamo che

$$\lim_{n\to+\infty} \int_1^2 f_n(x)\,dx = \lim_{n\to+\infty} \int_1^2 x\,dx = \frac{3}{2}.$$

Esercizio 3. Sia
$$T = \{(x, y, z) : \quad x^2 + y^2 \le z \le 3 + 2y\}.$$

i. Calcolare il volume di T.

ii. Posto $\mathbf{F} = (xy - 3x + e^z, (x^2 + 2y + \cos(x), 2\cos(x) + 4y))$, calcolare il flusso di $\mathbf{F}$ uscente da T.

iii. Calcolare il flusso di $\mathbf{F}$ attraverso le due superfici regolari che compongono la frontiera di T, orien-tandoil versore normale uscente da T.

Soluzione. i. T e` un dominio xy-normale. Per parametrizzarlo dobbiamo riuscire a descrivere l'insieme

$$D = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2 : x^2 + y^2 \le 3 + 2y\} = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2 : x^2 + (y - 1)^2 \le 4\},$$

si tratta dunque di una palla di raggio 2 centrata in $(0, 1)$.

Percio`

$$\begin{aligned} Vol(T) &= \iiint_T 1\, dx\, dy\, dz = \iint_D \left(\int_{x^2+y^2}^{3+2y} 1\, dz \right) dx\, dy \\ &= \iint_D (3 + 2y - x^2 - y^2)\, dx\, dy \\ &\underset{\substack{\text{coord. polari} \\ \text{centrate in } (0,1)}}{=} \int_0^{2\pi} \int_0^2 (4 - \rho^2)\rho\, d\rho\, d\theta = 8\pi. \end{aligned}$$

ii. Per calcolare il flusso uscente da T, essendo $\mathbf{F} \in C^1(\mathbb{R}^3)$, possiamo applicare il Teorema della divergenza. In questo caso

$$\operatorname{div} \mathbf{F}(x, y, z) = y - 1,$$

quindi

$$\begin{aligned} \Phi_T = \iiint_T \operatorname{div} \mathbf{F}(x, y, z)\, dx\, dy\, dz &= \iiint_T y - 1\, dx\, dy\, dz = \iint_D \int_{x^2+y^2}^{3+2y} (y - 1)\, dz\, dx\, dy \\ &= \iint_D (3 + 2y - x^2 - y^2)(y - 1)\, dx\, dy \\ &= \int_0^{2\pi} \int_0^2 (4 - \rho^2)\rho^2 \sin\theta\, d\rho\, d\theta = 0. \end{aligned}$$

iii. Le due superfici cartesiane che compongono la frontiera di T sono:

$$\Sigma_1 \begin{cases} x = x \\ y = y \\ z = 3 + 2y =: f(x, y) \end{cases} (x, y) \in D, \qquad \Sigma_2 \begin{cases} x = x \\ y = y \\ z = x^2 + y^2 =: g(x, y) \end{cases} (x, y) \in D,$$

entrambe risultano naturali essendo $f, g \in C^1(\mathbb{R}^2)$.

Per calcolare il flusso di $\mathbf{F}$ attraverso le due superfici calcoliamo il flusso attraverso Σ_1 e otteniamo il flusso attraverso Σ_2 per differenza con il flusso totale uscente calcolato al punto precedente.

Essendo $\mathbf{r_x} \wedge \mathbf{r_y} = (-f_x, -f_y, 1) = (0, -2, 1)$ orientato verso l'esterno di T

$$\Phi_1 = \iint_{\Sigma_1} \mathbf{F} \cdot \mathbf{n}\, dx\, dy = \iint_D \mathbf{F} \cdot (0 - 2, 1)\, dx\, dy = -\iint_D 2x^2\, dx\, dy = -2 \int_0^{2\pi} \int_0^2 \rho^3 \cos^2\theta\, d\theta\, d\rho = -8\pi.$$

