

L-13 Scienze Biologiche

- **Calcolo e biostatistica + Metodi Matematici e Informatici per la Biologia**
- **Chimica generale e inorganica**
- **Fisica**

Calcolo e biostatistica (Modulo 1, 9 CFU) + Metodi Matematici e Informatici per la Biologia (Modulo 2, 3 CFU)

CdS	Scienze biologiche
CFU	12
ore	120 (Modulo 1, 84 ore) (Modulo 2, 36 ore)
Semestre	Primo + secondo
Anno	Primo
Numeromedio di studenti	450-500 (totali)
Canalizzazione	4 canali
Referente del Gruppo di Lavoro Nominato un GdL del CdS: Gianluca Panati, Andrea Ciccioli, Roberto Maoli, Carla Cioni (Referente in qualità di Presidente CdS)	Gianluca Panati

1. RESOCONTO

Calendario degli incontri

02/02/2022, 14/02/2022, 01/03/2022: incontri del GdL per impostare il lavoro e seguire gli stati di avanzamento. I componenti del GdL hanno inoltre avuto incontri intermedi con i docenti dei canali paralleli.

06/05/2022: terminata la compilazione delle schede insegnamento e delle tabelle syllabus concordate tra tutti i docenti dei canali paralleli, contenenti i suggerimenti dei docenti di materie affini di anni successivi (in particolare Fisica, Ecologia).

Da calendarizzare a settembre 2022 l'incontro collegiale con tutti i docenti CdS, i rappresentanti degli studenti, Preside e MD.

Criticità emerse

Criticità 1: Forte disomogeneità nella preparazione di base degli studenti.

Criticità 2: Il corso è molto concentrato sul primo semestre, con una certa sproporzione tra i contenuti al primo semestre e al secondo.

Criticità 3: Difficoltà a trovare docenti disponibili per la parte di MMIB.

Criticità 4: Presenza di studenti che seguono il corso senza sostenere l'esame, e spesso senza neppure frequentare il II modulo, in attesa di riprovare il test per l'ingresso ai corsi di Medicina.

Azioni correttive proposte

Suggerimento 1: Tutor OFA e tutor disciplinari in servizio fin dall'inizio del corso. Utilizzare le prime sessioni di tutorato per recuperare e consolidare la conoscenza dei prerequisiti (vedi TABELLA SYLLABUS) degli studenti meno preparati.

Suggerimento 2: Secondo i docenti di Matematica, potrebbe essere utile rivedere l'attuale divisione in moduli, prevedendo ad esempio due moduli da 60 ore: Calcolo al primo semestre, Biostatistica e MMIB al secondo semestre. Dopo un confronto con la Presidente CAD, è emerso che tale proposta è difficilmente praticabile, in quanto renderebbe ancora più intenso un secondo semestre già pesante. Inoltre, visto che molti studenti immatricolati in SB richiedono nel secondo semestre l'applicazione dell'art. 6 per sostenere due esami fuori facoltà, si potrebbe rischiare un ulteriore calo nella fluidità dell'esame.

Suggerimento 3: Per incoraggiare gli studenti a superare le verifiche dei due moduli a breve distanza di tempo (e, conseguentemente, aumentare la fluidità nominale del corso) si prevede di stabilire un vincolo temporale alla validità del voto conseguito in ogni modulo. In particolare, si intende prevedere che la verifica del modulo MMIB debba avvenire nello stesso anno accademico della verifica del modulo CBS, ossia entro il 31 gennaio dell'anno solare successivo. Questa modifica, facilmente implementabile dai docenti del corso, incoraggerà gli studenti a vedere i due moduli come parti correlate di un medesimo insegnamento, apprezzando le interconnessioni tra gli argomenti. La modifica al regolamento d'esame sarà inserita nella scheda GOMP del corso a partire dall'anno accademico 2022/23.

Buone pratiche

- 1) Avvio delle lezioni a partire dal 1° ottobre quando sono state quasi completate le procedure dei subentri.
- 2) Prove in itinere.
- 3) Tutorato OFA e tutorato disciplinare durante lo svolgimento del corso
- 4) Organizzazione di precorsi di matematica di tipo B (base) nelle settimane 5-9 e 19-23 settembre 2022 (a cura di docenti delle scuole secondarie superiori) nell'ambito del Piano straordinario di orientamento e tutorato 2022-2023 della Facoltà di SMFN.

Note e commenti

MODULO CBS

Matematica di Base. Numeri e operazioni algebriche; equazioni e disequazioni; rappresentazione geometrica dei numeri reali.

Algebra lineare. Vettori, rappresentazione geometrica, operazioni tra vettori. Matrici, sistemi di equazioni lineari e loro interpretazione geometrica.

Calcolo. Funzioni. Dominio e codominio di una funzione. Composizione di funzioni e funzione inversa. Lettura del grafico di una funzione. Funzioni lineari, esponenziali, logaritmiche: principali proprietà, rappresentazione grafica, utilizzo nella modellizzazione biologica. Grafici in scala logaritmica. Leggi a potenza e grafici in scala log-log.

Concetto di limite. Comportamento asintotico. Calcolo di limiti.

Rapporto incrementale e derivata di una funzione; significato geometrico di derivata, retta tangente. Approssimazione lineare delle funzioni. Regole di derivazione.

Teoremi di base del Calcolo Differenziale (Fermat, Rolle, Lagrange).

Crescenza e decrescenza di una funzione. Massimi e minimi.

Integrali definiti, significato geometrico e loro proprietà. Primitive. Teorema di Torricelli-Barrow/teorema fondamentale del calcolo. Calcolo di integrali per sostituzione e per parti.

Probabilità e biostatistica. Eventi casuali e probabilità: definizioni e proprietà fondamentali, eventi incompatibili. Probabilità uniforme. Probabilità condizionata, eventi indipendenti, formula di Bayes e test diagnostici. Ripetizioni di prove indipendenti e formula binomiale.

Variabili aleatorie: valore atteso, varianza, covarianza. Variabili aleatorie binomiali. Variabili aleatorie poissoniane. Variabili aleatorie continue, densità di probabilità, distribuzione di probabilità/probabilità cumulata. Variabili aleatorie uniformi, esponenziali, gaussiane. Legge dei grandi numeri e teorema del limite centrale.

[OPZIONALE: Distribuzioni log-normali].

MODULO MMIB

Statistica descrittiva. Variabili statistiche, frequenze e frequenze relative. Ortogrammi, istogrammi e altre rappresentazioni grafiche. Mediana e quantili, boxplot. Media aritmetica, varianza e deviazione standard. Covarianza e correlazione, retta di regressione.

Introduzione alla statistica inferenziale. Introduzione ai test statistici: test binomiale, z-test. Uso delle variabili normali nella statistica inferenziale. Test per le medie campionarie; test del chi-quadro per l'adattamento e per l'indipendenza.

Esempi rilevanti suggeriti

1. Tipi di crescita: lineare, esponenziale, logistica, con aspetti descrittivi e differenziali.
2. Concentrazioni e loro rappresentazione su assi logaritmici.
3. Leggi allometriche e loro rappresentazione in scala log-log
4. Test diagnostici
5. Distribuzioni spaziali poissoniane e non.
6. Distribuzioni log-normali delle concentrazioni.

2. TABELLA SYLLABUS

Nota esplicativa: Alcuni argomenti delle prime tre sezioni appaiono sia come prerequisiti che come argomenti richiesti nel programma d'esame. Si intende che la conoscenza elementare dell'argomento è presupposta come prerequisito, mentre una trattazione più approfondita del medesimo argomento è parte del programma del corso.

1. Matematica dibase

	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	X		
Numeri complessi				X
Insiemistica e logica	X	X		

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Aritmetica	X			
Dimostrazioni dirette, per assurdo e per induzione	X	X		
Combinatoria		X		

2. Algebra lineare

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Vettori del piano e dello spazio		X		
Teoria degli spazi vettoriali				X
Calcolo con matrici				X
Determinante e rango				X
Sistemi lineari (2incognite)		X		
Forme quadratiche				X

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	X		
Formule trigonometriche	X	X		

4. Limiti

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

5. Derivate

	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Concetto di derivata	X	Fisica, Ecologia	
Calcolo delle derivate	X	Fisica, Ecologia	

Teoremi di base del Calcolo Differenziale (Fermat, Rolle, Lagrange)	X		
	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Convessità e concavità			X
Studio di funzione	X		
Teoremi avanzati del Calcolo Differenziale (del'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 (vers. Torricelli-Barrow)	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 (cinetica primo ordine, moto in campo gravitaz.)	vedi sotto	Fisica, Chimica, Ecologia	

Note alla Sezione 7: Al momento nel programma del corso non è previsto di menzionare le Equazioni Differenziali. Tuttavia, nello svolgimento del programma, si potrebbe ipotizzare di presentare [qualche esempio rilevante per le applicazioni alla Fisica e all'Ecologia](#) (es: equazione di Newton, equazione cinetica del primo ordine,). Inoltre, visto nel corso di Chimica Generale Inorganica viene presentata l'[equazione di Schrödinger](#) stazionaria, potrebbe essere utile che gli studenti vedano in parallelo alcuni esempi di equazioni differenziali nel corso di Calcolo e Biostatistica. Da concordare tra i docenti dei corsi.

