

DATA	Programma Fisica Generale 2 - Anno Accademico 2017-2018
27/09/17	Introduzione al corso.
28/09/17	Coordinate Cartesiane ortogonali; delta di Kronecker ed epsilon di Levi-Civita; convenzione di somma su indici ripetuti. Richiami di algebra vettoriale; operazioni tra vettori. 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. Esempi/Applicazioni: formula $\epsilon_{ijk} \epsilon_{lmn} = \det \begin{pmatrix} \delta_{il} & \delta_{im} & \delta_{in} \\ \delta_{jl} & \delta_{jm} & \delta_{jn} \\ \delta_{kl} & \delta_{km} & \delta_{kn} \end{pmatrix}$ Esempi/Applicazioni: relazione $\epsilon_{ijk} \epsilon_{lmn} = \delta_{il} \delta_{jm} \delta_{kn} + \dots$, equivalenza con formula di sviluppo del prodotto vettoriale triplo.
29/09/17	NO LEZIONE
02/10/17	Richiami di Algebra Vettoriale: spazi vettoriali; cenni elementari al concetto di scalare, vettore e tensore in fisica. Sistemi di vettori applicati; risultante, momento risultante; invariante scalare; sistemi equipollenti; sistemi elementari; riduzione a sistema equipollente elementare. Equazioni vettoriali.
03/10/17	Sistemi di Coordinate. Richiami di calcolo vettoriale: derivazione, differenziazione, integrazione su volumi, curve e superfici. Definizione di gradiente, divergenza e rotore; rappresentazione in coordinate cartesiane; flusso e circuitazione. Teoremi di gradiente, divergenza e rotore. Operatori differenziali lineari di secondo ordine: laplaciano scalare e vettore. Potenziale scalare di campo irrotazionale; potenziale vettore di campo solenoidale. Concetto di grandezza scalare, vettoriale, tensoriale in fisica.
04/10/17	Esempi/Applicazioni: Campo di dipolo elettrico da potenziale scalare. Esempi/Applicazioni: Diagonali interne di un cubo. Esempi/Applicazioni: trave con due appoggi. Esempi/Applicazioni: trave con un appoggio. Esempi/Applicazioni: forza di Archimede.
09/10/17	SERGIO
10/10/17	Sistema fisico e modellizzazione dei sistemi meccanici; modello in relazione al dettaglio dello studio richiesto. Esempi di modelli meccanici, discreti e continui: punto materiale, carica, dipolo, particella,...; sistema discreto: insieme di N particelle; sistema continuo di particelle. Principio di inerzia, definizione di SdRI ed equivalenza di SdRI. Prima e Seconda Equazione Cardinale. Terza Equazione Cardinale; ruolo delle forze/coppie interne. Principio di sovrapposizione delle interazioni, forze e coppie; somma vettoriale. Modello: definizione delle quantità dinamiche: M, P, L, S, J, K; esempi. Modello: definizione delle interazioni: forze/coppie, Forza Risultante e Momento Risultante; legge di trasformazione dei momenti al variare del polo. Concetto di CM; teoremi di Guldino; proprietà distributiva (e sottrazione).
11/10/17	Equazioni cardinali in termini di CM. Equazioni cardinali per sistemi isolati e grandezze conservate; classiche 10 grandezze conservate; cenno al legame con omogeneità e isotropia dello spazio. Conservazione di quantità di moto, momento angolare ed energia per sistemi isolato: conservatività delle forze fondamentali. Legge di Azione e Reazione; equivalenza con: Forza Risultante interna =0 e Momento Risultante interno =0, per ogni sistema. Equazioni cardinali: numero di equazioni scalari corrispondenti; sistemi indeterminati; equazioni dipendenti per pochi gradi di libertà. Statica. Teorema dello pseudo-lavoro. Impulso lineare e impulso angolare. 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. Forze a due corpi; a tre corpi, a n-corpi (cenno). Sistema di due particelle: riduzione generale al moto del CM e moto relativo.