In conclusione, poiche´ Σ_2 e` orientata con il versore normale uscente da T,

$$\Phi_2 = \Phi_T - \Phi_1 = 8\pi.$$

Esercizio 4. Dato il campo vettoriale

$$\mathbf{F}(x,y,z) = \left(\frac{x}{x^2+y^2+z^2+4} + x^2 - z^2,\ \frac{y}{x^2+y^2+z^2+4} + y^2 + z,\ \frac{z}{x^2+y^2+z^2+4} - x^2 + z^2\right)$$

e la curva

$$\gamma : z = x + 3y + 4, \quad x^2 + y^2 = 4$$

i. dire se la curva γ è regolare determinando un'opportuna rappresentazione parametrica;
ii. dire se il campo $\mathbf{F}$ è conservativo nel suo insieme di definizione;
iii. Calcolare l'area della superficie $z = x + 3y + 4,\ x^2 + y^2 \le 4$;
iv. calcolare la circuitazione del campo $\mathbf{F}$ lungo la curva γ, percorsa in verso antiorario se vista dall'alto.

Soluzione. i) La curva ammette rappresentazione parametrica

$$x(t) = 2\cos t, \quad y(t) = 2\sin t, \quad z(t) = 2\cos t + 6\sin t + 4, \quad t \in [0, 2\pi]$$

che risulta regolare avendo tutte le componenti di classe C^1 e essendo

$$\sqrt{(x'(t))^2 + (y'(t))^2 + (z'(t))^2} \ge \sqrt{(x'(t))^2 + (y'(t))^2} = 2 > 0 \quad \text{per ogni } t \in (0, 2\pi).$$

ii) $\mathbf{F} \in C^1(\mathbb{R}^3)$, quindi condizione necessaria affinché sia conservativo è che sia irrotazionale, ma

$$\frac{\partial F_3}{\partial y} - \frac{\partial F_2}{\partial z} = -1 \neq 0,$$

perciò possiamo concludere che il campo $\mathbf{F}$ non è conservativo.

iii) Possiamo parametrizzare Σ come

$$\Sigma : \begin{cases} x = x \\ y = y \\ z = x + 3y + 4 =: f(x,y) \end{cases} \quad (x,y) \in D = \{x^2 + y^2 \le 4\}.$$

Osserviamo che risulta regolare essendo una superficie cartesiana con $f \in C^1(\mathbb{R}^2)$. Essendo $\mathbf{r_x} \wedge \mathbf{r_y} = (-f_x, -f_y, 1) = (-1, -3, 1)$ e dunque $|\mathbf{r_x} \wedge \mathbf{r_y}| = \sqrt{11}$:

$$Area(\Sigma) = \iint_\Sigma 1\, d\sigma = \iint_D \sqrt{11}\, dx\, dy = \sqrt{11}\, 4\pi.$$

iv) Essendo $\mathbf{F} \in C^1(\mathbb{R}^3)$ possiamo applicare il teorema di Stokes. Inoltre essendo il versore normale $\mathbf{r_x} \wedge \mathbf{r_y}$ orientato in modo compatibile secondo Stokes al verso di percorrenza prescritto della curva γ ed essendo

$$\text{rot}\,\mathbf{F} = (-1, 2(x - z), 0)$$

abbiamo

$$\int_\gamma (\mathbf{F}, \mathbf{T})\, ds = \int_\Sigma (\text{rot}\,\mathbf{F}, \mathbf{N})\, d\sigma = \int_D \text{rot}\,\mathbf{F} \cdot (\mathbf{r_x} \wedge \mathbf{r_y})\, dxdy = \int_D (1 - 6(-3y - 4))\, dxdy = \int_D (25 + 18y)\, dxdy = 100\pi.$$

Esercizio 5.
Dato il problema di Cauchy

$$(1) \qquad \begin{cases} y' = 4t^3(1 - e^y) \\ y(0) = \log 2 \end{cases}$$

i. dire perche´ il problema (1) ammette un'unica soluzione locale.
Senza determinare esplicitamente la soluzione $y(t)$ si provi che:
ii. il punto $t = 0$ e` un punto di max locale per la soluzione y;
iii. la soluzione esiste in tutto ;
iv. esistono $\lim_{t\to\pm\infty} y(t)$ e calcolarli.
iv. Si determini esplicitamente la soluzione