8. Biostatistica

	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Eventi casuali e probabilità	X		
Probabilità condizionata e formula di Bayes	X		
Eventi indipendenti	X		
Ripetizioni di prove indipendenti e formula binomiale	X		
Variabili aleatorie: media, varianza, covarianza	X		
Distribuzioni discrete	X		
Distribuzioni continue	X		
Legge dei grandi numeri	X		
Teorema del limite centrale	enunciato		
Statistica descrittiva	X		

Test statistici	X		
Uso di R			X
Uso di Excel o software equivalente	X		

Note di Panati alla Sezione 8: Gli argomenti in blu sono stati aggiunti da me (Gianluca Panati): in base all'esperienza maturata in una decade di insegnamento a Calcolo e Biostatistica li ritengo fondamentali per un corretto sviluppo della parte di biostatistica. Per quanto riguarda l'utilizzo del software statistico (Excel/Open Office versus R), la scelta di R porrebbe poi il problema di trovare tutor (e forse docenti) in grado di utilizzarlo con competenza. Abbiamo quindi optato per continuare ad utilizzare Excel/OpenOffice/LibreOffice.

9. Altro argomento da segnalare

	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario

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

Modulo 1: Calcolo e Biostatistica

La prova d'esame comprende una prova scritta, volta ad accertare le competenze di base, ed una prova orale. La **prova scritta**, della durata di 120 minuti, consiste di quesiti a risposta aperta, eventualmente preceduti da una preselezione mediante quesiti a risposta multipla.

La **prova orale** consiste in un colloquio di durata variabile che conduce – insieme alla prova scritta – alla definizione del voto complessivo del Modulo 1.

Sono previste due prove in itinere che, se superate con successo, permettono di accedere direttamente alla prova orale.

Modulo 2: Metodi Matematici e Informatici per la Biologia

L'esame consiste in un'unica **prova**, che prevede una parte scritta ed eventualmente esercizi da svolgersi con l'ausilio del calcolatore nel laboratorio informatico.

Determinazione del voto finale

Il voto finale è la media pesata dei voti ottenuti nei due moduli, con pesi proporzionali al numero di CFU (9/12 e 3/12 rispettivamente). Per ottenere la menzione di lode, è necessario aver ottenuto la menzione di lode nel Modulo 1 ed aver superato il Modulo 2 con almeno 30/30.

IMPORTANTE: La verifica del modulo MMIB deve avvenire **entro lo stesso anno accademico** della verifica del modulo CBS.

Si riportano due esempi di prove d'esame.

UNIVERSITÀ DI ROMA "LA SAPIENZA"
CORSO DI CALCOLO E BIostatistica

Docente: G. Panati. Esemplio di prova d'esame

Cognome, nome:

Si risolvano i seguenti esercizi, scrivendo sul foglio i passaggi essenziali e le soluzioni.

Es. 1. Studiare qualitativamente la funzione di variabile reale

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

In particolare, determinare: dominio massimale di definizione, segno, comportamento asintotico (limiti) alla frontiera del dominio, punti stazionari e loro natura. Si tracci il grafico qualitativo.

Es. 2. Si calcoli l'area della regione del piano cartesiano compresa tra il semiasse positivo delle ascisse e il grafico della funzione

$$f(x) = x \ln x$$

dove $\ln x$ indica il logaritmo naturale di x .

Es. 3. Uno studio sulla distribuzione degli orsi in un parco ha stabilito che ci sono, *in media*, 40 orsi ogni 1000 km² (dato ufficiale del PNALM). Si assuma che il numero di orsi per unità di superficie sia una variabile aleatoria con distribuzione di Poisson.

- (i) Qual' è la probabilità di trovare esattamente 2 orsi in una zona prefissata di area 10 km²?
- (ii) Consideriamo ora 5 diverse valli, aventi ciascuna un'area di 10 km². Quale è la probabilità di "trovare almeno un orso" in *almeno* 4 delle 5 valli? Si assuma che le osservazioni in valli diverse siano indipendenti.

LAUREA TRIENNALE in SCIENZE BIOLOGICHE
Esempio di prova scritta di CALCOLO E BIostatistica

ESERCIZIO 1. Si studi qualitativamente la funzione

$$f(x) = xe^{-x^2}$$

In particolare si determinino: dominio massimale di definizione, segno, intersezioni con gli assi, comportamento asintotico, eventuali punti stazionari (specificandone la natura). Si tracci inoltre un grafico qualitativo.

ESERCIZIO 2. Date le funzioni $f(x) = 4e^{2x}$ e $g(x) = 4$ rappresentare graficamente la superficie delimitata dai loro grafici e dalla retta $x = 2$. Calcolare l'area di tale superficie. (Il simbolo e indica il numero di Nepero).

ESERCIZIO 3. In una città italiana, ogni anno nevicata *mediamente* 2 volte. E' più probabile che nevichi meno di due volte, oppure che nevichi più di 3 volte.

ESERCIZIO 4. Un dado viene truccato in modo che, in un singolo lancio, la probabilità di ottenere un numero pari è uguale a 70%. Si eseguono cinque lanci consecutivi indipendenti. Calcolare:

- (i) la probabilità che nei cinque lanci escano sempre numeri pari;
- (ii) la probabilità che nei cinque lanci escano almeno due numeri dispari;
- (iii) si consideri ora un gioco in cui si vincono 2 monete se esce numero pari, mentre si perde una moneta se esce un numero dispari; sia V la variabile aleatoria che corrisponde alla vincita nei cinque lanci; calcolare il valore atteso di V .

Chimica generale e inorganica

CdS	Scienze biologiche
CFU	8 frontali + 1 esercitazioni
ore	84 (72+12)
Semestre	Primo
Anno	Primo
Numero medio di studenti	450-500 (totali)
Canalizzazione	4 canali
Referente del Gruppo di Lavoro Nominato un GdL del CdS: Gianluca Panati, Andrea Ciccioli, Roberto Maoli, Carla Cioni (Referente in qualità di Presidente CdS)	Andrea Ciccioli

1. RESOCONTO

Calendario degli incontri

02/02/2022, 14/02/2022, 01/03/2022: incontri del GdL per impostare il lavoro e seguire gli stati di avanzamento. I componenti del GdL hanno inoltre avuto incontri intermedi con i docenti dei canali paralleli.

06/05/2022: terminata la compilazione delle schede insegnamento e delle tabelle syllabus concordate tra tutti i docenti dei canali paralleli, contenenti i suggerimenti dei docenti di materie affini dello stesso anno e di anni successivi (in particolare Biologia cellulare e istologia, Fisica, Chimica organica, Chimica biologica).

Da calendarizzare a settembre 2022 l'incontro collegiale con tutti i docenti CdS, i rappresentanti degli studenti, Preside e MD.

Criticità emerse

L'unica criticità riguarda le carenze nella preparazione matematica di base.

In generale, trattandosi di matricole, si incontrano, come è normale, tutte le tipiche difficoltà di adeguamento del metodo di studio a quello necessario per frequentare con profitto un corso universitario. I tempi richiesti per questo processo di maturazione sono ovviamente variabili da persona a persona e vengono molto favoriti dalla continua interazione tra docente e studenti a lezione e nelle occasioni di incontro fuori dalla lezione (ricevimento in presenza o a distanza).

Azioni correttive proposte

Suggerimento 1. Considerata la sperimentata efficacia dell'attività di tutoraggio e la necessità di rafforzare in una parte degli studenti le conoscenze scolastiche di matematica, è importante anticipare i bandi per tutoraggio, soprattutto per quanto riguarda gli OFA, in modo che l'attività sia disponibile fin dall'inizio del corso. Per quanto riguarda il tutorato disciplinare, occorre che il

periodo di servizio dei tutor/borsisti copra per intero il semestre in cui si svolge il corso e la sessione d'esame invernale.