16/10/17	SERGIO
17/10/17	SERGIO
18/10/17	SERGIO
23/10/17	Sistema di tre particelle: riduzione generale al moto del CM e moto relativo. Grandezze dinamiche per un sistema di tre particelle. Sistemi aperti; equazioni cardinali. Invarianza galileiana delle leggi della fisica; invarianza galileiana delle interazioni. Trasformazioni di Galileo; posizione, velocità accelerazione; numero di parametri delle trasformazioni di Galileo; sincronizzazione e fusi orari. Conservazione di massa e quantità di moto per sistema isolato: equivalenza per trasformazioni di Galileo.
24/10/17	Cinematica relativa del moto generico tra due SdR arbitrari muniti di SdC cartesiane: moto dell'origine del SdR mobile rispetto a quello fisso. Cinematica del punto; parametrizzazione in funzione del tempo e ascissa curvilinea; terna intrinseca; formule di Frenet; curvatura e torsione. Velocità e accelerazione in coordinate intrinseche. Moti piani in coordinate polari; velocità e accelerazione; velocità areolare.

25/10/17	SERGIO
27/10/17	Cinematica relativa del moto generico tra due SdR arbitrari muniti di SdC cartesiane; rotazione della terna mobile rispetto a quella fissa. Approccio geometrico: formula di Rodrigues per rotazione arbitraria attorno ad asse fisso arbitrario di vettore arbitrario; sviluppo al secondo ordine. Rotazioni finite e infinitesime; commutatività delle rotazioni infinitesime; non commutatività delle rotazioni finite generiche. Vettore spostamento angolare infinitesimo; non esistenza di un vettore spostamento angolare finito. Cinematica relativa del moto generico tra due SdR arbitrari e cinematica del corpo rigido; coseni direttori, angoli di Eulero: yaw, pitch and roll. Relazione di Poisson per derivata temporale di vettore fisso nel sistema mobile; concetto di velocità angolare. Relazione di Poisson per derivata temporale di vettore generico nel sistema mobile.
30/10/17	NO LEZIONE
31/10/17	Vettore velocità angolare, proprietà; espressione in termini dei versori della terna mobile; carattere vettoriale della velocità angolare. Legge di addizione delle velocità angolari, per tre o più sistemi. Accelerazione angolare. Legge di addizione delle accelerazioni angolari, per tre o più sistemi. Cinematica relativa: legge di composizione delle velocità e delle accelerazioni.
06/11/17	Calcolo delle grandezze dinamiche per un corpo rigido: quantità di moto, momento angolare ed energia cinetica. Matrice/Tensore di inerzia. Teorema di Huygens-Steiner generalizzato. Momento di inerzia rispetto ad asse arbitrario. Conseguenze su Matrice/Tensore di inerzia di simmetrie della geometria delle masse.
07/11/17	Esempi/Applicazioni: calcolo di omega esplicito per rotazione attorno ad asse fisso. Esempi/Applicazioni: vettore di Darboux come velocità angolare della terna intrinseca. Esempi/Applicazioni: manubrio rotante con velocità angolare fissata; momento angolare; precessione.
08/11/17	Esempi/Applicazioni: manubrio rotante con velocità angolare fissata; calcolo reazioni vincolari; forza centripeta. Esempi/Applicazioni: cinematica di sfera/cilindro che rotola su piano orizzontale: rotazione e strisciamento; asse di istantanea rotazione.
13/11/17	Matrice/Tensore di inerzia: dimostrazione che è tensore di secondo ordine. Teorema assi ortogonali Raggio di girazione Diagonalizzazione e assi principali di inerzia. Proprietà varie. Terza Equazione Cardinale per corpi rigidi; lavoro e potenza; non indipendenza dalle prime due equazioni cardinali per corpo rigido.
14/11/17	Equazioni di Eulero; trottole sferiche, simmetriche e asimmetriche; descrizione nel sistema mobile e in quello fisso. Soluzione generale del problema della trottole sferica e asimmetrica. Cenno alla soluzione del problema della trottole asimmetrica. Descrizione algebrica delle rotazioni. Gruppo SO(3). Matrici di rotazione e velocità angolare.
15/11/17	Statica del corpo rigido; condizioni necessarie e sufficienti all'equilibrio. Esempi/Applicazioni: trottole pesante.
20/11/17	Esempi/Applicazioni: sfera/cilindro che rotola su un piano inclinato: soluzione con diversi poli; soluzione con conservazione energia meccanica. Esempi/Applicazioni: ciminiera che si abbatte rigidamente; calcolo della cinematica.