Soluzione. i. Dato che $f(t, u) = 4t^3(1 - e^u) \in C^\infty(\quad^2) \subset C^1(\quad^2)$ si può applicare il teorema di Cauchy che assicura l'esistenza e l'unicita` locale della soluzione del problema.
ii. L'equazione differenziale ammette come soluzione costante $y_0(t) = 0$. Dato che due soluzioni distinte non possono intersecarsi, e il nostro dato iniziale $y(0) = \log 2 > 0$, la soluzione del problema di Cauchy rimarra` sempre positiva, da cui $(1-e^{y(t)}) < 0$ per ogni $t$ che si trova sull'insieme di definizione massimale $(a, b)$ della soluzione. Usando questa informazione otteniamo che $y'(t) < 0$ per ogni $t \in (0, b)$ e $y'(t) > 0$ per ogni $t$ $(\in a, 0)$. Da questo deduciamo che 0 e` un punto di massimo relativo per la soluzione.
iii. Dallo studio fatto nel punto ii. deduciamo anche che $y(0) = \log(2)$ e` anche massimo assoluto per la soluzione nel suo insieme di definizione. Per cui la soluzione $y(t)$ assume valori nell'intervallo $(0, \log(2)]$ $t\forall \in (a, b)$. Quindi per il teorema di esistenza globale (in ipotesi di limitatezza a priori) l'intervallo massimale e` tutto .
iv. Usando i punti precedenti (la monotonia, la limitatezza della soluzione e l'esistenza globale) deduciamo che esistono i limiti a $\pm\infty$ e vale

$$\lim_{t\to+\infty} y(t) = 4_+ \in [0, \log(2)), \qquad \lim_{t\to-\infty} y(t) = 4_- \in [0, \log(2)).$$

Se fosse $4^\pm \neq 0$ avremmo

$$\lim_{t\to\pm\infty} y'(t) = \lim_{t\to\pm\infty} 4t^3(1 - e^{y(t)}) = \mp\infty,$$

ma questo sarebbe assurdo contro il Teorema dell'asintoto, quindi

$$4^\pm = 0.$$

E' una equazione differenziale a variabili separabili:

$$\int \frac{dy}{1 - e^y} dy = \int 4t^3 dt,$$

da cui essendo

$$\int \frac{dy}{1 - e^y} dy = \int -\frac{-e^{-y}}{e^{-y} - 1} dy = -\log|e^{-y} - 1| \overset{\text{per } y>0}{=} -\log(1 - e^{-y})$$

otteniamo, grazie alla positivita` di $y(t)$ sopra discussa, che

$$-\log(1 - e^{-y(t)}) = t^4 + c \;\Rightarrow\; 1 - e^{-y(t)} = e^{-t^4 - c} \;\Rightarrow\; e^{-y(t)} = 1 - e^{-t^4-c}.$$

Imponendo la condizione iniziale abbiamo $e^{-y(t)} = 1 - \frac{1}{2}e^{-t^4}$, perciò

$$y(t) = -\log(1 - \tfrac{1}{2}e^{-t^4}).$$

Geometria	
CdS	**Fisica**
CFU	9
Ore	90
Semestre	I
Anno	I
Numero medio di studenti	100/canale
Canalizzazione	4 canali
Referente del Gruppo di Lavoro	

1. RESOCONTO

Calendario degli incontri
26/11/2021 – Assemblea CAD con discussione plenaria 10/12/2021 – Riunione tra Presidente CAD e docenti di Geometria 17/12/2021 – Discussione al Consiglio CAD