Suggerimento 2. Gli studenti devono essere incoraggiati con forza ad avvalersi dei colloqui con il docente, negli orari di ricevimento e su appuntamento (anche a distanza) per chiarire tempestivamente dubbi e problemi, sia sui contenuti del corso sia nell'impostazione del metodo di studio.

Buone pratiche

- 1. Tutorato disciplinare*
- 2. Prove in itinere, valutate molto positivamente dagli studenti. Lo svolgimento delle prove d'esonero precoci (metà ottobre-inizio novembre) è ritenuto importante per aiutare l'inserimento degli studenti nel percorso di formazione terziaria e abituarli allo studio di livello universitario.*

Note e commenti

Si è rilevato come gli argomenti in programma siano coerenti con gli obiettivi specifici del corso di studio. In particolare:

- La struttura molecolare, l'ibridazione degli orbitali, le conformazioni molecolari tridimensionali e i concetti basilari dell'equilibrio chimico sono di rilevante interesse per il corso di Chimica Organica.*
- Il concetto di legame chimico e i tipi di legame, la polarità dei legami, le forze intermolecolari, il pH sono di interesse per la Biologia Cellulare.*
- I concetti fondamentali di termodinamica, gli equilibri in soluzione acquosa, il pH, le proprietà colligative e i fondamenti di cinetica chimica sono di interesse per il corso di Chimica Biologica.*
- Gli elementi di termometria e calorimetria (temperatura, calore, calori specifici) e la descrizione del comportamento dei gas ideali (equazione di stato, cenni di teoria cinetica) possono essere di supporto per la Fisica (questi argomenti sono peraltro presenti anche nel programma di tale corso, al secondo semestre).*

Programma concordato

Nota. Tutti gli argomenti sono affrontati attraverso l'uso parallelo di tre approcci: uno macroscopico-fenomenologico che introduce lo studente alle proprietà misurabili e alla definizione di leggi e principi; uno microscopico interpretativo che fornisce una rappresentazione meccanicistica di ciò che accade sulla scala atomico-molecolare e infine un approccio simbolico numerico che permette al ragazzo di scoprire e imparare il linguaggio della chimica fatto di elementi, sostanze e reazioni.

1. Leggi fondamentali della Chimica, teoria atomico-molecolare, sistema periodico, relazioni molari e ponderali nelle reazioni chimiche, calcoli stechiometrici (17 ore frontali, 2 ore di esercitazioni)

Introduzione al corso: campo di studio della Chimica e obiettivi del corso. Cenni storici. Le leggi ponderali della Chimica, la teoria atomico-molecolare.

Stati di aggregazione della materia; elementi e atomi; i composti e le molecole. La struttura essenziale dell'atomo; numero atomico, numero di massa, isotopi; massa atomica; la tavola periodica e le proprietà chimiche degli elementi; i composti: massa molecolare; il concetto di mole; costante di Avogadro. Classificazione dei composti inorganici e principali regole di nomenclatura. Reazioni chimiche semplici e loro bilanciamento. Rapporti molari e ponderali. Composizione percentuale in peso; determinazione della formula minima di un composto;

formula minima e formula molecolare; concetto di formula di struttura. Reazioni chimiche semplici e loro bilanciamento; il reagente limitante. La resa teorica e percentuale.

2. Struttura atomica e molecolare, legame chimico (14 ore frontali, 2 ore di esercitazioni)

Struttura dell'atomo: cenni storici. Spettri atomici di emissione ed assorbimento. Atomo di Bohr e quantizzazione dell'energia. Il principio di indeterminazione. Il dualismo onda-particella. Il modello probabilistico. Atomi idrogenoidi: descrizione quantomeccanica. I numeri quantici. Funzioni d'onda e orbitali. Costruzione (Aufbau) della struttura elettronica degli atomi: principio di esclusione di Pauli e regola di Hund; struttura elettronica esterna e proprietà periodiche degli elementi (energia di ionizzazione; affinità elettronica; raggio atomico; proprietà metalliche; proprietà magnetiche).

Il legame chimico: teoria del legame di valenza (VB); gli elettroni di valenza e la notazione di Lewis; regola dell'ottetto; il legame covalente; l'elettronegatività degli elementi; il legame ionico; la polarità dei legami e delle molecole; trasferimento elettronico e legame ionico; il concetto di numero di ossidazione; reazioni di ossidoriduzione e loro bilanciamento con il metodo ionico-elettronico; carica formale; risonanza. Teoria della repulsione tra coppie di elettroni (VSEPR); la forma delle molecole. Eccezioni alla regola dell'ottetto: specie radicaliche, specie difettive, espansione di valenza. La sovrapposizione degli orbitali. Legami covalenti sigma (σ) e pi greco (π); ibridazione degli orbitali atomici; legame metallico. Il concetto di delocalizzazione. Teoria degli orbitali molecolari (cenni generali).

3. Termodinamica chimica (4 ore frontali, 2 ore di esercitazioni)

Calore e lavoro. Primo principio; energia interna ed entalpia. Capacità termica, calore di reazione e calorimetro. Termochimica: entalpie di reazione e di formazione. Stati standard. Principio di Hess. Processi reversibili e irreversibili. L'entropia e il secondo principio; la spontaneità delle trasformazioni. Il terzo principio della termodinamica e l'entropia assoluta. L'energia libera di Gibbs.

4. Stati di aggregazione della materia e loro proprietà: solidi, liquidi, gas, soluzioni (10 ore frontali, 2 ore di esercitazioni)

Lo stato gassoso. Equazione di stato del gas ideale; miscele gassose ideali: frazioni molari e pressioni parziali. Teoria cinetica molecolare: curve di distribuzione dell'energia cinetica e interpretazione microscopica della temperatura. Legge di Graham e calcolo della massa molare. I gas reali e l'equazione di van der Waals. Le forze intermolecolari. Il legame a idrogeno. Proprietà chimico-fisiche dei liquidi (temperatura di ebollizione, entalpia di evaporazione, tensione di vapore e sua dipendenza dalla temperatura: equazione di Clausius-Clapeyron). Il calore specifico. Calore e passaggi di stato; diagramma di riscaldamento di una specie pura a pressione costante; diagramma di stato di specie chimiche pure (H_2O); struttura e proprietà dell'acqua.

Stati di aggregazione della materia: i diversi tipi di solidi e le loro caratteristiche. Ciclo di Born-Haber. Descrizione reticolare: NaCl, CsCl, ZnS.

Le soluzioni e le loro proprietà; unità di misura della concentrazione; conversione fra le diverse unità di misura della concentrazione; solubilità; termodinamica di soluzione; legge di Henry; le proprietà colligative (innalzamento ebullioscopico, abbassamento crioscopico; abbassamento della tensione di vapore; pressione osmotica); le soluzioni di elettroliti forti e deboli; concentrazione analitica e particellare delle soluzioni; la determinazione della massa molecolare dei soluti; il coefficiente di van't Hoff.

5. Equilibri chimici omogenei ed eterogenei. Acidità delle soluzioni (18 ore frontali, 3 ore di esercitazioni)

Gli equilibri chimici omogenei in fase gassosa; il quoziente di reazione e la costante di equilibrio; il principio di Le Chatelier; i diversi tipi di costante di equilibrio; energia libera di Gibbs e costante di equilibrio; temperatura e costante d'equilibrio (l'equazione di van't Hoff). Equilibri eterogenei coinvolgenti gas e solidi/liquidi puri.

Gli equilibri in soluzione; le reazioni di trasferimento protonico e gli equilibri acido-base (definizioni di Arrhenius e Brønsted); le costanti dei processi di trasferimento protonico; correlazioni tra struttura e comportamento chimico per gli acidi e le basi; acidi e basi di Lewis. Il pH delle soluzioni acquose; acidi e basi forti e deboli; le soluzioni tampone; acidi poliprotici, idrolisi salina con effetto acido/base, anfoteri. Titolazioni.

Solubilità dei sali. Prodotti di solubilità. Effetto delle ioni in comune, effetto del pH, effetto della complessazione. Precipitazione frazionata.

6. Elettrochimica (4 ore frontali, 1 ora di esercitazioni)

Conversione di energia chimica in energia elettrica. Pile chimiche e a concentrazione. Potenziali standard di riduzione e loro uso. Equazione di Nernst e spontaneità di una reazione redox.

Esempi di fenomeni biologici con implicazioni elettrochimiche. La misura potenziometrica del pH; processi di corrosione (cenni); elettrolisi (cenni).

7. Cinetica chimica (3 ore frontali)

Velocità di reazione, ordine di reazione, teoria delle collisioni, legge di Arrhenius; energia di attivazione; meccanismo di reazione; catalisi; catalisi enzimatica.