21/11/17	Esempi/Applicazioni: mensola rigida orizzontale; calcolo degli sforzi di taglio interni; forze e momenti. Esempi/Applicazioni: ciminiera che si abbatte; calcolo degli sforzi di taglio interni; forze e momenti. Esempi/Applicazioni: il tiro della palla a biliardo.
22/11/17	Materiali solidi 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: compressione/dilatazione di un sbarra vincolata lateralmente; limiti sul modulo di Poisson.
27/11/17	Esempi di oscillatori armonici: pendolo semplice; pendolo di torsione; pendolo fisico; circuito RLC serie/parallelo; sistemi massa-molla; sistemi liberi, smorzati; forzati. Piccole oscillazioni attorno ad una configurazione di equilibrio stabile; linearizzazione delle forze/momenti. Moto armonico semplice. Moto armonico smorzato. Moto armonico smorzato forzato; risposta in ampiezza e fase. Soluzione generale e soluzione particolare. Soluzione transitoria e soluzione stazionaria. Energia e potenza.
28/11/17	Rappresentazione complessa di grandezze fisiche e uso per la soluzione del moto armonico smorzato forzato.

	Moto armonico smorzato forzato: soluzione stazionaria; ampiezza e fase.
	Q-valore di un oscillatore.
	Sistema a n gradi di liberta: cenno ai risultati generali; frequenze proprie e modi normali.
29/11/17	
	Esempi/Applicazioni: sismografo; accelerometro; shock-absorber; smorzatore di vibrazioni.
	Esempi/Applicazioni: sistema a due gradi di liberta: 2 masse e 3 molle a estremi fissati; frequenze proprie e modi normali; casi limite; oscillatori accoppiati e liberi.
	Deformazioni unidimensionali non omogenee: deformazione; tensione in funzione della deformazione.
	Esempi/Applicazioni: elastico appeso con massa; tensione
04/12/17	
	Esempi/Applicazioni: elastico appeso con massa; condizione di equilibrio; allungamento e tensione all'equilibrio; condizione di inestensibilita.
	Esempi/Applicazioni: lamina sottile rettangolare rotante attorno ad asse fisso con omega costante; forza e momento delle reazioni dell'asse; equilibratura statica e dinamica.
05/12/17	
	Campi di forza radiale e conservativo; conservazione momento angolare e planarita dell'orbita; velocita areolare.
	Moto in campo di forza centrale: equazioni del moto.
	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 dell'energia potenziale efficace; perielio, afelio; periodo radiale, angolare e orbite aperte/chiusure; forze newtoniane/coulombiane ed elastica
	Forze centrali: monotonicita di angolo in funzione del tempo.
	Formula risolutiva per r[t] dalla conservazione energia meccanica; conseguente formula risolutiva per theta[t].
06/12/17	
	Forze centrali: esistenza di orbite circolari stabili/instabili, orbite "a rosetta", orbite aperte e chiuse, teorema di Bertrand.
	Equazione di Binet per la traiettoria.
	Orbita in potenziale armonico.
	Cenno all'orbita in forza proporzionale a inverso cubo.
	Forze newtoniane/coulombiane: equazione per la traiettoria per forze dipendenti dall'inverso del quadrato della distanza.
	Relazione tra parametri geometrici e fisici dell'orbita per forze newtoniane/coulombiane.
	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 velocita e distanza; energia meccanica totale in funzione del semiasse della conica.
	Forze newtoniane/coulombiane: espressione di energia totale e velocita lungo orbita.
	Leggi di Keplero.
11/12/17	
	Sviluppo in multipoli del potenziale gravitazionale; momento di quadrupolo, definizione e proprieta; forza di quadrupolo.
	Cenno agli effetti della forza di quadrupolo: non conservazione momento angolare del satellite; forza di quadrupolo da marea...
18/12/17	
	Forze newtoniane/coulombiane: orbite aperte (iperboliche), relazioni tra (E,l) e asintoti.
	Scattering da forze newtoniane/coulombiane.
	Esempi/Applicazioni: effetto fionda gravitazionale.
19/12/17	
	Esempi/Applicazioni: Supernova e pianeta in orbita.
	Collisioni in meccanica newtoniana: decadimento, fusione, reazione 2->n; cenno a reazioni 3->n.
