



ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI E FONDAZIONE «GUIDO DONEGANI»

CONVEGNO

1925: DAI NUMERI QUANTICI AL SISTEMA PERIODICO. UNA RIVOLUZIONE IN CHIMICA

ABSTRACT

25-26 NOVEMBRE 2025

Comitato ordinatore: Vincenzo AQUILANTI (Linceo, Università di Perugia), Vincenzo BARONE (Linceo, Scuola Normale Superiore di Pisa), Ugo COSENTINO (Piano Nazionale Lauree Scientifiche), Claudio GRECO (Presidente DCTC, Società Chimica Italiana), Benedetta MENNUCCI (Linceo, Università di Pisa), Gianfranco PACCHIONI (Linceo, Università di Milano-Bicocca), Vincenzo SCHETTINO (Linceo, Università di Firenze), Margherita VENTURI (Divisione di Didattica, SCI)

PROGRAMMA

Nel 1925, Wolfgang Pauli formulò il famoso principio di esclusione, un concetto fondamentale della meccanica quantistica che stabilisce che due elettroni in un atomo non possono avere lo stesso insieme di numeri quantici. Questo principio spiega la struttura elettronica degli atomi e la disposizione regolare degli elementi nella tavola periodica, fornendo le basi per la comprensione della chimica degli elementi. A cento anni da questa scoperta rivoluzionaria, il convegno ripercorrerà le tappe che hanno portato alla formulazione delle leggi della meccanica quantistica e alla nascita della chimica moderna. Oggi grazie a questi principi è possibile non solo descrivere e comprendere la natura di molecole, liquidi, solidi o la reattività chimica ma anche progettare con strumenti teorici composti e materiali dalle straordinarie proprietà.

Martedì 25 novembre, Palazzo Corsini

14.30 *Indirizzi di saluto*

Carlo DOGLIONI (Presidente della Classe di Scienze Fisiche e Naturali dell'Accademia Nazionale dei Lincei)

Chair: Vincenzo BARONE (Linceo, INSTM)

14.50 Teodoro LAINO (IBM Research Europe, Zurigo): *Dai numeri quantici all'intelligenza artificiale: riscrivere la chimica con un nuovo alfabeto*

15.20 Cristina PUZZARINI (Università di Bologna): *Nessuno è isolato: molecole nell'atmosfera e nello spazio*

15.50 Filippo LIPPARINI (Università di Pisa): *Nessuno è isolato: molecole in soluzione*

16.20 Intervallo

Chair: Claudio GRECO (Presidente DCTC, Società Chimica Italiana)

16.50 Silvia CASASSA (Università di Torino): *Capire i solidi cristallini: dai difetti ai termoelettrici*

17.20 Alessandro FORTUNELLI (CNR-ICCOM Pisa): *Elegante, efficiente e rispettoso dell'ambiente: nuovi sviluppi della catalisi omogenea ed eterogenea*

Chair: Benedetta MENNUCCI (Lincea, Università di Pisa)

17.50 Presentazione flash poster

Silvia ALESSANDRINI (Università di Bologna): *Molecole tra le stelle: la prospettiva della chimica quantistica sul mezzo interstellare*

Matteo BRIGANTI (Università di Firenze): *Il ponte di Eracito: spin molecolari tra chimica e tecnologie quantistiche*

Carmen COPPOLA (Università di Siena): *Chimica computazionale e Machine Learning: alla ricerca di nuovi coloranti per l'Internet of Things*

Giulia DALL'OSTO (Elettra Sinctrotrone Trieste): *Modelli continui oltre il solvente: nanoparticelle plasmoniche*

Giovanni DI LIBERTO (Università di Milano-Bicocca): *Catalisi a singolo-atomo: un viaggio nel Sistema Periodico visto con le lenti della chimica quantistica*

Francesco DI MAIOLO (Università di Parma): *Cambiare le regole del gioco: dai gap singoletto-tripletto invertiti agli interruttori radicalici*

Greta DONATI (Università di Napoli Federico II): *La versatilità della chimica teorico-computazionale: dalla chimica farmaceutica alla chimica verde*

Laura FALIVENE (Università di Salerno): *Modelli predittivi affidabili per catalizzatori più efficienti*

Francesca FASULO (Università di Napoli Federico II): *Quando la meccanica quantistica incontra le batterie del futuro: la chimica dell'ossigeno e la sfida dell'energia pulita*