8. Cenni di chimica inorganica sistematica (2 ore frontali)

Preparazione e comportamento chimico degli elementi dei gruppi principali

2. TABELLA SYLLABUS

Nota: Molti argomenti appaiono sia come prerequisiti sia come argomenti richiesti nel programma d'esame. Si intende che la conoscenza elementare dell'argomento è presupposta come prerequisito, mentre una trattazione più approfondita del medesimo è parte del programma del corso.

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	X	Fisica	
Stati della materia,	Proprietà chimiche e fisiche, trasformazioni chimiche e fisiche. Miscele, sostanze, composti ed elementi	X	X	Fisica	

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	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	X		
-------------------------------	---	---	---	--	--

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, BCI	X
Teorie atomiche	Particelle fondamentali, isotopi. Equazione di Planck, spettri atomici, atomo di Bohr, natura ondulatoria dell'elettrone. La visione quantomeccanica dell'atomo, numeri quantici.	X	X	Fisica, BCI	
	Equazione di Schrödinger		X		
	Orbitali atomici. Configurazioni elettroniche, struttura elettronica degli atomi, proprietà atomiche e periodicità.	X	X		
Tavola periodica	Metalli, nonmetalli, e metalloidi. Proprietà periodiche degli elementi, Raggi atomici, Energia di ionizzazione, Affinità elettronica, Raggi ionici, Elettronegatività.	Cenni	X		

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	X	BCI	
	Bilanciamento delle reazioni e calcolo stechiometrico Esempi numerici	X	X		

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.	X	X		
	Impacchettamento, cenni di cristallografia		X		
Legame covalente	Distanze, angoli ed energie di legame, formule di Lewis, regola dell'ottetto, cariche formali,	X	X	BCI, Chimica organica,	

	risonanza, teoria del legame di valenza. Legame covalente polare e non polare. Ibridazione, Struttura di legame di semplici molecole inorganiche.			Chimica biologica	
	Teoria della repulsione delle coppie elettroniche dellostrato di valenza, geometria molecolare.		X		
	Trattazione degli orbitali molecolari, diagramma dei livelli energetici, ordine di legame. Molecole biatomiche omonucleari, biatomiche eteronucleari. Correlazione struttura e proprietà con esempi.		X(cenni)		
Metalli	Legame metallico , conduttori, semiconduttori e isolanti	X	X		
Interazioni deboli	Legami deboli e solidi molecolari. Legame idrogeno	X	X	BCI, Chimica biologica	

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, esempi numerici	X	X	Fisica	
	Deviazioni dall'idealità e equazione di van der Waals.		X		
miscele	Miscelugassose : Legge di Dalton delle pressioni parziali, esempi numerici		X		
Teoria cinetica	Teoria cinetico-molecolare, funzione di distribuzione	X	X	Fisica	

7. Termodinamica chimica

		Pre-requisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Termo dinamica e primo principio	Calore e lavoro, energia, primo principio della termodinamica, termochimica, entalpia, calorimetria. Equazioni termochimiche.	X	X	Chimica Biologica	
	Stati standard e variazioni di entalpia standard.		X	Chimica Organica, Chimica Biologica	
	Legge di Hess. Variazione di energia interna, relazione tra ΔH e ΔE . Esempi numerici		X	Chimica Organica, Chimica Biologica	
Secondo principio	Secondo principio della termodinamica, spontaneità delle trasformazioni chimiche, Entropia, S e ΔS .	cenni	X	Chimica Organica, Chimica Biologica	
	Terzo principio della termodinamica		X		
	La variazione di energia libera, ΔG , e la spontaneità di una trasformazione. Influenza della temperatura sulla		X	Chimica Organica, Chimica Biologica	

	spontaneità di una trasformazione. Esempi numerici				
--	--	--	--	--	--

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	Chimica Biologica Chimica Organica	
Teoria cinetica e meccanismi	Teoria degli urti (collisioni),		X	Chimica Biologica, Chimica Organica	
	Teoria dello stato di transizione e Meccanismi di reazione			Chimica Biologica, Chimica Organica	
Catalisi	Catalizzatori omogenei ed eterogenei, esempi			Chimica Biologica Chimica Organica	

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. Evaporazione, Tensione di vapore, temperatura di ebollizione e fusione	X	X	Chimica biologica	
	Viscosità, tensione superficiale, capillarità				X
	Trasferimento di calore nei liquidi. Esempi numerici		X		
	Equazione di Clausius– Clapeyron		X		
	Trasferimento di calore nei solidi, sublimazione e tensione di vapore dei solidi		X		
	Diagrammi di stato liquidi puri, esempi		X		
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	cenni	X		
Proprietà colligative	Proprietà colligative, Abbassamento della tensione di vapore e legge di Raoult. Pressione osmotica. Esempi numerici		X		
	Colloidi		X		
	Proprietà colligative e dissociazione elettrolitica, elettroliti forti e deboli. Binomio di van't Hoff. Esempi numerici	X	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	X	Chimica Organica, Chimica biologica	
	Equilibri omogenei in fase gassosa, pressioni parziali e costante di equilibrio, Esempi numerici	X	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. K_a e K_b . Autoionizzazione dell'acqua, K_w e scale del pH e del pOH. Esempi numerici.	X	X	BCI, Chimica organica, Chimica biologica	
	Solvólisi, 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	X	BCI, Chimica biologica	
	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	X	BCI, Chimica biologica	
	Prodotto di solubilità Sali poco solubili, solubilità, Esempi numerici	X	X		
	Effetto ione a comune, precipitazione frazionata Equilibri simultanei coinvolgenti composti poco solubili, Dissoluzione di precipitati.		X		

11. Elettrochimica

		Pre-requisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Elettrochimica	Conduzione elettrica, elettrodi, pile ed elettrolisi, celle voltaiche, potenziali elettrodi standard	X	X	BCI, Fisiologia generale	
	Coulombometria e legge di Faraday dell'elettrolisi. Equazione di Nernst, esempi numerici		X		
Corrosione	Corrosione e protezione dalla corrosione, sovratensione, materiali elettrodi.		X (cenni)		

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

Prova scritta d'esame. Esercizi numerici di stechiometria e quesiti di chimica generale a risposta multipla o a risposta aperta. Tipicamente 30 esercizi a risposta multipla da svolgere in 90 minuti o in alternativa 4-5 esercizi a risposta aperta da svolgere in 90 minuti. Livello di difficoltà degli esercizi: medio (rispetto a quelli svolti durante il corso).

Prove di esonero. Esercizi numerici di stechiometria e quesiti di chimica generale a risposta multipla o a risposta aperta. Tipicamente 30 esercizi a risposta multipla da svolgere in 90 minuti o in alternativa 4 esercizi a risposta aperta da svolgere in 60-80 minuti. Livello di difficoltà degli esercizi: medio (rispetto a quelli svolti durante il corso).

Esame orale. Domande di teoria e applicazioni specifiche. Particolare cura nella verifica delle competenze di nomenclatura, stechiometria dei composti e delle reazioni, analisi delle strutture elettroniche, costruzione delle strutture molecolari secondo la teoria del legame di valenza di Lewis, costruzione di modelli tridimensionali delle molecole, principi dell'equilibrio chimico, risposta alla dissoluzione in solvente acquoso di specie chimiche, calcolo del pH, celle galvaniche.

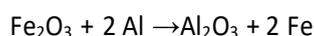
Si riportano due esempi di prove d'esame

Chimica Generale e Inorganica (Scienze Biologiche, canale A-C)

Prova scritta del 31 gennaio 2022

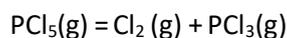
1. Si vuole raddoppiare la pressione osmotica di una soluzione 0.050 M di dicloruro di magnesio (MgCl_2) mediante aggiunta di glucosio ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$). Calcolare la massa di glucosio da aggiungere a 250.0 mL di soluzione (il volume della soluzione si può considerare invariato a seguito dell'aggiunta del glucosio).

2. Si consideri la seguente reazione, che si può considerare completa:



Calcolare: a) il $\Delta_f H^\circ$ e b) la quantità di ferro che si forma mettendo a reagire 150.0 g di alluminio con 790.0 g di Fe_2O_3 . ($\Delta_f H^\circ (\text{Fe}_2\text{O}_3) = -822.5 \text{ kJ/mol}$; $\Delta_f H^\circ (\text{Al}_2\text{O}_3) = -1669.8 \text{ kJ/mol}$)

3. In un recipiente di volume fissato si introducono del pentacloruro di fosforo, PCl_5 , a una pressione non nota e cloro elementare, Cl_2 , alla pressione di 2.00 bar. Una volta raggiunto l'equilibrio di dissociazione



si osserva che la pressione parziale di Cl_2 è arrivata al valore di 2.40 bar. Sapendo che alla temperatura considerata la K_p dell'equilibrio è pari a 0.250, si calcoli la pressione iniziale di PCl_5 .