	Conservazione di massa, quantita di moto e momento angolare per sistema isolato.
	Collisioni elastiche ed anelastiche.
	Cinematica delle collisioni elastiche.
	Definizione di sezione d'urto su bersaglio fisso.
	Esempi/Applicazioni: tiro al bersaglio con bersagli diversi, sezione d'urto per diversi processi.
	Intensita di un fascio di proiettili in un bersaglio spesso; cammino libero medio; relazione tra cammino libero medio e sezione d'urto; legge di Beer-Lambert.
20/12/17	SERGIO
22/12/17	
	Sezione d'urto differenziale in angolo.
	Esempi/Applicazioni: sezione d'urto per sfera rigida.
	Esempi/Applicazioni: sezione d'urto Rutherford.
	DA FARE: come risolvere problemi di fisica
	Determinismo della meccanica classica.
	Esempi/applicazioni: Annullamento del momento risultante delle forze/coppie interne di due dipoli.
	Esempi/Applicazioni: Campo di dipolo magnetico da potenziale vettore.
	Esempi/Applicazioni: campo di dipolo, componenti radiale e tangenziale.
	Esempi/Applicazioni: ciminiera che si abbatte.
	Esempi/Applicazioni: definizione di angolo solido.
	Esempi/Applicazioni: deviazione verso est della caduta dei gravi nell'emisfero boreale.
	Esempi/Applicazioni: due punti materiali in interazione, lavoro.
	Esempi/Applicazioni: forza e coppia su dipolo in campo esterno.
	Esempi/applicazioni: Forza e momento su dipolo in campo esterno.
	Esempi/applicazioni: Forza tra due dipoli; non centralita.
	Esempi/Applicazioni: fune appesa ideale con massa.
	Esempi/Applicazioni: integrale di dL su curva chiusa: scalare (lunghezza), vettore (zero).
	Esempi/Applicazioni: integrale di dS su superficie chiusa: scalare (area), vettore (zero).
	Esempi/Applicazioni: linee di campo di dipolo.
	Esempi/Applicazioni: mensola rigida e sforzi interni.
	Esempi/Applicazioni: moto visto da una giostra.

	Esempi/Applicazioni: precessione degli equinozi; precessione dei satelliti.
	Esempi/Applicazioni: rotazione attorno ad asse fisso.
	Esempi/Applicazioni: sviluppo in multipoli del potenziale gravitazionale.
	Esempi/Applicazioni: trottola simmetrica pesante con punto fisso in campo di ; precessione, nutazione; giroscopio.
	Esempi/Applicazioni: variazione densità acqua dell'oceano ed equazione dell'equilibrio idrostatico.
	Esempi/Applicazioni: Volume di un cono.
	Invarianza galileiana.
	Rotazioni: punto di vista passivo e attivo.
	Sistemi isolati, chiusi, e aperti (trasporto di massa verso altre grandezze dinamiche, energia in primis).
19/02/18	
	Introduzione alla termodinamica; termostatica; sistemi termodinamici.
	Approccio macroscopico e microscopico; variabili macroscopiche e microscopiche.
	Variabili di stato macroscopiche; determinazione empirica delle variabili necessarie e sufficienti per il problema in questione; variabili trascurabili nel modello.
	Termodinamica e Fisica Statistica.
	Esempi di sistemi termodinamici a due variabili: indipendenza di p e V; variabili massa e composizione.
	Sistemi: (pV)T per una sostanza pura, filo elastico in tensione, sistemi elettrici e magnetici (cenno); (pV)T a diverse fasi.
	Equazione di stato pVT.
	Variabili macroscopiche intensive ed estensive.
	Temperatura empirica; scale di temperatura empirica.
	Esempi di termometri: a mercurio/alcool, resistenza al platino, a gas ideale; taratura.
	Inadeguatezza del concetto empirico di temperatura.
20/02/18	
	Equilibrio termico; pareti adiabatiche e diatermiche; isoterme.
	Il principio zero.
	Temperatura come variabile che caratterizza l'equilibrio termico.
	Stato stazionario.
	Equilibrio termico (temperatura), meccanico (pressione), chimico; equilibrio termodinamico; uguaglianza di pressione/temperatura all'equilibrio meccanico/termico.
	Stato termodinamico.
	Trasformazione termodinamica.