Maria Grazia FORTINO (Università della Magna Grecia Catanzaro): *Aspetti teorici delle perovskiti chirali ibride*

Tommaso GIOVANNINI (Università di Roma Tor Vergata): *Verso una migliore integrazione della meccanica classica e quantistica nei modelli multiscala: il ruolo della repulsione di Pauli*

Ciro Achille GUIDO (Università del Piemonte Orientale): *Fotofisica molecolare in ambienti complessi: nuove prospettive dalla teoria dei sistemi quantistici aperti*

Federico LAZZARI (Scuola Superiore Meridionale): *Dai frammenti ai farmaci e ai soft materials: un approccio QM Δ -ML integrato*

Marco MENDOLICCHIO (Scuola Normale Superiore di Pisa): *Interpretare le vibrazioni molecolari: teoria e simulazione al servizio della chimica*

Francesco MUNIZ MIRANDA (Università di Modena e Reggio Emilia): *Dal red shift al blue shift: come il legame a idrogeno modula le frequenze vibrazionali*

Fortuna PONTE (Università della Calabria): *Stati eccitati: il motore della fototerapia antitumorale*

Sergio RAMPINO (Università di Padova): *Teoria e calcolo: la chimica al confine con la fisica, la matematica e l'informatica*

Umberto RAUCCI (IIT Genova): *Alla scoperta della materia con l'intelligenza artificiale: la nuova frontiera della chimica computazionale*

Diego SORBELLI (Università di Perugia): *Dalla struttura elettronica alla coerenza di spin: molecole ingegnerizzate per l'informazione quantistica*

18.30 Sessione poster

**Mercoledì 26 novembre, Auditorium di Villa Farnesina
in collaborazione con Fondazione i Lincei per la scuola**

10.00 *Indirizzi di saluto*

Chair: Gianfranco PACCHIONI (Linco, Università di Milano-Bicocca)

10.15 Margherita VENTURI (Università di Bologna): *La Tavola Periodica: ieri, oggi e domani*

10.40 Ugo COSENTINO (Università di Milano-Bicocca): *Macroscopico e microscopico: due mondi diversi che si devono parlare*

11.05 Intervallo con presentazione poster tematici

Francesca FASULO (Università Napoli Federico II): *Quando la meccanica quantistica incontra le batterie del futuro: la chimica dell'ossigeno e la sfida dell'energia pulita*

Umberto RAUCCI (IIT Genova): *Alla scoperta della materia con l'intelligenza artificiale: la nuova frontiera della chimica computazionale*

Sergio RAMPINO (Università di Padova): *Teoria e calcolo: la chimica al confine con la fisica, la matematica e l'informatica*

Federico LAZZARI (Scuola Superiore Meridionale): *Intelligenza umana e intelligenza artificiale: accordi e disaccordi*

Chair: Vincenzo AQUILANTI (Linco, Università di Perugia)

11.50 Teresa FORNARO (Istituto Nazionale di Astrofisica, Arcetri): *I mattoni molecolari della vita e la ricerca della vita nel Sistema Solare*

12.15 Michele PAVONE (Università di Napoli Federico II): *Dal legame chimico ai materiali intelligenti*

12.40 Conclusioni

*Il convegno è organizzato in collaborazione con la Società Chimica Italiana
e Fondazione Lincei per la Scuola*

ROMA - PALAZZO CORSINI - VIA DELLA LUNGARA, 10
Segreteria del convegno: convegni@lincoi.it – <http://www.lincei.it>

Tutte le informazioni per partecipare al convegno sono disponibili su:

<https://www.lincei.it/it/manifestazioni/1925-dai-numeri-quantici-al-sistema-periodico-una-rivoluzione-chimica>

Per partecipare al convegno è necessaria l'iscrizione online
I lavori potranno essere seguiti dal pubblico anche in streaming

Fino alle ore 10 è possibile l'accesso anche da Lungotevere della Farnesina, 10

L'attestato di partecipazione al convegno viene rilasciato esclusivamente a seguito di partecipazione in presenza fisica e deve essere richiesto al personale preposto in anticamera nello stesso giorno di svolgimento del convegno

Dai numeri quantici all'intelligenza artificiale: riscrivere la chimica con un nuovo alfabeto

Teodoro LAINO (IBM Research Europe, Zurigo)

Nel 1925 il principio di esclusione di Wolfgang Pauli introdusse un nuovo linguaggio per descrivere la materia, fondato sui numeri quantici. A un secolo di distanza, la chimica vive un'altra rivoluzione: l'intelligenza artificiale (IA). I moderni modelli di linguaggio possono trattare molecole e reazioni come frasi da "tradurre", prevedono con elevata accuratezza i prodotti di sintesi e suggerendo in pochi secondi percorsi reattivi un tempo riservati a specialisti, allo stesso tempo democratizzando competenze e accelerando la scoperta.