4. Dopo averne individuato il catodo e l'anodo, calcolare la forza elettromotrice (FEM) a 25 °C della pila a idrogeno così strutturata:



sapendo che $K_a(\text{HNO}_2) = 4.5 \cdot 10^{-4}$

5. Scrivere le principali formule di risonanza dello ione clorito, ClO^- , calcolare la carica formale su ciascun atomo e dedurre la geometria delle coppie elettroniche di valenza e dello scheletro molecolare.

PROVA SCRITTA DI CHIMICA GENERALE E INORGANICA

CdL Scienze Biologiche

Nome e Cognome	Matricola	e-mail
----------------	-----------	--------

Esercizio 1. Trovare il pH della soluzione ottenuta miscelando 10 mL di una soluzione acquosa 0.1 M di idrossido di sodio con un volume di 20 mL di una soluzione acquosa di acido fluoridrico 0.1 M ($\text{p}K_{\text{aHF}}=2.96$; si assumano i volumi come perfettamente additivi)

Esercizio 2. Trovare la solubilità molare di SrF_2 a 25°C sapendo che $K_{\text{ps}}=4.3 \cdot 10^{-9}$.

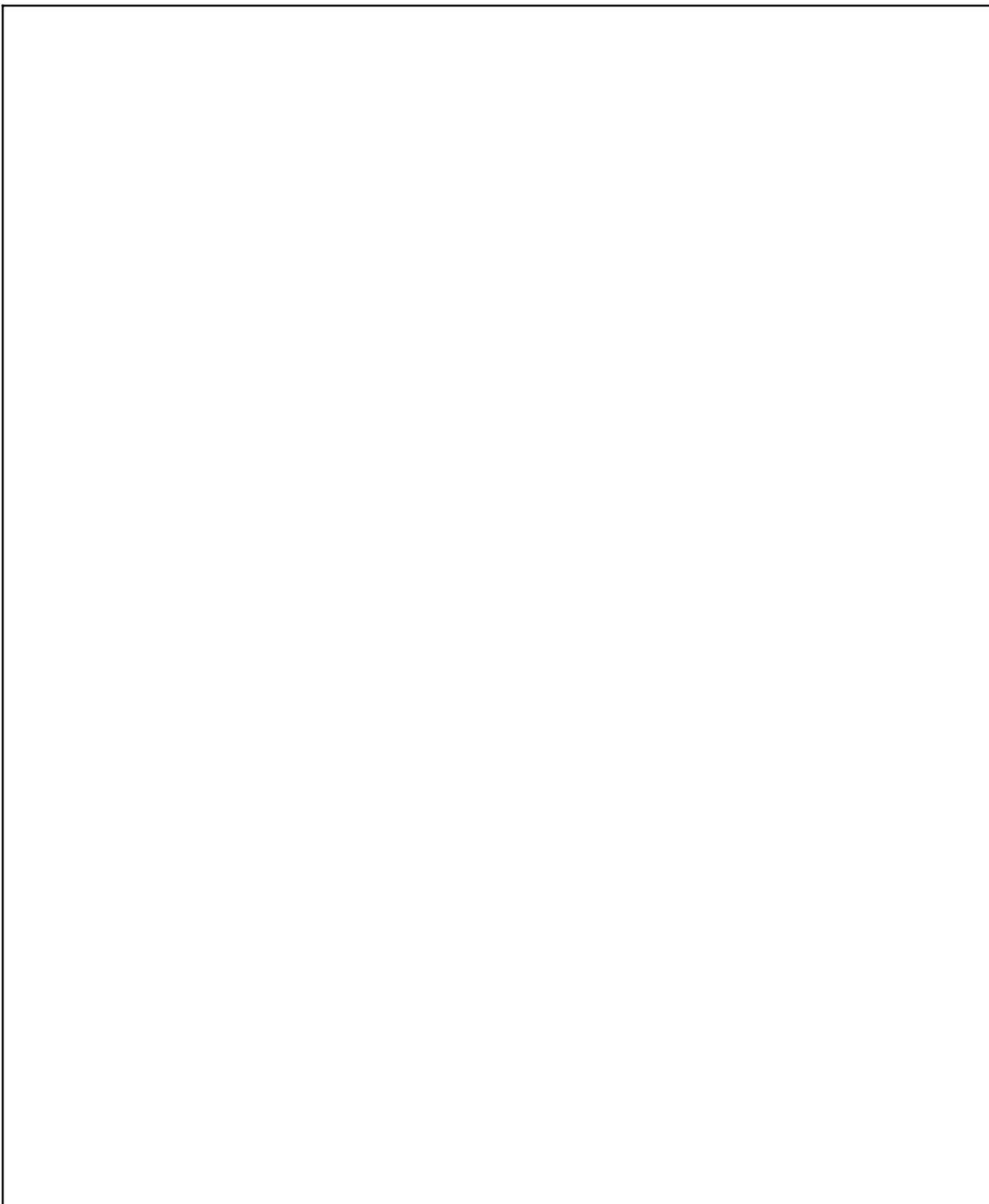
Esercizio 3. A 37°C l'energia libera del processo $2BH_3(g) \leftrightarrow B_2H_6(g)$ è pari a -88.83 kJ/mol. Calcolare la costante di equilibrio termodinamica a 37°C.

Esercizio 4. Bilanciare con il metodo ionico-elettronico la seguente reazione redox in forma molecolare: $NaMnO_4 + H_2O + SnO \rightarrow MnO_2 + NaOH + SnO_2$

Esercizio 5. Disegnare nello spazio tridimensionale le seguenti piccole molecole organiche identificando **(a)** le geometrie locali (tetraedrica, trigonale, etc.), **(b)** le ibridizzazioni (sp^3 , sp^2 , etc.) degli atomi di C, N, O (laddove presenti), e **(c)** evidenziando i frammenti planari (almeno 4 atomi complanari) attorno ai doppi legami

Acido acetico (CH_3COOH)

Anidride carbonica (CO_2)



Esercizio 6. Scrivere le principali formule di risonanza dello ione nitrito, NO_2^- , calcolare la carica formale su ciascun atomo e dedurre la geometria delle coppie elettroniche di valenza e dello scheletro molecolare

Fisica	
CdS	Scienze biologiche
CFU	9 (8 frontali + 1 esercitazioni)
Ore	84 (72+12)
Semestre	Secondo
Anno	Primo
Numeromedio di studenti	400 (totali)
Canalizzazione	4 canali
Referente del Gruppo di Lavoro Nominato un GdL del CdS: Gianluca Panati, Andrea Ciccioli, Roberto Maoli, Carla Cioni (Referente in qualità di Presidente CdS)	Roberto Maoli

1. RESOCONTO

Calendario degli incontri
<p><i>02/02/2022, 14/02/2022, 01/03/2022: incontri del GdL per impostare il lavoro e seguire gli stati di avanzamento. I componenti del GdL hanno inoltre avuto incontri intermedi con i docenti dei canali paralleli.</i></p> <p><i>06/05/2022: terminata la compilazione delle schede insegnamento e delle tabelle syllabus concordate tra tutti i docenti dei canali paralleli, contenenti i suggerimenti dei docenti di materie affini dello stesso anno e di anni successivi (in particolare Calcolo e biostatistica, Fisiologia generale).</i></p> <p><i>Da calendarizzare a settembre 2022 l'incontro collegiale con tutti i docenti CdS, i rappresentanti degli studenti, Preside e MD.</i></p>

Criticità emerse
<p>Criticità 1. Il problema principale per gli studenti è imparare a risolvere gli esercizi. In questo caso i principali ostacoli sono rappresentati dalle lacune matematiche e dalla capacità di tradurre in linguaggio fisico-matematico (leggi e formule) il testo del problema. Sicuramente per i problemi matematici il ruolo dell'esame di Calcolo è fondamentale.</p> <p>Criticità 2. Anche se la frequenza non è obbligatoria è altamente improbabile per chi ha difficoltà preparare l'esame da solo.</p> <p>Criticità 3. Esiste un piccolo ma non trascurabile numero di studenti che pospone la preparazione dell'esame di fisica alla fine di tutti gli altri esami. Questi studenti, spesso di molti anni fuori corso, si presentano di solito a ridosso della Laurea, con la dissertazione già pronta, ma con un livello matematico molto prossimo allo zero (tabelline, formule di geometria piana). Nel loro caso il passaggio dello scritto è un'impresa insormontabile.</p>

Azioni correttive proposte

già in atto

Per la criticità 1. Attualmente la soluzione proposta è aiutare gli studenti in questa crescita affiancandogli dei tutor che settimanalmente seguono dei piccoli gruppi di 10-12 persone.