	Trasformazione attraverso infiniti stati di quasi-equilibrio (quasi-statica).
	Trasformazione NON quasi-statica.
	Diagrammi di stato: pV e pT.
	Trasformazioni: iso-terme, iso-bare e iso-core (quasi-statiche).
	Trasformazioni: mono-terme, mono-bare e mono-core (arbitrarie).
	Interpretazione microscopica preliminare di temperatura e scambio di calore.
	Coefficiente di dilatazione termica; lineare (alpha) e volumica (beta).
	Coefficiente di compressibilità isoterma (kappaT).
	Modulo di Young isoterma.
	Barra elastica sottile in tensione: sistema descritto da lunghezza e tensione.
	Interpretazione microscopica della dilatazione termica: potenziale di Lennard-Jones
21/02/18	
	Funzioni di tre variabili: relazioni tra le derivate parziali prime.
	(dP/dT) _V e relazione con beta e kappaT.
	Esempi di equazione di stato: gas ideale; gas di Clausius; solido incompressibile; solido elastico dilatabile.
	Lavoro, postulato: sempre definibile in termini delle grandezze fisiche dell'ambiente;
	Trasformazione quasi-statica: lavoro in termini delle variabili di stato del sistema per trasformazione quasi-statica.
	Lavoro, postulato: L(A→B)+L(B→A)=0.
	Lavoro: coppie di variabili di stato coniugate ed equazione di stato.
	Equazione di stato come relazione tra coppie di variabili coniugate e T; cenno a sistemi a 2n variabili termodinamiche, con n>1.
	Lavoro: dipendenza dal cammino.
	Lavoro su sistema PVT.
	Lavoro per isoterma di gas ideale.
	Lavoro per compressione di gas ideale: confronto tra quasi-statico e brusco cambio di pressione esterna.
26/02/18	
	Lavoro adiabatico.
	Calore.
	Prima legge della termodinamica: energia interna (funzione dello stato termodinamico del sistema); lavoro, calore (radiazione); calore come energia in transito.
	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 e J=L=0).
	Capacità termica, calore molare e calore specifico; dipendenza dalla trasformazione del calore scambiato.
	Calore latente di trasformazione di fase.
27/02/18	
	Esempi/Applicazioni: contenitore di gas rigido e adiabatico urta anelasticamente contro un muro ideale.
	Esempi/Applicazioni: proiettile sparato contro un muro, aumento temperatura, fusione.
	Esempi/Applicazioni: ebollizione di acqua per agitazione.
	Esempi/Applicazioni: auto in discesa a velocità costante.
28/02/18	
	Energia interna ed entalpia; capacità termiche a V e P costanti e legame con U ed H; calore latente di trasformazione di fase.
	Additività di energia interna ed entalpia.
	Scambi di calore entro un sistema isolato: Q(A→B)+Q(B→A)=0.
	Differenza tra calore e lavoro dipende dalla definizione esatta del sistema, dalla sua frontiera; esempio: riscaldamento acqua in termos attraverso una resistenza.
	Esempi/Applicazioni: variazione di temperatura in compressione adiabatica di gas.
	Esempi/Applicazioni: espansione libera di un gas e lavoro.
	Prima legge per sistemi aperti in moto stazionario; principio di Bernoulli.
	Esempi/Applicazioni: lavoro per compressione isoterma di un solido/liquido; confronto con un gas; piccozza del lavoro di compressione su solido/liquido rispetto a gas.

