

Cari studenti, cari colleghi,

a breve si terrà un ciclo di seminari organizzati dal sottoscritto, dal titolo *Approfondimenti in Matematica Applicata*. I seminari si terranno secondo il seguente programma, passibile di modifiche ed integrazioni:

1. Cinzia Cerroni, *Geogebra parte 1: Funzioni, derivate e integrali*, mercoledì 8 aprile, dalle 15.30 alle 17.00;
2. Cinzia Cerroni, *Geogebra parte 2: Inversione circolare e geometria 3d*, giovedì 9 aprile, dalle 15.30 alle 17.00;
3. Fabio Bagarello, *Regole di commutazione ed anti-commutazione canoniche, e loro deformazioni: quesiti matematici ed applicazioni fisiche*, mercoledì 15 aprile, dalle 15.30 alle 17.00;
4. Francesco Oliveri, *Simmetrie e leggi di conservazione*, giovedì 16 aprile, dalle 15.30 alle 17.00;
5. Federico Roccati, *Introduzione alla crittografia quantistica*, mercoledì 22 aprile, dalle 15.30 alle 17.00;
6. Francesco Gargano, *Tecniche numeriche per la soluzione di EDP in fisica*, martedì 28 aprile, dalle 15.30 alle 17.00;
7. Massimo Palma, *Costo termodinamico dell'informazione*, mercoledì 29 aprile, dalle 15.30 alle 17.00;
8. Giovanni Falcone, *Il ruolo della matematica in crittografia*, lunedì 4 maggio, dalle 15.30 alle 17.00.

I seminari saranno tenuti sulla piattaforma Microsoft Teams, e registrati per potere anche essere rivisti offline, nell'ottica di dare agli studenti forzatamente bloccati a casa la possibilità di approfondire determinati argomenti e di sostituire tirocini che, in questo frangente, non possono essere svolti. La frequenza ai seminari darà diritto ad un certo numero di CFU secondo le modalità previste dal CCS cui ciascun studente afferisce. Ad esempio, per gli studenti di Elettronica, è prevista l'assegnazione di 1 cfu per ogni paio di seminari consegnando, per ogni seminario seguito, una breve relazione al sottoscritto. Per gli studenti di Fisica, invece, ogni seminario seguito, con relativa relazione consegnata, verrà valutato come 3 ore di attività svolta. Gli studenti interessati devono iscriversi usando il codice teams e2xsov0. Per eventuali informazioni potete contattarmi all'indirizzo fabio.bagarello@unipa.it.

Di seguito, eccovi gli abstracts dei vari seminari:

1. **Cinzia Cerroni, primo seminario:** *In questo seminario si applicherà il software di geometria dinamica Geogebra per riflettere su definizioni e oggetti della matematica. In particolare: costruzione, tramite Geogebra, di funzioni usando la definizione. Costruzione della funzione derivata di una funzione, usando il significato geometrico di derivata. Costruzione dell'integrale definito di una funzione usando le somme inferiori e le somme superiori e costruzione della funzione integrale come luogo geometrico.*

2. **Cinzia Cerroni, secondo seminario:** *In questo secondo seminario si applicherà Geogebra per riflettere ulteriormente su definizioni e oggetti della matematica. In particolare: costruzione della trasformazione inversione circolare, sue proprietà e sue applicazioni per la soluzione del problema di Apollonio. Costruzioni di quadriche in geogebra 3d.*
3. **Fabio Bagarello:** *Le CCR e le CAR sono semplici regole algebriche che legano tra loro operatori coniugati gli uni degli altri, e che rivestono un ruolo essenziale in Meccanica Quantistica. Come è noto, infatti, esse sono direttamente connesse alle eccitazioni elementari note come "bosoni" e "fermioni". In questo seminario mostreremo come deformare le CCR e le CAR produca una matematica non banale ed abbia applicazioni interessanti a sistemi quantistici di tipo gain-loss.*
4. **Francesco Oliveri:** *Considerato un sistema a n gradi di libertà governato da una Lagrangiana $\mathcal{L}(q_1, \dots, q_n, \dot{q}_1, \dots, \dot{q}_n, t)$, le equazioni del moto nell'intervallo $[t_0, t_1]$ si trovano con il principio variazionale di Hamilton*

$$\delta \int_{t_0}^{t_1} \mathcal{L}(q_1, \dots, q_n, \dot{q}_1, \dots, \dot{q}_n, t) dt = 0,$$

che corrisponde al fatto che l'azione lagrangiana

$$\int_{t_0}^{t_1} \mathcal{L}(q_1, \dots, q_n, \dot{q}_1, \dots, \dot{q}_n, t) dt$$

sia stazionaria considerando i cosiddetti moti variati sincroni. Le equazioni differenziali che discendono dal principio di Hamilton e a cui devono soddisfare le coordinate lagrangiane (q_1, \dots, q_n) sono le equazioni di Eulero-Lagrange:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \dot{q}_k} \right) - \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial q_k} = 0, \quad k = 1, \dots, n.$$

Dopo avere definito il concetto moderno di simmetria intesa come gruppo di trasformazioni che garantiscono l'invarianza, si dimostrerà (Teorema di Noether, 1918) il legame tra le simmetrie dell'azione lagrangiana e le leggi di conservazione (integrali primi) delle equazioni di Eulero-Lagrange. Il teorema di Noether si può esprimere anche per i sistemi infinito-dimensionali (teoria dei campi).

Il risultato teorico verrà illustrato con diversi esempi.

5. **Federico Roccati:** *Le leggi della Meccanica Quantistica permettono una trasmissione sicura di chiavi crittografiche. Vari protocolli crittografici quantistici, o meglio protocolli quantistici di distribuzione delle chiavi, sono stati recentemente sviluppati. In questo seminario, dopo un' introduzione al formalismo quantistico necessario, verrà discusso ed analizzato il primo protocollo di crittografia quantistica, il protocollo BB84.*
6. **Francesco Gargano:** *In questo seminario verranno proposte alcune tecniche numeriche per risolvere equazioni differenziali a derivate parziali (EDP) di grande rilevanza in ambito fisico. In particolare verrà mostrato come risolvere numericamente l'equazione del calore e l'equazione di Schrödinger. Le tecniche risolutive proposte si baseranno su schemi alle differenze finite che richiedono un'opportuna discretizzazione*

delle varie derivate parziali nei punti griglia. I codici numerici ottenuti verranno implementati in Matlab e verranno mostrate alcune soluzioni numeriche per particolari scelte delle condizioni al contorno (equazione del calore) e funzione potenziale (equazione di Schrödinger).

7. **Massimo Palma:** *Esiste un costo termodinamico inevitabile nella elaborazione dell'informazione? Questa domanda è analoga a al problema che si pose Carnot studiando il limite intrinseco al rendimento delle macchine termiche. In questo breve seminario discuterò quale sia il costo termodinamico intrinseco dell'elaborazione dell'informazione ed il legame fra irreversibilità termodinamica ed irreversibilità logica.*
8. **Giovanni Falcone:** *Dopo aver provato a descrivere la differenza tra crittografia a chiave simmetrica e crittografia a chiave pubblica, e a discutere quegli aspetti a volte paradossali della teoria, cercherò di presentare gli algoritmi più diffusi, nei dettagli che si renderà possibile esporre. In particolare, parlerò di OTP (one-time pad), ordini di magnitudine in fisica e in matematica, teorema dei numeri primi, paradosso del compleanno e algoritmi random, chiave privata, pubblica, segreta, RSA, protocollo di Diffie-Hellman e algoritmo di ElGamal su curve ellittiche.*

Cordiali saluti,

Fabio Bagarello