Per la criticità 2. Per incentivare la frequenza e diminuire il tasso di abbandoni durante il corso si propongono bisettimanalmente dei quiz sulle parti di programma affrontate di recente.

Per la criticità 3. Per queste situazioni l'aiuto dei tutor è importante ma spesso insufficiente (servirebbe un aiuto personalizzato). L'unica soluzione a questo problema è evitare il più possibile che lo studente al primo anno in difficoltà con le materie fisico-matematiche adotti questa strategia suicida.

I docenti di Fisica lamentano che il numero di ore assegnato al corso di Fisica è insufficiente per affrontare un programma completo; questo ha portato a tagliare un certo numero di argomenti potenzialmente importanti anche per la preparazione di uno studente di Biologia: meccanica del corpo rigido, secondo principio della termodinamica, onde meccaniche, campi elettrici e magnetici variabili ed onde elettromagnetiche, ottica geometrica e fisica. Alcuni di questi argomenti negli anni passati sono stati accennati, frutto di un compromesso diverso tra comprensione degli studenti e intensità del corso.

A causa del poco tempo a disposizione risulta estremamente ridotta anche la possibilità di affrontare le applicazioni in biologia degli argomenti trattati.

Inoltre, è completamente assente ogni esperienza in laboratorio: in tempi non COVID si potrebbero aggiungere almeno alcune dimostrazioni con gli esperimenti a disposizione nel Dipartimento (negli anni passati a volte lo si è riuscito a fare).

Buone pratiche

Vedi le azioni correttive già in atto.

Note e commenti

Programma concordato

PROGRAMMADETTAGLIATO

MODULO 1: MECCANICA (34 ore frontali, 6 ore di esercitazioni)

Unità di misura per lunghezza, tempo e massa. - I vettori. Somma di vettori, moltiplicazione per uno scalare, prodotto scalare. - La cinematica del punto in una dimensione. Velocità media ed istantanea, accelerazione. Moto a velocità costante e accelerazione costante. L'accelerazione di gravità ed il moto di caduta libera. - La cinematica del punto nello spazio. Vettore spostamento, vettore velocità, vettore accelerazione. Moto di proiettili. Moto circolare uniforme, accelerazione centripeta, periodo. - Dinamica del punto materiale. Leggi di Newton, forza peso, attrito statico e dinamico, resistenza del mezzo e velocità limite. Forza centripeta nel moto circolare uniforme. - Lavoro ed energia cinetica. Definizioni, lavoro compiuto dalla forza peso, lavoro compiuto da una forza variabile, forza di richiamo di una molla e lavoro compiuto dalla molla. Potenza. - Conservazione dell'energia. Lavoro ed energia potenziale, forze conservative, principio di

conservazione dell'energia meccanica. Energia potenziale della forza peso e della forza di richiamo di una molla. - Conservazione della quantità di moto. - Urti in una dimensione. - Oscillazioni: moto armonico semplice, velocità ed accelerazione, periodo e pulsazione. Il pendolo semplice.

MODULO 2: FLUIDODINAMICA E TERMODINAMICA (16 ore frontali, 2 ore di esercitazioni)

- Fluidi. Densità, pressione, pressione idrostatica, legge di Stevino, principi di Pascal ed Archimede. Portata. L'equazione di Bernoulli. - Temperatura e calore: definizione di temperatura, legge zero della termodinamica. Dilatazione termica, capacità termica, calore specifico, calore specifico molare, calore latente. Prima legge della termodinamica. Gas perfetti e teoria cinetica. Equazione di stato, lavoro compiuto da un gas perfetto in una trasformazione a pressione costante, a volume costante e a temperatura costante. Temperatura e velocità quadratica media. Energia interna. Calori specifici molari per un gas ideale. Principio di equipartizione. Trasformazioni adiabatiche: legame tra pressione e volume, e tra temperatura e volume. Espansione libera.

MODULO 3: ELETTRICITA' E MAGNETISMO (22 ore frontali, 4 ore di esercitazioni)

Cariche elettriche, legge di Coulomb, principio di sovrapposizione. - Il campo elettrico. Linee di forza, campo di una carica. Moto di una carica in un campo elettrico costante. - Legge di Gauss. Determinazione del campo elettrico per distribuzioni di carica planari, cilindriche e sferiche. Conduttori: distribuzioni di carica superficiale, campo elettrico all'interno del conduttore. - Potenziale elettrico. Calcolo del potenziale dal campo elettrico. Potenziale dovuto ad un insieme di cariche puntiformi. Potenziale di un conduttore carico isolato. - Capacità elettrica. Capacità del condensatore piano. Condensatori in serie e parallelo. Energia immagazzinata in un campo elettrico. - Resistenza elettrica e circuiti. Corrente elettrica, velocità di deriva. Resistenza e resistività. Legge di Ohm. Potenza dissipata. Resistenze in serie e parallelo. Soluzione di circuiti con resistenze. - Prodotto vettoriale. - Campi magnetici. Campo magnetico e forza di Lorentz. Cariche in campi magnetici ed elettrici ortogonali. Traiettoria di una carica in un campo magnetico costante. Forza magnetica su un filo percorso da corrente. Campi magnetici generati da correnti. Legge di Biot-Savart. Campo al centro di una spira. Legge di Ampere: campo di un filo e di un solenoide. Forza tra fili paralleli.

2. TABELLA SYLLABUS

Nota esplicativa: Molti argomenti appaiono sia come prerequisiti che come argomenti richiesti nel programma d'esame. Si intende che la conoscenza elementare dell'argomento è presupposta come prerequisito, mentre una trattazione più approfondita del medesimo argomento è parte del programma del corso.

1. Cinematica

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Grandezze fisiche e unità di misura		X		
Sistemi di riferimento		X		
Posizione, velocità e accelerazione	X	X		
Moti unidimensionali	X	X		

Campi scalari e vettoriali		X		
Operazioni con i vettori		X		
Moto parabolico	X	X		
Motocircolare	X	X		

2. Dinamica del punto

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Sistemi inerziali e principio di inerzia	X	X		
Forza, massa inerziale e massa gravitazionale	X	X		
Secondo principio della dinamica	X	X	Fisiologia	
Terzo principio della dinamica	X	X		
Trasformazioni galileiane	X	X		
Sistemi non inerziali e forze apparenti	X	X		
Gravitazione	X	X		
Leggi di Keplero				X
Forza peso	X	X		
Forze elastiche	X	X	Fisiologia	
Reazioni vincolari	X	X		
Corde e carrucole	X	X		
Attrito (statico e dinamico)	X	X		
Oscillatore armonico	X	X		
Pendolo		X		

3. Energia e quantità di moto

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Lavoro di una forza	X	X	Fisiologia	
Teorema dell'energia cinetica	X	X		
Forze conservative e energia potenziale	X	X		
Impulso e quantità di moto	X	X		
Momento angolare e momento di una forza	X			
Urti tra corpi puntiformi	X	X		

4. Sistemi rigidi

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Quantità di moto per un sistema di punti materiali		X		
Centro di massa				
Momenti di inerzia				
Teorema di König				
Energia cinetica di un sistema rigido				
Momento angolare rispetto ad un polo fisso				
Moto di un sistema rigido non vincolato				
Rotazione di un corpo rigido				
Moto di puro rotolamento				
Urti tra corpi estesi				

5. Fluidodinamica

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Fluidi	X	X	Fisiologia	
Densità, pressione,	X	X	Fisiologia	
Legge di Stevino	X	X		
Principio di Archimede	X	X		
Teorema di Pascal	X	X		
Fluidi perfetti e teorema di Bernoulli	X	X	Fisiologia	
Fluidi viscosi		X	Fisiologia	
Legge di Poiseuille		X	Fisiologia	