Criticità emerse
Osservazioni dei docenti di Geometria. - Sono presenti studenti con scarsissime conoscenze di matematica di base. - Compressione dei tempi per la didattica. Impossibilità di sostenere in maniera ragionevole le prove in itinere. - Tagliando opportunamente le dimostrazioni si potrebbe provare a trattare le rappresentazioni parametriche di curve e superfici (NON VARIETA' DIFFERENZIABILI). - Richiesto il calcolo in più variabili. Osservazioni scaturite dal confronto con docenti di fisica e studenti. - Matrici: diagonalizzazione e calcolo autovalori e autovettori: argomento di notevole impatto sulla fisica, sul quale alcuni studenti mostrano di essere in difficoltà nei corsi di fisica successivi. Si suggerisce di introdurre anche esercizi maggiormente articolati per poter risolvere problemi più complessi su questi argomenti. - Operatori autoaggiunti e teorema spettrale: argomento di notevole impatto che dovrebbe avere un posto di rilievo nel programma.

Azioni correttive proposte
Le prove in itinere sono una buona pratica da mantenere, ma spesso risulta difficile realizzarle per motivi di carattere logistico. Per quest'anno sarà tentata una organizzazione centralizzata come fatta per il II semestre.

Buone pratiche
Si sottolinea l'importanza e l'eccellenza del lavoro dei tutor, aiuto importante per l'efficacia didattica del corso.

Note e commenti

Programma concordato
Nozioni di base. Insiemi, funzioni, campi, polinomi. Il campo dei numeri complessi. Sistemi lineari. Eliminazione di Gauss, struttura delle soluzioni. Spazi vettoriali. Combinazioni lineari, sottospazi e sottospazi affini, indipendenza lineare, basi e generatori, dimensione, somma e intersezione, formula di Grassmann. Applicazioni lineari. Nucleo, immagine, Teorema della dimensione. Matrici. Algebra della matrici, matrici associate ad applicazioni lineari, rango, matrici invertibili, cambiamento di coordinate, determinanti. Diagonalizzazione. Autovalori ed autovettori, polinomio caratteristico. Forme bilineari. Prodotti scalari, prodotti hermitiani, basi ortogonali, Teorema di Sylvester, spazi vettoriali euclidei e hermitiani. Operatori autoaggiunti, isometrie lineari, Teorema Spettrale.

2. TABELLA SYLLABUS

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

Geometria
Primo Appello — Sessione Estiva
Corso di laurea in Fisica — A.A. 2021/2022
Canale A-Dal

DURATA: 2 ORE E 30 MINUTI

Paolo Bravi Simone Diverio

15 giugno 2022

Esercizio 1. Dato lo spazio vettoriale $\mathbb{R}_2[x]$ dei polinomi di grado minore o uguale a due a coefficienti reali, si considerino i sottospazi

$$U = \{p \in \mathbb{R}_2[x] \mid p(-1) = 0\},$$
$$V = \{p \in \mathbb{R}_2[x] \mid p(1) = 0\},$$
$$W = \{p \in \mathbb{R}_2[x] \mid p(0) = p'(0) = 0\}.$$

Determinare una base per $Z = U \cap V$ e una base per $Z + W$. Qual è la dimensione di $Z \cap W$?

Esercizio 2. Sia V uno spazio vettoriale reale di dimensione $\dim V = 3$, $\mathcal{B} = \{v_1, v_2, v_3\}$ una sua base, e $b : V \times V \to \mathbb{R}$ la forma bilineare simmetrica la cui matrice associata nella base $\mathcal{B}$ è data da

$$\begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ & & 1 \\ 0 & -1\ 1 & -0\ 1 \end{pmatrix}.$$

Determinare una base b-ortogonale di V, e dedurne la segnatura di b. Determinare una base per il nucleo $V^{\perp_b}$ di b, e un vettore non nullo b-isotropo che *non* appartenga a $V^{\perp_b}$.

Esercizio 3. Sia $L_A : \mathbb{C}^3 \to \mathbb{C}^3$ l’operatore lineare associato alla matrice

$$A = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ & 1 & 0 \\ 0 & & 1 \end{pmatrix}$$

Determinare lo spettro di L_A, e una base di $\mathbb{C}^3$ costituita da autovettori per L_A.

