

DATA	Programma Fisica Generale 2 - Anno Accademico 2015-2016
22-set-15	Introduzione al corso.
22-set-15	Richiami di Algebra Vettoriale: spazi vettoriali; cenni elementari al concetto di scalare, vettore e tensore in fisica.
23-set-15	Coordinate Cartesiane ortogonali; delta di Kronecker ed epsilon di Levi-Civita. Prodotti tra due vettori. Prodotti tra tre vettori. Esempi/Applicazioni: descrizione di un parallelogramma attraverso un vettore. Esempi/Applicazioni: teoremi dei seni e dei coseni. Esempi/Applicazioni: componente parallela e ortogonale ad un versore di un vettore. Sistemi di vettori applicati: risultante, momento risultante; sistemi equipollenti; riduzione a sistema equipollente. Principio di inerzia; SdR inerziali; punto materiale.
29-set-15	Prima e Seconda Eq. Cardinale e principio di Azione e Reazione. Conservazione di quantità di moto e momento angolare per sistema isolato; cenno al legame con omogeneità e isotropia dello spazio. Rilevanza della risultante delle forze esterne e del momento risultante delle forze esterne rispetto al (solo) moto del CM e attorno al CM. Terza Eq. Cardinale; ruolo delle forze interne; invarianza della potenza delle forze interne. Esempi/Applicazioni: corpo rigido e sufficienza di prima e seconda equazione. Esempi/Applicazioni: due punti materiali in interazione, lavoro. Determinismo della meccanica classica. Invarianza galileiana. Sistemi isolati, chiusi, e aperti (trasporto di massa verso altre grandezze dinamiche, energia in primis). Modellizzazione di sistemi fisici: interazioni, forza e momento (si assume invarianza galileiana delle leggi). Punto materiale, carica puntiforme, punto materiale con spin, punto materiale con dipolo, particella. Sistemi discreti di particelle, corpi continui rigidi, corpi continui elastici; corpi continui di particelle; fluidi. Modellizzazione di sistemi fisici, quantità dinamiche: M, P, L, S, J, K. Forze a due corpi; a tre corpi, a n-corpi (cenno). Principio di sovrapposizione delle interazioni, forze e momenti.
30-set-15	Statica: condizione necessaria e non sufficiente all'equilibrio. CM; teoremi di Guldino; proprietà distributiva (e sottrazione); teorema dello pseudo-lavoro. Teorema di Koenig per momento angolare: decomposizione spin-orbita e invarianza del momento angolare intrinseco. Teorema di Koenig per energia cinetica: caso di due particelle; caso di tre particelle con velocità relative. Teoremi di Koenig: applicazioni agli urti. Sistema a due corpi; separazione del moto del CM e riduzione ad un corpo; massa ridotta. Cenno al sistema a tre corpi.
5-ott-15	Sistemi a massa variabile. Invarianza galileiana implica che quantità di moto di un sistema isolato è conservata se e solo se la massa è conservata. Esempi/Applicazioni: trave con due supporti; con tre supporti; con tre supporti e gambe elastiche. Esempi/Applicazioni: mensola rigida ideale con fune ideale. Esempi/Applicazioni: fune appesa ideale con massa.
6-ott-15	Esempi/Applicazioni: mensola rigida e sforzi interni. Esempi/Applicazioni: ciminiera che si abbatte.
7-ott-15	Cinematica dei moti rigidi; punto di vista passivo e attivo; coseni direttori e angoli di Eulero; yaw, pitch and roll; non commutatività delle rotazioni finite. SO(3): formalismo algebrico. Rotazioni finite; rotazioni infinitesime; commutatività delle rotazioni infinitesime; vettore spostamento angolare infinitesimo e velocità angolare. Variazione temporale di un vettore; formula di Poisson. Cinematica relativa: composizione delle velocità delle accelerazioni (atto di moto rigido); composizione delle velocità angolari e accelerazioni angolari.
13-ott-15	Rotazioni finite e infinitesime; (non-)commutatività; velocità e accelerazione angolari. Tre o più SdR: composizione di velocità e accelerazioni angolari. Velocità angolare in termini di \hat{e} ; interpretazione in termini elementari di velocità angolare. Atto di moto rigido; centro istantaneo di rotazione. Soluzione di equazioni vettoriali lineari; impossibilità di definire il quoziente tra due vettori. Cinematica intrinseca 1D: ascissa curvilinea; terna intrinseca; curvatura, torsione; formule di Frenet, vettore di Darboux. Velocità e accelerazione in terna intrinseca; Dinamica in SdR non inerziale.