Il mio intervento ripercorrerà questo viaggio, dai numeri quantici ai modelli linguistici, mostrando come la codifica simbolica di orbitali e configurazioni elettroniche abbia aperto la strada a rappresentazioni testuali della chimica e sfruttate per allenare algoritmi di intelligenza artificiale. Illustrerò esempi di applicazioni pratiche, dalla pianificazione automatica di sintesi all'esplorazione di spazi molecolari su vasta scala, evidenziando come l'integrazione dell'IA nei laboratori amplifichi creatività e produttività scientifica.

Guarderò poi al prossimo orizzonte: il quantum computing, che sfrutta gli stessi principi quantistici di Pauli per permettere un giorno simulazioni molecolari esatte oltre allo sviluppo di nuovi algoritmi di machine learning quantistici. La sinergia fra IA e calcolo quantistico dischiude un "nuovo alfabeto" che unisce fisica, chimica e informatica: un linguaggio universale capace di guidarci verso materiali sostenibili, catalizzatori intelligenti e terapie mirate, rendendo la scienza della materia accessibile a una comunità sempre più ampia.

Nessuno è isolato: molecole nell'atmosfera e nello spazio

Cristina PUZZARINI (Università di Bologna)

Le molecole sono gli attori invisibili che plasmano il mondo che conosciamo, dall'atmosfera che avvolge la Terra alle immense distese di gas e polveri che popolano lo spazio interstellare. Eppure, nessuna di esse agisce da sola. Nell'atmosfera, le molecole interagiscono con la luce e tra loro, dando origine a fenomeni che regolano il clima, la qualità dell'aria e la vita stessa. Nello spazio, dove le condizioni sembrano estreme e il vuoto domina, le molecole si formano e reagiscono costruendo lentamente la complessità chimica da cui si è originata la vita sulla Terra. Anche negli ambienti più rarefatti, le molecole si scontrano: collisioni che, pur essendo eventi microscopici, determinano l'evoluzione macroscopica dei sistemi chimici. Nell'atmosfera terrestre, le collisioni sono frequenti e spesso non reattive: servono a trasferire energia e mantenere l'equilibrio dinamico dei gas. Tuttavia, in presenza di radiazione solare o di specie ad alta energia, queste collisioni possono divenire reattive, dando vita a catene reattive complesse. Nello spazio interstellare, dove le pressioni sono talmente inferiori da far pensare al vuoto, le collisioni sono rare ma non meno significative: un singolo urto può innescare una reazione e determinare un passo in avanti verso la complessità molecolare.

In questo contributo, verrà mostrato come la meccanica quantistica ci permetta di svelare e capire la chimica dell'atmosfera terrestre e quella dello spazio interstellare. Attraverso una delle sue accezioni sperimentali, la spettroscopia molecolare, vedremo come è possibile identificare e monitorare le molecole che popolano questi ambienti. Da questa prospettiva osservativa, il percorso si sposterà verso la dimensione della reattività

chimica, mostrando come i metodi di calcolo quanto-meccanico consentano di descrivere in dettaglio i meccanismi di reazione e di comprendere come l'evoluzione chimica possa procedere anche in condizioni fisiche estreme.

Capire i solidi cristallini: dai difetti ai termoelettrici

Silvia CASASSA (Università di Torino)