Determinare poi, se esiste, una base unitaria di $\mathbb{C}^3$ rispetto al prodotto hermitiano canonico costituita da autovettori per L_A.

Esercizio 4. Discutere al variare del parametro $k \in \mathbb{R}$ la compatibilità del seguente sistema lineare a coefficienti reali di 2 equazioni in 3 incognite:

$$\begin{cases} kx + y + z = k \\ x + ky + kz = k + 1. \end{cases}$$

Per i valori di k per i quali il sistema risulta essere compatibile, determinarne l'insieme delle soluzioni.

Esercizio 5. Sia $M_{2,2}(\mathbb{R})$ lo spazio vettoriale delle matrici quadrate di ordine 2 a entrate reali. Si consideri l'applicazione

$$\begin{aligned} T : M_{2,2}(\mathbb{R}) &\to M_{2,2}(\mathbb{R}) \\ X &\mapsto AX + XA, \end{aligned}$$

dove

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}.$$

Verificare che trattasi di applicazione lineare, e determinare una base per nucleo e immagine.

Chimica	
CdS	**Fisica**
CFU	6
ore	60
Semestre	II
Anno	I
Numero medio di studenti	100/canale
Canalizzazione	4 canali
Referente del Gruppo di Lavoro	Ida Pettiti

1. RESOCONTO

Calendario degli incontri
26/11/2021 – Assemblea CAD con discussione plenaria 02/12/2021 – Riunione tra Presidente CAD e i docenti di Chimica 17/12/2021 – Discussione al Consiglio CAD

Criticità emerse
Osservazioni dei docenti di Chimica. - L'insegnamento di CHIMICA è impartito nello stesso semestre degli insegnamenti di Meccanica e Laboratorio di Meccanica che hanno 12 CFU ciascuno e sono molto impegnativi. Gli studenti si preparano moltissimo sia per gli esoneri di questi corsi (smettendo quindi di frequentare le lezioni di CHIMICA a metà del semestre) che per l'esame finale e spesso tendono a trascurare la preparazione in CHIMICA. Vengono quindi a sostenere l'esame come fosse un "tentativo", di conseguenza la bocciatura o il rifiuto di un voto basso diventano quasi una prassi, così come il fatto di ripetere più volte la prova scritta e poi l'orale fino a raggiungere un risultato "accettabile". Con questa tendenza, il lavoro del docente per le sessioni di esame risulta molto più oneroso di quanto previsto. - Al momento non sono previsti esoneri causa Covid, ma fino all'A.A. 2018-19 li abbiamo fatti (2 esoneri per anno) riscontrando un'efficacia altalenante negli anni e dipendente dalla coorte di studenti. Osservazioni dei docenti di fisica e degli studenti. - C'è unanime consenso sul fatto che nella formazione di un fisico, in particolare di un fisico sperimentale, la conoscenza della chimica di base sia di estrema importanza. Tuttavia per gli studenti tende ad apparire come un "corpo estraneo". - Problema della collocazione e della parziale sovrapposizione di argomenti con corsi di fisica (termodinamica e meccanica quantistica) successivi.

Azioni correttive proposte
Da parte dei docenti di Chimica.

- L'unico suggerimento sarebbe quello di non erogare l'insegnamento di CHIMICA nello stesso semestre di Meccanica e Laboratorio di Meccanica.

Questa possibilità è stata presa in considerazione ma al momento non pare praticabile data la struttura del corso di laurea in Fisica.