05/03/18	NO LEZIONE
06/03/18	<p>Riassunto: prima legge per sistemi chiusi, aperti in moto stazionario; sistemi aperti generici, N variabile e potenziale chimico.</p> <p>Riassunto: variabili intensive ed estensive, lavoro e coppie di variabili termodinamiche coniugate.</p> <p>Riassunto: capacità termica, calore specifico e molare; capacità termica per trasformazione arbitraria; processi non QS a pressione/volume fissato; CV e Cp da DU e DH; C>=0.</p> <p>Funzioni di stato e uso per il calcolo di processi diversi con stesso stato iniziale e finale.</p> <p>Sistemi pVT.</p> <p>Energia interna di solido/liquido incompressibile.</p> <p>Energia interna di gas ideale.</p> <p>Trasformazione adiabatica QS di gas ideale; grafico di isoterme e adiabatiche.</p>
07/03/18	<p>Teorema di Poynting e prima legge applicata al sistema campo ElettroMagnetico.</p> <p>Conversione lavoro-calore e calore-lavoro.</p> <p>Esempi/Applicazioni: espansione isoterma di gas ideale e totale conversione di calore in lavoro.</p> <p>Macchine termiche (cicliche); motore termico, frigorifero e pompa di calore; definizioni di rendimento.</p> <p>Esempi/Applicazioni: ciclo Otto ideale (cenno).</p> <p>Esempi/Applicazioni: ciclo Diesel ideale (cenno).</p> <p>Esempi/Applicazioni: ciclo macchina a vapore ideale (cenno).</p> <p>Enunciato di Kelvin-Planck; enunciato di Clausius; equivalenza dei due enunciati.</p> <p>Trasformazioni, reversibili e reali; esempi.</p> <p>Condizioni per la reversibilità.</p>
12/03/18	<p>Ciclo e macchina di Carnot, termica e frigorifera; rendimento.</p> <p>Teorema di Carnot.</p> <p>Temperatura termodinamica assoluta.</p> <p>Concetto di punto triplo.</p> <p>Temperatura termodinamica assoluta come fattore integrante del calore; pressione come fattore integrante del calore in sistema pVT.</p> <p>Macchina di Carnot a gas ideale; calcolo del rendimento.</p> <p>Ciclo di Carnot per sistema arbitrario.</p>
13/03/18	<p>Ciclo generico: approssimazione con cicli di Carnot.</p> <p>Eguaglianza di Clausius.</p> <p>Definizione di entropia; entropia come funzione di stato.</p> <p>Concetto di termostato.</p> <p>Esempi/Applicazioni: generazione di entropia 1 J/K con mulinello di Joule; generatore di entropia.</p> <p>Esempi/Applicazioni: variazione di entropia per solido/liquido incompressibile.</p> <p>Esempi/Applicazioni: variazione di entropia per gas ideale.</p> <p>Esempi/Applicazioni: variazione di entropia per espansione libera di gas ideale.</p> <p>Esempi/Applicazioni: variazione di entropia nella termalizzazione di due oggetti incompressibili posti a contatto a temperature iniziali diverse.</p>
14/03/18	<p>Diseguaglianza di Clausius.</p> <p>Principio di aumento dell'entropia per un sistema termicamente isolato.</p> <p>Enunciato del secondo principio nella forma $dS = dS_i + dS_e$; $dS_i \geq 0$.</p> <p>Esempi/Applicazioni: espansione mono-terma di un gas ideale.</p> <p>Prima legge + seconda legge = equazione fondamentale.</p> <p>Definizione H, F, G; processi a P, T costante e G; processi a V, T costante e F.</p> <p>Relazioni di Maxwell e variabili naturali.</p> <p>Equazioni TdS.</p> <p>Equazioni per l'energia interna ed entalpia.</p>
20/03/18	<p>Equazioni per le capacità termiche: $cP > cV$.</p> <p>Compressibilità isoterma e adiabatica.</p> <p>Esempi/Applicazioni: gas ideale; cp-cV, variazioni di entropia, trasformazioni reversibili e no.</p> <p>Esempi/Applicazioni: equazioni dell'energia applicate a gas ideale e di van der Waals; energia interna di gas di van der Waals.</p> <p>Esempi/Applicazioni: gas di Clausius, cp-cV, equazione di adiabatica QS.</p>
21/03/18	<p>Esempi/Applicazioni: piano TS e piano pV, calore reversibile e lavoro reversibile, mapping TS ↔ pV; ciclo di Carnot nel piano TS e rendimento.</p> <p>Esempi/Applicazioni: condizioni di equilibrio termico e meccanico di un sistema isolato; equilibrio chimico (cenno).</p> <p>Esempi/Applicazioni: calcolo entropia di un gas di van der Waals.</p> <p>Esempi/Applicazioni: gas di fotoni, trattazione termodinamica, U, H, F, G.</p>
22/03/18	<p>Esempi/Applicazioni: gas di fotoni, sistema a numero particelle variabile; calore specifico per particella, confronto con il gas ideale molecolare.</p> <p>Esempi/Applicazioni: gas di fotoni in una stanza: radiazione infrarossa da ambiente; CMBR in ambiente.</p> <p>Esempi/Applicazioni: solido/liquido lineare, energia interna.</p> <p>Esempi/Applicazioni: $U = A S^{3/2} / (NV)$.</p>
23/03/18	SERGIO
27/03/18	<p>Sistemi a molti componenti e potenziale chimico.</p> <p>Teorema del massimo lavoro; espressione in termini di sole variabili di sistema, invece che entropia dell'universo; T e V esterne fissate; T e P esterne fissate.</p> <p>Massima entropia e stati metastabili, cenno.</p> <p>Trasformazioni di fase: esempio ebollizione acqua; fasi e coesistenza delle fasi.</p> <p>Coesistenza di fasi: f(P,T)=0 come intersezione delle due superfici PVT per le due fasi.</p> <p>Relazione P-T: esempio della pentola a pressione, taratura della pressione e temperatura di ebollizione.</p> <p>Definizione di tensione di vapore: piano P-T.</p>

	Equazione di Clausius-Clapeyron; calore latente.