A prima vista non c'è nulla di più scontato dei solidi cristallini, con il loro ordine monotono e la statica bellezza della loro simmetria, che si riflette in forme macroscopiche perfette e algide. Quanto sono distanti dalle molecole della vita, sempre in movimento, in interazione reciproca, imprevedibili, mutevoli e diverse. Eppure, all'alba della chimica computazionale, quando si stava iniziando la modellizzazione delle prime semplici molecole, quattro scienziati@ hanno deciso di affrontare lo studio, a livello quanto-meccanico, dei cristalli, con un approccio combinato, che fosse insieme chimico e fisico. La storia di questo progetto, che ora è un software scientifico – simile a tanti altri – è il pretesto per provare a restituire, almeno in parte, le difficoltà concettuali, le elaborazioni matematiche, le profonde intuizioni e gli strumenti che sono alla base dello studio dei materiali, e per parlare di alcune delle proprietà che rendono i cristalli dei sistemi affascinanti, con peculiarità incredibili ed enormi potenzialità. I materiali hanno forgiato il nostro passato, definiscono il presente e influenzeranno in modo determinante il nostro futuro. Comprendere è il primo passo per poter continuare a immaginare e realizzare materiali nuovi, con i quali affrontare le sfide che sono già in essere.

Elegante, efficiente e rispettoso dell'ambiente: nuovi sviluppi della catalisi omogenea ed eterogenea

Alessandro FORTUNELLI (CNR-ICCOM Pisa)

La modellazione predittiva dei processi catalitici gioca un ruolo centrale nell'attuale crisi energetica e ambientale, consentendo la progettazione razionale e l'ottimizzazione di materiali e processi, con il fine ultimo scopo di offrire soluzioni pratiche a problemi chiave di conversione chimica, come l'attivazione di piccole molecole o la degradazione/trasformazione di specie organiche complesse (plastiche, alimenti, prodotti chimici). Tuttavia, la struttura aritmeticamente irregolare e accidentata dello spazio chimico, conseguenza della quantizzazione dei numeri atomici e dei livelli elettronici, rende la ricerca di nuovi catalizzatori un'impresa molto complessa, realizzabile solo attraverso lo "screening" di milioni di potenziali candidati. Di recente, abbiamo sviluppato un approccio, in cui l'Intelligenza Artificiale sotto forma di potenziali di reti neurali è combinata con principi di invarianza conformale dei meccanismi catalitici, che si sta dimostrando una strategia molto promettente per accelerare la scoperta di nuovi sistemi. Il nuovo approccio trasferisce la conoscenza accumulata su materiali omologhi (sfruttando dei cosiddetti "funnel" conformali) per predire la "performance" di nuovi sistemi in reazioni catalitiche complesse in maniera estremamente accelerata, ma con un'accuratezza pari a quella dei metodi di principi primi, oltre ad essere in grado di scoprire percorsi di reazione alternativi e cambiamenti nel meccanismo di reazione (trasferibilità), aprendo così la strada a una ricerca sistematica realizzabile praticamente di nuovi materiali catalitici [1]. Illustrerò l'approccio con applicazioni selezionate a processi quali la decomposizione del metanolo, di interesse per la produzione di idrogeno, e l'idrogenazione della anidride carbonica.

Verso una migliore integrazione della meccanica classica e quantistica nei modelli multiscala: il ruolo della repulsione di Pauli

Tommaso GIOVANNINI (Università di Roma Tor Vergata)

La descrizione teorica di sistemi molecolari complessi, caratterizzati da un grande numero di gradi di libertà elettronici e vibrazionali, rappresenta una sfida centrale in chimica teorica e computazionale. Gli approcci multiscala [1-3] offrono una soluzione efficace: la regione molecolare di interesse (target), responsabile delle proprietà osservate sperimentalmente, è trattata a livello quantomeccanico (QM), mentre l'ambiente circostante, che ne modula ma non determina le proprietà, è descritto con modelli a minore accuratezza. Mantenendo una rappresentazione completamente atomistica del sistema, l'ambiente può essere trattato a livello classico tramite campi di forza di meccanica molecolare (QM/MM) [3], oppure utilizzando una descrizione quantomeccanica approssima (quantum embedding) [4]. In entrambi i casi, una volta scelto il livello di calcolo per la parte target, la qualità del modello dipende dalla descrizione delle interazioni tra le due porzioni. A livello QM/MM, le interazioni elettrostatiche e di mutua polarizzazione possono essere accuratamente descritte utilizzando i cosiddetti QM/MM polarizzabili [5-7]. L'integrazione tra la meccanica classica e quella quantistica per la parte non elettrostatica, invece, pone sfide ancora aperte, in quanto queste sono solitamente trattate tramite funzioni parametriche (ad es. Potenziale di Lennard-Jones), che comportano modifiche all'energia, ma non modificano direttamente la densità molecolare QM.