6. Termodinamica

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Temperatura e legge zero della termodinamica	X	X		
Sistemi termodinamici e parametri di stato	X	X	Fisiologia	
Definizione operativa di calore		X		
Trasformazioni termodinamiche	X	X		
Lavoro in termodinamica e rappresentazione grafica	X	X	Fisiologia	
Dilatazione termica.		X		
Equivalenza calore-lavoro	X	X		
Prima legge della termodinamica	X	X		
Gas perfetti: equazione di stato	X	X		
Teoria cinetica dei gas		X		
Trasformazioni reversibili e non, adiabatiche, a P, V e T costante	X	X	Fisiologia	
Secondo principio della termodinamica				
Ciclo di Carnot e teorema di Carnot	X			
Entropia				

7. Elettrostatica

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Gradiente di uno scalare, divergenza e rotore di un vettore				X
Cariche elettriche, legge di Coulomb, principio di sovrapposizione	X	X		
Teorema di Gauss, prima equazione di Maxwell	X	X		
Determinazione del campo elettrico per distribuzioni di carica planari, cilindriche e sferiche		X		
Potenziale elettrico, terza equazione di Maxwell, equazione di Poisson	X	X	Fisiologia	
Lavoro ed energia potenziale	X	X	Fisiologia	
Dipolo				
Energia elettrostatica di un sistema di cariche		X		
Conduttori: induzione elettrostatica, teorema di Coulomb	X	X		
Capacità di un conduttore	X	X	Fisiologia	
Condensatori (serie e parallelo)	X	X	Fisiologia	
Energia elettrostatica	X	X	Fisiologia	

Polarizzazione dei dielettrici			Fisiologia	
Equazioni generali dell'elettrostatica con dielettrici				
Separazione tra due dielettrici				

8. Corrente elettrica stazionaria

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Densità ed intensità di corrente	X	X		
Equazione di continuità e corrente stazionaria		X	Fisiologia	
Modello classico della conduzione elettrica		X		
Legge di Ohm, resistenza (serie e parallelo)	X	X	Fisiologia	
Legge di Kirchhoff				
Legge di Joule	X	X		
Forza elettromotrice	X	X		
Circuito RC		X	Fisiologia	
Carica e scarica di un condensatore				

9. Magnetismo

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Forza di Lorentz	X	X		
Motodi una particella carica in campo magnetico costante	X	X		
Forza agente su un circuito percorso da corrente (seconda formula di Laplace).	X	X		
Legge di Biot-Savart (prima formula di Laplace).	X	X		
Forza tra fili rettilinei	X	X		
Definizione di potenziale vettore, seconda equazione di Maxwell.				
Teorema della circuitazione di Ampere		X		
Permeabilità e suscettività magnetica				
Meccanismi di magnetizzazione				
Equazioni generali della magnetostatica				
Le sostanze diamagnetiche, paramagnetiche, ferromagnetiche				

10. 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				
Mutua induttanza e autoinduttanza				
Circuito RL				
Energia di una induttanza				
Densità di energia del campo magnetico				
Quarta equazione di Maxwell e corrente di spostamento				
Circuito LC				
Circuito RCL				

11. Onde elettromagnetiche e ottica fisica

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

12. Relatività 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

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

La valutazione comprende una prova scritta e un colloquio orale.

La **prova scritta** consiste di solito in tre esercizi, ciascuno con molteplici domande, che si riferiscono ai tre principali moduli del corso (meccanica, termodinamica, elettromagnetismo); a volte si introducono anche concetti di fluidostatica e ultimamente si è privilegiata l'elettrostatica rispetto al magnetismo che, essendo l'ultimo argomento in programma, spesso viene affrontato senza approfondire la parte di esercizi. Oltre ai quiz di autovalutazione, vengono proposte due **prove di esonero** che, se superate, consentono di accedere direttamente alla prova orale. Si accede alla prova orale con un voto minimo di 15/30.

La **prova orale** dura circa 30-40 minuti e vengono richieste dimostrazioni e applicazioni delle leggi fisiche. Al giudizio finale concorrono anche la proprietà di linguaggio e l'abilità di collegare tra loro argomenti diversi, oltre alla capacità di applicare le leggi e i principi fisici a casi concreti.

Al **voto finale**, espresso in trentesimi, contribuiscono in egual misura (ma con una certa elasticità) l'esito della prova scritta e della prova orale. Raramente chi è ammesso all'orale non supera l'esame.

Tutte le prove di esame degli ultimi vent'anni sono disponibili (testo e soluzioni) sul canale e-learning del corso. Di seguito vengono riportate le ultime 4 prove d'esame di giugnò disponibili (agosto 2020 lo scritto è stato sostituito da miniscritti individuali svolti a distanza).

Esercizio 1

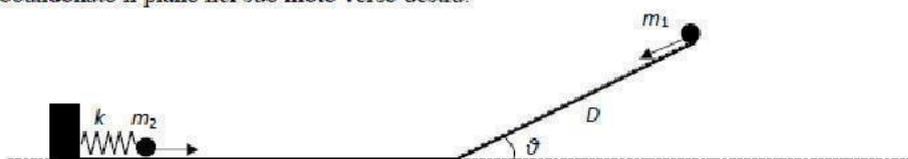
Un corpo di massa $m_1 = 3.2 \text{ kg}$ parte da fermo dall'estremità superiore di un piano inclinato di un angolo $\theta = 30^\circ$ rispetto all'orizzontale.

Il piano è scabro con coefficiente di attrito dinamico $\mu_d = 0.280$ e lunghezza $D = 4.50 \text{ m}$.

Nello stesso istante un secondo corpo di massa $m_2 = m_1$ viene lanciato su un piano orizzontale privo di attrito da una molla di costante elastica $k = 6800 \text{ N/m}$, inizialmente compressa di $\Delta x = 21.0 \text{ cm}$.

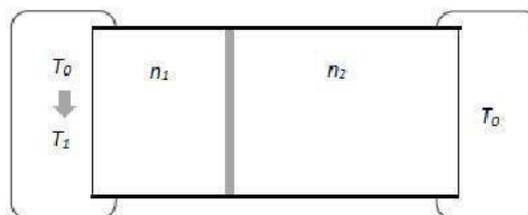
I due corpi di urtano frontalmente ed elasticamente sul piano orizzontale.

- Calcolare la velocità $v_{2,f}$ del secondo corpo dopo l'urto;
- calcolare la velocità v_0 del primo corpo quando ripassa per il punto di partenza, in cima al piano inclinato e il lavoro complessivo della forza d'attrito sul primo corpo;
- calcolare la quota massima rispetto al piano orizzontale raggiunta dal primo corpo dopo che questo ha abbandonato il piano nel suo moto verso destra.



Esercizio 2

Un cilindro orizzontale con pareti esterne termicamente isolanti e basi in contatto con due sorgenti è diviso in due sezioni da un setto isolante libero di muoversi senza attrito. Il volume totale del cilindro è $V_{\text{tot}} = 6.00$ litri. A sinistra del setto sono contenute $n_1 = 2.40$ moli di un gas perfetto biatomico, mentre a destra sono contenute $n_2 = 2 n_1$ moli di un altro gas perfetto. Entrambe le sorgenti sono inizialmente alla temperatura $T_0 = 372 \text{ K}$.



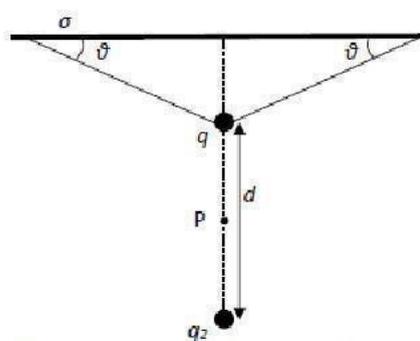
- Calcolare i volumi V_1 e V_2 occupati inizialmente dai due gas e le rispettive pressioni p_1 e p_2 .

Successivamente la sorgente a contatto con il gas a sinistra aumenta lentamente la sua temperatura fino a $T_1 = 620 \text{ K}$.

- Calcolare i nuovi volumi e le nuove pressioni dei due gas una volta che si è raggiunto un nuovo equilibrio;
- calcolare il lavoro subito dal secondo gas e il calore trasferito al primo gas.

Esercizio 3

Una lamina di estensione infinita, con densità di carica superficiale $\sigma = 3.5 \mu\text{C}/\text{m}^2$ è posta orizzontalmente come mostrato in figura. Due funi uguali di massa trascurabile e inestensibili, collegano la lastra ad una pallina carica ($q = 8.5 \mu\text{C}$) di massa $m = 70 \text{ g}$, formando un triangolo isoscele con i due angoli alla base $\theta = 30^\circ$.