19-ott-15	Riassunto su cinematica relativa e cinematica del moto rigido; velocità, accelerazione, velocità angolare, accelerazione angolare; formula di Poisson. Riassunto su cinematica intrinseca di una traiettoria; terna intrinseca; moto di un punto vincolato ad una linea. Cenno alla cinematica intrinseca 2D: superficie; terna intrinseca e versore normale; moto di un punto vincolato ad una superficie. Esempi/Applicazioni: deviazione verso est della caduta dei gravi nell'emisfero boreale. Esempi/Applicazioni: moto visto da una giostra. Cinematica relativa e cinematica del corpo rigido. Quantità dinamiche per il corpo rigido: matrice di inerzia.
20-ott-15	Quantità dinamiche per il corpo rigido: P, L _o , T; teorema di Koenig. Matrice di inerzia e proprietà: cambio origine, assi paralleli, assi perpendicolari, diagonalizzazione a assi principali, raggio di girazione, momento di inerzia attorno ad asse n.

27-ott-15	Matrice di inerzia e proprietà: simmetria della geometria delle masse; autovettori; assi principali di inerzia. Terza equazione cardinale per corpi rigidi e conseguenze.
10-nov-15	Materiali isotropi, omogenei ed elastici; deformazioni uniformi; analisi puramente meccanica (processi isoentropici). Caratterizzazione statica dei solidi LHI: modulo di Young, di Poisson, di scorrimento e di compressibilità. Relazioni tra i quattro moduli per solidi LHI; limiti ai valori dei quattro moduli. Esempi/Applicazioni: compressione/dilatazione di un parallelepipedo in pressione uniforme. Limiti sul modulo di Poisson. Esempi/Applicazioni: variazione densità acqua dell'oceano ed equazione dell'equilibrio idrostatico.
11-nov-15	Esempi/Applicazioni: compressione/dilatazione di un sbarra vincolata lateralmente. Deformazioni longitudinali unidimensionali generiche; descrizione; sforzi normali per materiale solido elastico; forze di volume; equazione delle onde elastiche longitudinali. Esempi/Applicazioni: equilibrio statico di un filo elastico massivo appeso.
12-nov-15	Fluidi definizione; scorrimento sotto sforzi di taglio e sforzo puramente normale all'equilibrio; bulk modulus. Forze di volume e di pressione. Isotropia della pressione entro un fluido a riposo. Equazione dell'equilibrio idrostatico: legge di Stevino per liquidi incompressibili; legge dell'atmosfera isoterma. Legge di Pascal. Legge di Archimede. Forze e momenti risultanti su un corpo sommerso.
16-nov-15	Cinematica dei fluidi: campo di velocità; moto stazionario; moto laminare e turbolento; linea e tubo di flusso. Fluido incompressibile e non; approccio del volume di controllo. Espressione in coordinate cartesiane ortogonali di divergenza e rotore dal campo di velocità di fluido incompressibile. Leggi di conservazione: conservazione della massa; moto stazionario e conservazione della massa in tubo di flusso, fluido incompressibile e non. Leggi di conservazione: conservazione dell'energia meccanica. Equazione di Bernoulli per moto stazionario, incompressibile, senza attriti, senza scambi di calore, irrotazionale e non. Esempi/Applicazioni: cavitazione ed equilibrio liquido-vapore.
17-nov-15	Esempi/Applicazioni: spruzzatore, calo pressione in strettoia per aumento velocità, analogia con una folla di umani. Cenno al teorema di Bernoulli modificato in presenza di attrito e/o scambi di calore. Esempi/Applicazioni: calo di pressione in una condotta reale (cenno alla portata e calo di pressione nel moto alla Poiseuille). Moto stazionario: gradiente di pressione perpendicolare alle linee di flusso; coefficiente di efflusso e vena contracta. Esempi/Applicazioni: portanza di un'ala. Esempi/Applicazioni: forze e momenti sulla parete di una diga; pressione assoluta e differenziale.