In questo contributo presenteremo sviluppi recenti volti a includere le interazioni non elettrostatiche nei metodi multiscala, con particolare riferimento alla repulsione di Pauli. Discuteremo innanzitutto un modello generale a livello QM/MM [8], in cui la repulsione è formulata esplicitamente in funzione della densità elettronica della regione QM, modificando quindi direttamente l'Hamiltoniano QM e le proprietà derivate, tra le quali le costanti di accoppiamento iperfine. [9], l'assorbimento elettronico [10] e la risposta non lineare [11]. Parallelamente, mostreremo come la repulsione di Pauli possa essere trattata rigorosamente nei metodi di quantum embedding, con particolare riferimento al Multilevel Hartree-Fock (MLHF) [12] e al Multilevel Density Functional Theory (MLDFT) [13], recentemente estesi allo studio di proprietà sia di stato fondamentale [14] che di stati eccitati [15].

Bibliografia

1. A. Warshel, M. Levitt. *J. Mol. Biol.* **1976** *103*, 227-249.
2. J. Tomasi, B. Mennucci, R. Cammi. *Chem. Rev.* **2005** *105*, 2999-3094.
3. H. M. Senn, W. Thiel. *Angew. Chem., Int. Ed.* **2009** *48*, 1198-1229.
4. T. A. Wesolowski, A. Warshel. *J. Phys. Chem.* **1993** *97*, 8050-8053.
5. F. Lipparini, C. Cappelli, V. Barone. *J. Chem. Theory Comput.* **2012** *8*, 4153-4165.
6. T. Giovannini, F. Egidi, C. Cappelli. *Chem. Soc. Rev.* **2020** *49*, 5664-5677.
7. B. Mennucci, S. Corni. *Nat. Rev. Chem.* **2019** *3*, 315-330.
8. T. Giovannini, P. Lafiosca, C. Cappelli. *J. Chem. Theory Comput.* **2017** *13*, 4854-4870.
9. T. Giovannini, P. Lafiosca, B. Chandramouli, V. Barone, C. Cappelli. *J. Chem. Phys.* **2019** *150*, 124102.
10. T. Giovannini, M. Ambrosetti, C. Cappelli. *J. Phys. Chem. Lett.* **2019** *10*, 5823-5829.
11. G. Marrazzini, T. Giovannini, F. Egidi, C. Cappelli. *J. Chem. Theory Comput.* **2020** *16*, 6993-7004.
12. L. Goletto, T. Giovannini, et al. *Phys. Chem. Chem. Phys.* **2021** *23*, 4413-4425.
13. G. Marrazzini, T. Giovannini, et al. *J. Chem. Theory Comput.* **2021** *17*, 791-803.
14. T. Giovannini, G. Marrazzini, M. Scavino, H. Koch, C. Cappelli. *J. Chem. Theory Comput.* **2023** *19*, 1446-1456.
15. T. Giovannini, M. Scavino, H. Koch. *J. Chem. Theory Comput.* **2024** *20*, 3601-3612.

La Tavola Periodica: ieri, oggi e domani

Margherita VENTURI (Università di Bologna)

Il passato della Tavola Periodica comincia ben prima del fatidico 1869, perché l'idea di ordinare in qualche modo gli elementi chimici è apparsa molto presto nella storia della chimica: per esempio, ci ha provato addirittura il padre della Chimica, Antoine Lavoisier, e dopo di lui, si è imbarcato nell'impresa Jacob Berzelius, il chimico che introdusse i simboli chimici. È, comunque, indubbio che il passato più glorioso parte proprio dal 1869, anno in cui Mendeleev pubblicò la prima versione della Tavola Periodica, ordinando i 63 elementi noti a quel tempo in base al loro peso atomico. Questo geniale chimico, però, aprì la sua creazione anche a elementi non ancora conosciuti, lasciando dei posti vuoti pronti per ospitarli; ebbe, cioè, la grande intuizione di capire che la Tavola Periodica è un "documento aperto", che continua a crescere con la scoperta e/o la creazione di nuovi elementi, intuizione pienamente confermata dal fatto che il numero degli elementi è andato aumentando fino ai 118 confermati dalla IUPAC nel 2018.