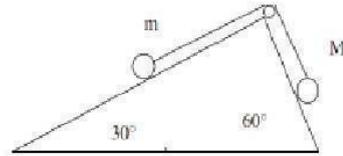
- Calcolare la tensione delle due funi quando il sistema è in equilibrio statico;
- considerando che ognuna delle due funi ha un carico di rottura $A = 12.5 \text{ N}$, calcolare la distanza massima d dalla carica q a cui deve essere posta la carica $q_2 = -4.6 \mu\text{C}$ lungo l'asse congiungente le due cariche e perpendicolare alla lastra per liberare la carica q dalle funi;
- a seguito della rottura delle due funi, calcolare la velocità con cui la carica q passa nel punto P, a distanza $d/2$ dalla carica q_2 .

Considerare anche l'effetto della forza peso.

Esercizio 1

Due masse m ed M , collegate tra loro mediante una fune inestensibile e di massa trascurabile sono poste su due piani inclinati rispettivamente di un angolo di 30° e di 60° rispetto a un piano orizzontale. Se $m = 5.0$ kg:

- calcolare il valore di M in modo che le due masse siano in equilibrio;
- supponendo che anche M sia pari a 5.0 kg si calcoli l'accelerazione delle due masse e la tensione della fune precisando se m sale o scende.
- Supponendo invece che entrambi i piani inclinati abbiano un coefficiente di attrito dinamico $\mu_d = 0.12$ si calcoli la velocità in modulo di entrambi i corpi (nell'ipotesi $m = M = 5$ kg) quando hanno percorso uno spazio $L = 85$ cm.



Esercizio 2

Una pentola di alluminio contenente 1.5 l di acqua in equilibrio termico a $T = 20^\circ\text{C}$ è posta su un fornello elettrico con una resistenza $R = 50 \Omega$ alimentato da un generatore di tensione $\Delta V = 220$ V. Sapendo che il 30% del calore viene disperso nell'aria e che la massa della pentola vuota è $M_p = 2.5$ kg, calcolare:

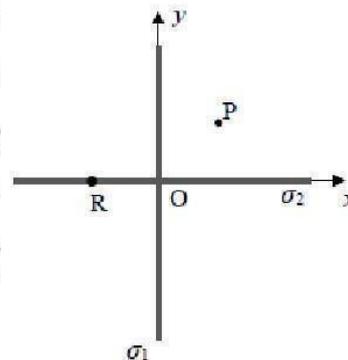
- il calore assorbito dalla pentola e dall'acqua fino al momento in cui l'acqua si mette in ebollizione;
- la potenza erogata dal fornello elettrico;
- a partire dall'accensione del fornello, il tempo necessario perché tutta l'acqua presente nella pentola evapori;

Il calore specifico dell'alluminio e dell'acqua sono: $c_{Al} = 880$ J/(kg K), $c_{H_2O} = 1$ cal/(g K) e il calore latente di evaporazione dell'acqua è $\lambda_e = 2257$ kJ/kg.

Esercizio 3

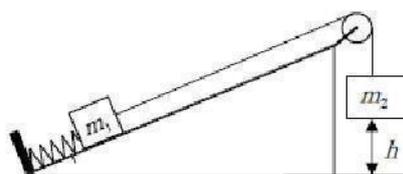
Due lamine sottili molto estese, con densità superficiale rispettivamente $\sigma_1 = 3.80 \cdot 10^{-9}$ C/m² e $\sigma_2 = 1.90 \cdot 10^{-9}$ C/m², sono disposte ortogonalmente tra loro, come in figura.

- Calcolare modulo, direzione e verso del campo elettrico nei quattro quadranti determinati dagli assi x e y ;
- Calcolare all'istante $t = 5.00$ s la posizione e la velocità in modulo di una particella di massa $m = 8.50 \cdot 10^{-3}$ kg e carica $q = 7.40 \cdot 10^{-5}$ C che all'istante $t = 0$ è partita da ferma dalla posizione $P = (2$ m, 2 m);
- Calcolare il valore che deve avere una carica puntiforme Q posta nella posizione $R = (-2$ m, $0)$ perché la particella del punto precedente non si muova dal punto P .



Esercizio 1

Due corpi, rispettivamente di massa $m_1 = 1.80 \text{ kg}$ ed $m_2 = 2.70 \text{ kg}$, sono collegati tra loro tramite una corda e una carrucola, entrambe ideali, come mostrato in figura. Il primo corpo è libero di muoversi su un piano inclinato rispetto all'orizzontale di un angolo $\theta = 28^\circ$; i coefficienti d'attrito statico e dinamico tra il primo corpo e il piano sono rispettivamente $\mu_s = 0.450$ e $\mu_d = 0.230$.

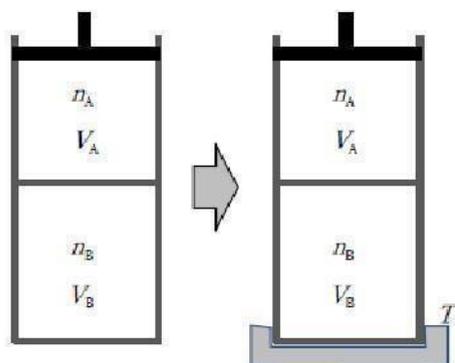


Il sistema è in equilibrio statico, il primo corpo è agganciato a una molla di costante elastica $k = 650 \text{ N/m}$ che risulta allungata rispetto alla posizione a riposo di $x = 3.70 \text{ cm}$ e il secondo corpo ha una distanza da terra pari ad $h = 1.40 \text{ m}$.

- Calcolare modulo, direzione e verso dell'attrito statico, F_{AS} , esercitato dal piano inclinato sul primo corpo.
- A un certo istante il primo corpo si sgancia dalla molla.
- Dopo aver verificato che il sistema si mette in moto, calcolare la velocità, v_2 , con la quale il secondo corpo tocca terra.
 - Calcolare la tensione, T , della corda mentre i due corpi sono in movimento.

Esercizio 2

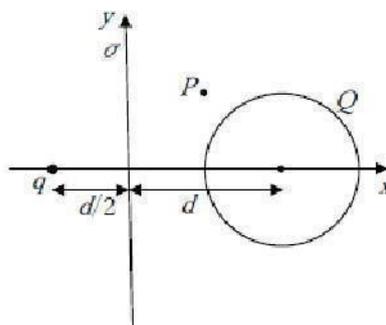
Un contenitore cilindrico adiabatico di volume totale iniziale $V = 24.0$ litri è diviso in due parti uguali, A e B, da un setto fisso conduttore da un punto di vista termico. Le due parti contengono rispettivamente $n_A = 0.60$ moli di un gas ideale monoatomico e $n_B = 0.40$ moli di un gas ideale biatomico. All'estremità superiore il contenitore è chiuso da un pistone libero di muoversi senza attrito di sezione $S = 140 \text{ cm}^2$ e massa $M = 21.0 \text{ kg}$, anch'esso adiabatico, con pressione esterna pari a 1.00 atm .



- Calcolare la temperatura T_A del gas contenuto nella parte superiore e la pressione p_B del gas contenuto nella parte inferiore.
- A un certo istante la parte inferiore viene messa in contatto termico con una sorgente alla temperatura $T_S = 2 T_A$. Una volta che tutto il sistema ha lentamente raggiunto il suo nuovo equilibrio, calcolare:
- il lavoro totale L_{tot} e la variazione di energia interna ΔU_{tot} di tutto il sistema;
 - la forza risultante esercitata dai due gas sul setto di separazione tra le due parti.

Esercizio 3

Una lamina di estensione praticamente infinita è uniformemente carica con densità di carica superficiale $\sigma = 2.20 \cdot 10^{-10} \text{ C/m}^2$. Un guscio sferico di raggio pari a $d/2$ e carica totale $Q = 8.80 \cdot 10^{-10} \text{ C}$ omogeneamente distribuita sulla sua superficie è posizionato con il centro a distanza $d = 1.40 \text{ m}$ dalla lamina, lungo l'asse x positivo, perpendicolare alla lamina.



- Determinare le due componenti del campo elettrico totale in un punto P di coordinate $(d/2, d/2)$.
- Indicare in quale regione dell'asse x è possibile porre una carica che si trovi in equilibrio in presenza del campo elettrico prodotto dalla lamina e dal guscio sferico. Calcolare la distanza s della carica dal centro del guscio per la quale si verifica questa condizione.

Ad un certo istante un corpo di carica negativa $q = -6.80 \cdot 10^{-3} \text{ C}$ e massa $m = 3.70 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$ parte da fermo dal punto di coordinate $(-d/2, 0)$, passa attraverso la lamina ed arriva sul guscio carico.

- Calcolare la velocità finale del corpo quando arriva sul guscio. Si trascuri la forza gravitazionale.