23-nov-15	Tensione superficiale: definizione; interpretazione fisica. Capillarità (adesione e coesione); misura della tensione superficiale; differenza di pressione; lavoro per espandere una superficie. Viscosità: definizione elementare; interpretazione fisica; fluidi newtoniani e non; misura della viscosità; moto alla Poiseuille in un condotto. Esempi/Applicazioni: centro di spinta di un corpo galleggiante. Esempi/Applicazioni: "effetto" su una palla lanciata (spinta dinamica), spiegazione qualitativa con Bernoulli (non quantitativa perché serve viscosità). Oscillazioni armoniche: massa-molla, con e senza gravità; circuito RLC serie; massa-molla con secondo estremo in moto assegnato. Moto armonico smorzato forzato: soluzione stazionaria e transiente.
24-nov-15	Moto armonico. Moto armonico smorzato. Moto armonico smorzato forzato; risonanza. Soluzione generale e soluzione stazionaria. Energia e potenza. Rappresentazione complessa di grandezze fisiche e uso per la soluzione del moto armonico smorzato e forzato.
30-nov-15	Moto armonico smorzato forzato: soluzione stazionaria; ampiezza e fase; ampiezza elastica e ampiezza assorbitiva. Sistema a due gradi di libertà, 2 masse e 3 molle a estremi fissati; frequenze proprie e modi normali; casi limite; oscillatori accoppiati e liberi. Sistema a N gradi di libertà, cenno ai risultati generali; frequenze proprie e modi normali; cenno alla catena omogenea masse-molle.
1-dic-15	Campi di forza radiale e conservativo; conservazione momento angolare e planarità dell'orbita; velocità areolare. Equazioni del moto e conservazione del momento angolare. Equazioni del moto nel sistema di coordinate co-rotante. Conservazione dell'energia meccanica. Problema equivalente unidimensionale per la coordinata radiale: conservazione del momento angolare ed energia potenziale efficace; discussione qualitativa del moto. Richiamo: riduzione del problema a due corpi in due problemi ad un corpo (centro di massa e moto relativo).
7-dic-15	Moto in campo di forza centrale: equazioni del moto. Conservazione energia meccanica e momento angolare; problema unidimensionale equivalente, energia potenziale efficace. Equazione di Binet per la traiettoria. Equazione per la traiettoria per forze dipendenti dall'inverso del quadrato della distanza. Coniche, richiamo: definizioni, rappresentazione in coordinate polari e in coordinate cartesiane. Forze newtoniane/coulombiane: legame tra parametri geometrici della conica (a, e) e parametri dinamici (E, l). Forze newtoniane/coulombiane: orbite circolari; relazione tra velocità e distanza; energia meccanica totale in funzione del semi-asse della conica.
9-dic-15	Forze centrali: esistenza di orbite circolari stabili/instabili, orbite "a rosetta", orbite aperte e chiuse, teorema di Bertrand.

	Forze centrali: monotonicità di angolo in funzione del tempo.
	Formula risolutiva per $r[t]$ dalla conservazione energia meccanica; conseguente formula risolutiva per $\theta[t]$.
	Orbite circolari stabili: piccole oscillazioni dell'orbita; esempio delle forze newtoniane/coulombiane e armonica.
15-dic-15	
	Legame energia meccanica totale con tipo di orbita.
	Forze newtoniane/coulombiane: orbite iperboliche, relazioni tra (E, l) e asintoti.
	Scattering da forze newtoniane/coulombiane.
16-dic-15	
	Esempi/Applicazioni: effetto fionda gravitazionale.
	Sviluppo in multipoli del potenziale gravitazionale; momento di quadrupolo, definizione e proprietà; forza di quadrupolo.
	Cenno agli effetti della forza di quadrupolo: non conservazione momento angolare del satellite; forza di quadrupolo da marea...
	Definizione di sezione d'urto.
22-feb-16	
	Introduzione alla termodinamica; sistemi termodinamici; approccio macroscopico e microscopico; variabili macroscopiche e microscopiche.
	Termodinamica e fisica statistica.
	Esempi di sistemi termodinamici a due variabili: pVT, filo in tensione, pellicola superficiale, sistemi elettrici e magnetici (+massa e composizione).
	Concetto empirico di temperatura.
	Equilibrio termico, isoterme e principio zero.