	Entropia specifica e volume specifico; discontinuità di prima specie; transizioni di fase di primo ordine.
28/03/18	
	Esempi/Applicazioni: temperatura di ebollizione dell'acqua in montagna e in pentola a pressione.
	Esempi/Applicazioni: sovra-raffreddamento acqua.
	Esempi/Applicazioni: grafite e diamante, transizione di fase mono-terma.
04/04/18	
	Esempi/Applicazioni: elastico come sistema termodinamico.
	Polarizzazione/Magnetizzazione per orientamento: equazione di Langevin.
	Equazione di stato per un materiale polarizzabile sia per orientamento che per deformazione; dipendenza da T da equazione di Langevin.
09/04/18	
	Materiale polarizzabile/magnetizzabile in campo esterno come sistema termodinamico; lavoro; difficoltà per le forze a lungo range.
	Sistemi elettrici/magnetici: lavoro, caso di sistema isolato e connesso a generatori, inclusione o no dell'energia di interazione con il campo esterno; relazioni.
	Energia libera di Helmholtz ed energia interna; dipendenza delle caratteristiche elettromagnetiche della materia dalla temperatura e necessità di uso lavoro isoterma.
	Materiale polarizzabile/magnetizzabile in campo esterno: pressione e volume come ulteriore coppia di variabili macroscopiche coniugate.
	Suscettività elettrica/magnetica ed equazione di stato (relazione costitutiva per il materiale nel campo dato).
	Grandezze tensoriali nel caso di non isotropia (cenno); sia rispetto alle proprietà elettromagnetiche che rispetto a quelle meccaniche (termine $p dV$).
	Grandezze dipendenti dal posto nel caso di non omogeneità (cenno).
	Sistemi non lineari (cenno); equazione di Langevin.
	Similitudini e differenze tra caso elettrico e magnetico; segno dell'energia potenziale di dipolo rigido in campo esterno; cariche costanti verso correnti costanti.
	Esempi/Applicazioni: polarizzazione di una molecola da infinito a campo elettrico esterno fissato; bilancio energetico dettagliato, energia interna e fattore 1/2.
	Smagnetizzazione adiabatica: cenno.
10/04/18	
	Introduzione ai fluidi.
	Forze di volume e di superficie; forze di pressione come forze di volume; coppie di volume/superficie.
	Sforzi normali/tangenziali; tensore di force-stress (cenno).
	Coppie torcenti/flettenti; tensore di couple-stress (cenno).
	Legge di Archimede.
	Viscosità e tensione superficiale.
11/04/18	SERGIO
16/04/18	
	Statica dei fluidi; fluidi incomprimibili e coincidenza tra superfici isobare ed equipotenziali.
	Legge di Pascal
	Legge di Stevino.
	Esempi/Applicazioni: atmosfera isoterma come problema di statica e come problema di meccanica statistica tramite il fattore di Boltzmann Gibbs.
	Esempi/Applicazioni: atmosfera isoterma a molti componenti; andamento con altezza dei diversi componenti.
	Esempi/Applicazioni: atmosfera adiabatica.
	Esempi/Applicazioni: variazione densità acqua dell'oceano ed equazione dell'equilibrio idrostatico.