Buone pratiche

Suggerimenti presenti sulle schede iniziali e/o discusse con i CdS

Note e commenti

Programma concordato

• Principi fondamentali della chimica: metodo scientifico, proprietà della materia, misura ed unità di misura, cifre significative. Elementi, composti e miscele, stati di aggregazione della materia, legge di Lavoisier, legge di Proust, teoria atomica di Dalton. Atomi e massa atomica. Concetto di mole, numero di Avogadro, Simboli degli elementi.
• Natura atomica della materia: particelle elementari, massa e carica delle particelle elementari, numero atomico, numero di massa, isotopi. Formula minima, molecolare e di struttura, peso atomico, peso molecolare, calcoli stechiometrici.
• Composti chimici, formule e nomenclatura: composti molecolari e ionici. Stato di ossidazione. Acidi basi e sali, formule chimiche, nomenclatura tradizionale e Iupac dei principali composti organici ed inorganici.
• Classi di reazioni chimiche: reazioni in fase gassosa ed in soluzione acquosa, reazioni acido base e redox. Reagente limitante. Calcolo stechiometrico, soluzioni e modi per esprimere la concentrazione. Bilanciamento delle reazioni redox: metodo ionico-elettronico. Esempi numerici.
• Stato gassoso: pressione, leggi dei gas ideali ed equazione di stato dei gas ideali, miscele gassose, legge di Dalton, gas reali. Esempi numerici.
• Struttura atomica: modello di Thomson, onde e spettro elettromagnetico, spettri atomici, equazione di Planck, effetto fotoelettrico, quantizzazione dell'energia, atomo di Bohr, cenni di meccanica ondulatoria, equazione di Schrodinger, numeri quantici, orbitali atomici, sistemi multi elettronici.
• Tavola periodica: configurazioni elettroniche degli elementi. Aufbau, proprietà periodiche degli elementi. Dimensioni di atomi e ioni. Energia di ionizzazione, affinità elettronica, elettronegatività e loro variazione nella tabella periodica.
• Legame chimico: teoria di Lewis, legame ionico. Legame covalente: ordine, lunghezza ed energia di legame; legame polare ed elettronegatività. Risonanza. Teoria del legame di valenza (VB), orbitali ibridi e forma delle molecole, teoria VSEPR, strutture di risonanza. Teoria degli orbitali molecolari (MO), metodi LCAO, applicazioni a molecole biatomiche omonucleari ed eteronucleari, ordine di legame. Proprietà magnetiche. Legame metallico. Teoria delle bande.
• Termochimica: calore e lavoro. Primo principio della termodinamica. Calore di reazione ed entalpia. Legge di Hess e sue applicazioni.
• Liquidi e solidi: forze intermolecolari e legami di van der Waals. Interazioni dipolari. Legame ad idrogeno Stato liquido. Solidi ionici, covalenti, metallici e molecolari. Energia reticolare, Ciclo di Born-Haber.

• Termodinamica: trasformazioni spontanee, secondo e terzo principio della termodinamica. Entropia. Trasformazioni reversibili ed irreversibili. Energia libera di Gibbs.
• Equilibrio chimico: equilibrio dinamico, criteri di spontaneità nei processi chimici, derivazione termodinamica della costante di equilibrio. Legge di azione di massa, Kp, Kx e Kc. Equilibri omogenei ed eterogenei. Principio di Le Chatelier, dipendenza dell'equilibrio dalla pressione, dal volume, dalle concentrazioni e dalla temperatura (legge di van't Hoff). Esempi numerici.
• Equilibri in soluzione: soluzioni di elettroliti, elettroliti forti e deboli, acidi e basi secondo Arrhenius, Brönsted-Lowry e Lewis; autoprotolisi dell'acqua, scala del pH. Forza degli acidi e delle basi, correlazione struttura-proprietà. Calcolo del pH di soluzioni di acidi (basi) forti e deboli. Idrolisi salina. Soluzioni tampone. Sali poco solubili: equilibri di solubilità, prodotto di solubilità Kps, effetto dello ione a comune. Esempi numerici.
• Cinetica chimica: velocità di reazione. Legge cinetica. Ordine di reazione. Dipendenza della velocità dalla temperatura (equazione di Arrhenius), energia di attivazione. Cenni sulla teoria delle collisioni.

Testi consigliati:
1) Kotz, Treichel, Townsend "Chimica" (EdiSES).
2) Whitten, Davis, Peck, Stanley "Chimica" (Piccin) + Wendy Keeney-Kennicutt "Manuale delle soluzioni per Whitten, Davis, Peck, Stanley's Chimica" (Piccin).