	Scala di temperatura empirica; esempi di termometri: a mercurio/alcool, resistenza al platino, a gas perfetto, striscia bimetallica; taratura.
23-feb-16	
	Coefficienti di dilatazione termica; dilatazione termica finita; lineare e volume.
	Legge del raffreddamento di Newton.
	Interpretazione microscopica preliminare di temperatura e scambio di calore.
	Interpretazione microscopica della dilatazione termica; potenziale di Lennard-Jones.
	Equazione di stato pVT; superfici e diagrammi di stato.
	Esempi di equazione di stato: gas perfetto; gas di Clausius; solido incompressibile; solido elastico dilatabile.
24-feb-16	
	Equilibrio meccanico, termico e chimico: equilibrio termodinamico; uguaglianza di pressione/temperatura all'equilibrio meccanico/termico.
	Lavoro su sistema pVT; trasformazione quasi-statica; lavoro in termini delle variabili di stato del sistema per trasformazione quasi-statica.
	Diagramma pV per sistema pVT; isocora, isobara, isoterma.
	Lavoro: dipendenza dal cammino; lavoro per isoterma di gas perfetto.
	Lavoro per filo elastico.
	Lavoro e variabili coniugate.
	Equazione di stato come relazione tra variabili coniugate e T.
	Sistemi elettrici e magnetici (cenno); sistemi elettrici/magnetici e pVT (sistemi a 2n variabili termodinamiche, con $n>1$).
	Lavoro adiabatico.
	Calore.
	Prima legge della termodinamica: energia interna (funzione dello stato termodinamico del sistema); lavoro, calore (radiazione); calore come energia in transito.
24-feb-16	
	Capacità termica, calore molare e calore specifico; dipendenza dalla trasformazione.
	Variabili intensive ed estensive.
	Differenza calore lavoro dipende dal sistema, dalla sua frontiera.
	Dalla meccanica alla prima legge della termodinamica.
	Energia meccanica macroscopica; energia interna; energia totale; contributi all'energia interna: cinetico, potenziale ed energia propria; ($P=0$ ed $L=0$).
14-mar-16	
	Energia interna ed entalpia; processi isobari ed isocori; capacità termiche; calore latente.
	Prima legge per sistemi aperti.
	Esempi/Applicazioni: auto in discesa a velocità costante.
	Esempi/Applicazioni: emissione di calore della Terra.
	Esempi/Applicazioni: mulinello di Joule; espansione libera; sparato contro un muro;
15-mar-16	
	Trasmissione del calore: conduzione, legge di Fourier, positività della capacità termica, analogia con conduzione elettrica.
	Trasmissione del calore: convezione, cenno all'effetto wind-chill, cenno al raffreddamento con moto turbolento.
	Trasmissione del calore: irraggiamento, corpo nero, enunciato legge di Planck, assorbimento, riflessione e trasmissione,
	Modellizzazione microscopica: teoria cinetica e fisica statistica.
21-mar-16	
	Effusione da buco piccolo; flusso idrodinamico.
	Gas perfetto: pressione; energia interna gas perfetto mono e poliatomico.
	Distribuzione delle velocità di Maxwell; v_k , v_2 , velocità più probabile; evaporazione.
	Fattore di Boltzmann; cenno all'equipartizione dell'energia.
	Sezione d'urto e cammino libero medio.
4-apr-16	
	Conversione lavoro-calore e calore-lavoro.
	Esempi/Applicazioni: espansione isoterma di gas perfetto e totale conversione di calore in lavoro; macchine cicliche.
	Macchine, termiche e frigoriferi: definizioni di rendimento.
	Esempi/Applicazioni: ciclo Otto ideale.
	Esempi/Applicazioni: ciclo Diesel ideale.
	Enunciato di Kelvin-Planck; enunciato di Clausius; equivalenza dei due enunciati.
	Ciclo di Carnot.
6-apr-16	
	Trasformazioni, reversibili e reali; discussione di vari casi.

	Macchina di Carnot, termica e frigorifera; rendimento.
	Teorema di Carnot.
	Temperatura termodinamica assoluta.
	Uguaglianza di Clausius per cicli reversibili.
	Dall'uguaglianza di Clausius per cicli reversibili alla definizione di entropia. Definizione di entropia.