	Esempi/Applicazioni: profilo in un recipiente cilindrico circolare ruotante; forze inerziali come forze di volume.
17/04/18	
	Dinamica dei fluidi: moto laminare e turbolento, numero di Reynolds (cenno).
	Equazione di continuità della massa.
	Equazione di Bernoulli come conseguenza del primo principio della termodinamica per sistemi aperti in moto stazionario; ipotesi.
	Ipotesi di validità dell'equazioni di Bernoulli: viscosità trascurabile sforzi di taglio piccoli; confronto tra sforzi di taglio e normali.
	Cavitazione (cenno).
	Definizione di viscosità per fluidi incomprimibili; tensore degli sforzi; strato limite.
	Fluidi non newtoniani (cenno).
	Definizione di tensione superficiale; lavoro per variare una superficie; sistema (area, tensione superficiale) come sistema termodinamico.
	Equazione di Laplace (cenno); goccia d'acqua e bolla di sapone.
18/04/18	
	Esempi/Applicazioni: moto alla Poiseuille; irrotazionalità; velocità media; portata.
	Esempi/Applicazioni: cilindri coassiali circolari rotanti per misurare la viscosità.
	Esempi/Applicazioni: goccia d'acqua.
	Esempi/Applicazioni: bolla di sapone.
23/04/18	
	Richiamo: sezione d'urto; cammino libero medio in presenza di bersagli fissi.
	Flusso unidirezionale (jet) e flusso omni-direzionale (isotropo e non isotropo).
	Il paradigma della fisica statistica.
	La distribuzione di Boltzmann-Gibbs; esempio con la distribuzione di densità in atmosfera.
	Teorema di equipartizione dell'energia.
	La distribuzione di Maxwell-Boltzmann.
24/04/18	
	Urti contro una parete: jet di particelle incidente e distribuzione incidente omni-direzionale, in particolare isotropa.
	Effusione nel vuoto; cross-effusione tra due contenitori.
	Calcolo della pressione su una parete a partire dagli urti.
02/05/18	
	Fasci molecolari, distribuzione di velocità di uscita per effusione; distribuzione energia cinetica di uscita per effusione, energia cinetica media.
	Esempi/Applicazioni: equazione di stato di gas perfetto monoatomico; pressione cinetica.
07/05/18	
	Moti convettivi e moti diffusivi di un insieme di particelle; esempi: corrente elettrica, diffusione di profumo.
	Densità e densità di corrente; equazione di continuità; legge di Fick generalizzata (linearità, omogeneità, isotropia).
	Diffusione di particelle; coefficiente.

	Diffusione di energia (legge di Fourier); coefficiente.
	Diffusione di quantità di moto (viscosità); coefficiente.
	L'equazione di diffusione; soluzione fondamentale.
	Relazione tra cammino libero medio sezione d'urto; caso di bersagli fissi, e caso di gas omogeneo e isotropo.
08/05/18	
	Equazione di Jacobi e teorema del viriale.
	Esempi/Applicazioni: equazione di stato di gas perfetto monoatomico.
	Esempi/Applicazioni: collasso di una protostella.
09/05/18	
	Esempi/Applicazioni: legge di Graham.
	Esempi/Applicazioni: diffusione di esafluoruro di uranio.
	Esempi/Applicazioni: diffusione dell'He.
	Esempi/Applicazioni: random walk in 1D.
	Esempi/Applicazioni: random walk in 3D.
14/05/18	
	Esempi/Applicazioni: He, cammino libero e velocità.
	Esempi/Applicazioni: gas di fotoni, pressione e urti contro pareti.
	Esempi/Applicazioni: termalizzazione.
15/05/18	
	Trasmissione del calore: conduzione, convezione e irraggiamento.
	Corpo nero e radiazione di corpo nero: gas di fotoni.
	Riflessività, assorbività, trasmissività.
16/05/18	
	Distribuzione di Planck; legge di Wien; legge di Stefan-Boltzmann.
	Esempi/Applicazioni: scudo termico.
21/05/18	
	Esempi/Applicazioni: eccitazione termica di atomo di idrogeno.
	Esempi/Applicazioni: flusso di gas in due camere in serie.
	Esempi/Applicazioni: pompa di vuoto per gas.
22/05/18	
	Esempi/Applicazioni: equilibrio idrostatico di una stella.