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		
Stati della materia,	Proprietà chimiche e fisiche, Trasformazioni chimiche e fisiche. Miscele, sostanze, composti ed elementi		X		
	Altro				

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		
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		
	Altro				

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			Fisica nucleare e subnucleare	
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	Struttura della materia; Meccanica quantistica	
	Orbitali atomici. Configurazioni elettroniche, struttura elettronica degli atomi, proprietà atomiche e periodicità		X		
Tavola periodica	metalli, non metalli, e metalloidi. Proprietà periodiche degli elementi, Raggi atomici, Energia di ionizzazione, Affinità elettronica, Raggi ionici, Elettronegatività.		X		
	Altro				

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		
	Bilanciamento delle reazioni e calcolo stechiometrico Esempi numerici		**X**		
	Altro				

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	Struttura della materia	

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.		X	Struttura della Materia, Fisica dello stato solido e della materia condensata	
	Trattazione degli orbitali molecolari, diagramma dei livelli energetici, ordine di legame. Molecole biatomiche omonucleari, biatomiche eteronucleari. Correlazione struttura e proprietà con esempi.		X		
metalli	**Legame metallico**, conduttori, semiconduttori e isolanti		X		
Interazioni deboli	**Legami deboli** e solidi molecolari, Legame idrogeno		X		
	Altro				

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	Termodinamica: leggi dei gas.	
miscele	**Miscele gassose:** Legge di Dalton delle pressioni parziali, esempi numerici		X		
Teoria cinetica	**Teoria cinetico-molecolare**, funzione di distribuzione		X		
	Altro				

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	Termodinamica: principi e fenomeni collegati.	

	Legge di Hess. Variazione di energia interna, relazione tra ΔH e ΔE. Esempi numerici		X		
Secondo principio	Secondo principio, della termodinamica spontaneità delle trasformazioni chimiche, Entropia, S e ΔS, terzo principio della termodinamica.		X		
	La variazione di energia libera, ΔG, e la spontaneità di una trasformazione. Influenza della temperatura sulla spontaneità di una trasformazione. Esempi numerici		X		
	Altro				

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		

Teoria cinetica e meccanismi	**Teoria degli urti**(collisioni), Teoria dello stato di transizione e Meccanismi di reazione		X		
catalisi	**Catalizzatori**omogenei ed eterogenei, esempi		X		
	Altro				

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.		X	Meccanica: tensione superficiale; Termodinamica: stati della materia e transizione di fase.	
Liquidi e solidi	Viscosità, Tensione superficiale, Capillarità, Evaporazione, Tensione di vapore, T di ebollizione e fusione,				
	Trasferimento di calore nei liquidi, equazione di Clausius–Clapeyron Esempi numerici				

	Trasferimento di calore nei solidi, Sublimazione e tensione di vapore dei solidi				
	Diagrammi di stato liquidi puri, esempi				
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				
Proprietà colligative	Proprietà colligative, Abbassamento della tensione di vapore e legge di Raoult. Pressione osmotica. Colloidi. Esempi numerici				
	Proprietà colligative e dissociazione elettrolitica, elettroliti forti e deboli. Binomio di van't Hoff. Esempi numerici				
	Altro				

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 Kp, Kx e Kc. Esempi numerici		X		
	Equilibri omogenei in fase gassosa, pressioni parziali e costante di equilibrio, Esempi numerici		X		
	Equilibri eterogenei. Esempi numerici		X		
	Influenza della temperatura sull'equilibrio chimico. Esempi numerici		X		
Equilibri ionici	Equilibri ionici in soluzione, acidi e basi, elettroliti forti e deboli, costanti di ionizzazione per acidi e basi deboli monoprotici e poliprotici. Ka e Kb. Autoionizzazione dell'acqua, Kw e scale del pH e del pOH. Esempi numerici.		X		

	Solvolisi, 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		
	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		
	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		
	Altro				