	Temperatura termodinamica assoluta come fattore integrante del calore; pressione come fattore integrante del calore in sistema pVT.
11-apr-16	
	Disuguaglianza di Clausius per cicli irreversibili.
	Dalla disuguaglianza di Clausius per cicli irreversibili alla definizione di entropia.
	Entropia e variazioni di entropia; terzo principio della termodinamica; cenno all'interpretazione statistica dell'entropia.
	Definizione di entropia (ed energia interna, etc.) per sistemi non in equilibrio termodinamico, ma localmente in equilibrio;
	Enunciato del secondo principio nella forma $dS = dS_i + dS_e$.
	Esempi/Applicazioni: entropia di un gas perfetto.
	Esempi/Applicazioni: entropia di un solido/liquido incompressibile.
	Esempi/Applicazioni: entropia nella solidificazione dell'acqua.
	U, H ed F, G: variabili naturali.
12-apr-16	
	U, H ed F, G: utilizzo.
	Relazioni di Maxwell.
	Equazioni TdS. c_V e c_P come derivate dell'entropia.
	Equazione per $c_P - c_V$
	Equazioni dell'energia.
	Transizioni di fase.
18-apr-16	
	Esempi/Applicazioni: massimizzazione dell'entropia ed equilibrio termo-meccanico di un sistema isolato.
	Esempi/Applicazioni: temperatura ebollizione acqua in montagna e in pentola a pressione.
	Esempi/Applicazioni: variazione con la pressione della temperatura di fusione del ghiaccio.
	Esempi/Applicazioni: conversione di grafite in diamante a temperatura costante.
19-apr-16	
	Lavoro massimo ed evoluzione verso equilibrio di un sistema a contatto con ambiente a T_0 e T_0/P_0 .
	Esempi/Applicazioni: temperatura di flash di un liquido infiammabile e deduzione di caratteristiche della sostanza da dati sperimentali.
	Esempi/Applicazioni: equazione di stato di solido/liquido poco comprimibile, energia interna, entropia.
26-apr-16	
	Identità di Jacobi, teorema del viriale ed applicazioni; equazione di stato del gas perfetto; collasso di una protostella;
	Esempi/Applicazioni: trasformazione termodinamica di aria reale con dati.
	Lavoro massimo ed evoluzione verso equilibrio di un sistema a contatto con ambiente a T_0 e T_0/P_0 .
2-mag-16	
	Esempi/Applicazioni: variazione del punto di fusione del ghiaccio con la pressione con dati reali (fusione per compressione).
	Introduzione all'interpretazione statistica dell'entropia.
3-mag-16	
	Interpretazione statistica della termodinamica: microstati e macrostati.
	Esempi/Applicazioni: tre particelle distinguibili a tre livelli.
	Esempi/Applicazioni: contenitore diviso in due parti con gas di particelle distinguibili.
	Connessione Fisica Statistica / Termodinamica.
9-mag-16	
	Connessione Fisica Statistica / Termodinamica: insieme micro-canonical, canonical e gran canonical (cenni).
	Funzione di partizione; espressioni del primo principio, di energia, entropia e altre grandezze termodinamiche.
	Interpretazione statistica di calore e lavoro.
	Sistemi elettrici e magnetici: lavoro, caso di sistema isolato e connesso a generatori, inclusione o no dell'energia di interazione con il campo esterno; varie relazioni.
10-mag-16	
	Sistemi magnetici: lavoro, energia, capacità termica, smagnetizzazione adiabatica.
	Analoga: esempio di gas in cilindro-pistone con molla; espressioni dell'energia interna.
16-mag-16	
	Distribuzione di Maxwell-Boltzmann, gas perfetto monoatomico; derivazione dei risultati classici via meccanica statistica.
	Distribuzione di Maxwell-Boltzmann, gas perfetto poliatomico; cenno.
	Distribuzione di Maxwell-Boltzmann in presenza di gravità.
	Esempi/Applicazioni: allargamento delle linee spettrali per effetto Doppler.
	Esempi/Applicazioni: ultracentrifuga e separazioni di diverse componenti isotopiche; sistema con momento angolare conservato e non nullo.
23-mag-16	
	Transizioni di fase di ordine superiore al primo.
	Concetto di potenziale chimico.
	Esempi/Applicazioni: teorema del viriale per funzioni di potenziale omogeneo.
END	