11. Elettrochimica

		Pre-requisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Elettrochimica	Conduzione elettrica, Elettrodi, pile ed elettrolisi, celle voltaiche , potenziali elettrodici standard			Elettromagnetismo: Fenomeni di conduzione elettrica	

	coulombometria e legge di Faraday dell'elettrolisi. Equazione di Nernst, esempi numerici				
corrosione	**Corrosione** e protezione dalla corrosione, sovratensione, materiali elettrodici.				
	Altro				

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

Si allega una prova scritta tipo (pre Covid)composta da: 6 esercizi, di cui uno obbligatorio per il superamento della prova stessa con nomenclatura chimica e formule di struttura ed uno consistente in una domanda teorica aperta a risposta breve (max 10 righe). Nel complesso la prova scritta è di difficoltà medio/facile.

Facoltà di Scienze M. F. N. - Corso di Laurea in Fisica
Prova Scritta Esame di Chimica 19/06/2019
<u>Durata: 3 ore</u>

ESERCIZIO 1 (obbligatorio)
a) Scrivere le formule di struttura dei seguenti composti, indicando geometria, angoli di legame ibridizzazione ed eventuali risonanze:

i) CO_2, ii) BCl_3, iii) SO_4^{2-}, iv) PCl_5.

b) Indicare il nome dei seguenti composti: $KClO_3$, $NaHSO_3$, NO_2, BaF_2.

ESERCIZIO 2 (max 10 righe)
Illustrare brevemente la teoria degli orbitali molecolari e scrivere il diagramma energetico degli orbitali molecolari della molecola di NO indicando l'ordine di legame e l'eventuale paramagnetismo.

ESERCIZIO 3
Bilanciare col metodo ionico-elettronico in forma ionica e molecolare la seguente reazione redox:

$$P(s) + HNO_3(aq) + H_2O(l) \rightarrow H_3PO_4(aq) + NO(g)$$

e si calcoli il volume di NO(g), a T= 25.0°C e P = 780 Torr, che si forma se si mettono a reagire 3.720 grammi di fosforo con 500 mL di una soluzione acquosa 0.300 M di HNO_3. Si consideri la reazione quantitativa. [PA(P) = 30.973 u.m.a.]

ESERCIZIO 4
Scrivere la reazione di formazione dell'etilene (C_2H_4) e calcolare il suo $\Delta H°_f$ a 25°C sapendo che, alla stessa temperatura, l'entalpia di combustione standard per C(s) è pari a - 393.5 kJ mol^{-1}, quella di H_2(g) è pari a - 285.8 kJ mol^{-1} e che bruciando alla pressione di 1 atmosfera 15.00 g di etilene si ottengono 754.5 kJ di calore. Scrivere tutte le reazioni di combustione coinvolte.
[Pesi atomici (u.m.a.): C = 12.01; H = 1.008]

ESERCIZIO 5
A 1000°C ed 1.00 atm la Kp della reazione $C(s) + 2H_2(g) \leftrightarrows CH_4(g)$ è 0.0158 atm^{-1}.
a) Calcolare le frazioni molari della miscela gassosa all'equilibrio.
b) Discutere brevemente se e come si sposta l'equilibrio del punto a) se si aggiunge i) C(s); ii H_2(g).

ESERCIZIO 6
Calcolare il pH di una soluzione ottenuta mescolando 200 mL di ammoniaca 0.200 M con 50.0 m di acido cloridrico 0.150 M. Scrivere tutte le reazioni che avvengono in soluzion [$K_b(NH_3)$=1.80x10^{-5}]

Esame orale: tipologia di domande, complessità della prova.

La prova orale è generalmente molto semplice e basata su una discussione della prova scritta con richiesta di chiarimenti eventuali riguardanti l'elaborato. Nel caso di prova scritta appena sufficiente, il docente può richiedere una prova orale più complessa, arricchita con 1 o 2 ulteriori domande riguardanti l'intero programma dell'insegnamento. Anche lo studente può richiedere una prova orale più consistente (1 o 2 domande aggiuntive) per migliorare, eventualmente, il voto della prova scritta.