Dal passato si arriva al presente della Tavola Periodica con la scoperta del numero atomico, che si è rivelato essere una chiave di lettura, più idonea del peso atomico, per comprendere la periodicità delle proprietà chimiche e fisiche degli elementi. Attualmente, infatti, gli elementi sono ordinati in funzione del numero atomico crescente, anche se in realtà è la configurazione elettronica a dominare la scena, perché la ripetitività nelle proprietà degli elementi oggi è stata razionalizzata in termini di ripetitività della distribuzione degli elettroni esterni attorno al nucleo. Con questa nuova interpretazione, che introduce il livello microscopico, la Tavola Periodica si interfaccia con la meccanica quantistica, l'unica in grado di fornire una comprensione profonda del mondo microscopico.

La storia di questo documento, però, ha anche un domani; infatti, con la creazione degli ultimi elementi che hanno completato il settimo periodo sono nate domande, alcune particolarmente inquietanti, alle quali ancora non è stata data risposta: *Quanti elementi potranno essere aggiunti? La Tavola Periodica è veramente un documento "senza fine"? Ha senso mantenere l'attuale concetto di periodicità e di Tavola Periodica?*

Macroscopico e microscopico: due mondi diversi che si devono parlare

Ugo COSENTINO (Università di Milano-Bicocca)

Ripercorreremo insieme la strada che ci ha portato a descrivere la struttura del mondo che ci circonda in termini di atomi e molecole. A partire dai primi approcci della filosofia naturale dell'antichità, la nascita della Chimica come Scienza (Lavoisier, fine del '700), consentì di elaborare un primo modello di atomo (Dalton, inizio dell'800) caratterizzato da una proprietà quantificale fondamentale: il peso (oggi, massa) atomico relativo. Sulla base di questa proprietà fisica e delle caratteristiche chimiche degli elementi, fu possibile (Mendeleev, 1869) organizzare gli elementi nella Tavola Periodica. Ma ancora non era noto quali forze consentissero agli atomi di unirsi a formare strutture stabili, le molecole. Per dare una risposta a questa domanda, sarà necessario attendere la scoperta che l'atomo non è un *atomo* (indivisibile) ma possiede una struttura interna (elettroni, protoni, neutroni). Questa scoperta portò all'inizio del '900 allo sviluppo di nuovi modelli atomici nei quali l'elettrone era considerato una *particella materiale* dotata di una carica negativa. Bohr elaborò un modello atomico planetario (*vecchia teoria dei quanti*) in grado di interpretare gli spettri atomici a righe degli elementi e nel quale gli elettroni manifestavano comportamenti discreti (i.e., quantistici); Lewis, sulla base di un modello di "atomo cubico", interpretò la formazione dei legami chimici in termini di condivisione di coppie di elettroni. Ma questi modelli generavano ancora più domande rispetto alle risposte che fornivano: quale era l'origine del comportamento quantistico degli elettroni e quale era la natura dei legami chimici? Saranno De Broglie nel 1924, formulando l'ipotesi che *l'elettrone possiede un comportamento ondulatorio*, e Schrödinger nel 1926, elaborando le equazioni per descriverne il comportamento, ad aprire la strada a una comprensione profonda del mondo microscopico. Nel 1927 la risoluzione dell'equazione di Schrödinger per la molecola di idrogeno H_2 ad opera di Heitler e London, permise di comprendere le ragioni per le quali due atomi neutri si leghino tra loro: il titolo del lavoro era proprio *Interazione di atomi neutri e legame omopolare secondo la meccanica quantistica*. A partire da allora la Chimica ha percorso molto strada, mantenendo sempre la propria specifica chiave di lettura di un mondo macroscopico costituito da entità microscopiche il cui comportamento possiamo ora descrivere con grande accuratezza, permettendo la progettazione di nuovi composti caratterizzati da proprietà specifiche di nostro interesse.

I mattoni molecolari della vita e la ricerca della vita nel Sistema Solare

Teresa FORNARO (Istituto Nazionale di Astrofisica, Arcetri)

Come si è originata la vita? Esiste vita oltre la Terra?

In questo contributo si ripercorrerà l'origine degli elementi chimici, i vari scenari di formazione delle molecole organiche e il processo di abiogenesi, soffermandosi sul ruolo chiave dei minerali terrestri nel facilitare la transizione dalla geochimica alla biochimica, fino alla formazione di sistemi proto-cellulari.

Ci si concentrerà poi su Marte che, a differenza della Terra, presenta tuttora rocce molto antiche ben preservate in cui potrebbero essere rinvenute tracce delle primissime forme di vita sviluppatesi nel Sistema Solare.

Verranno presentate le scoperte astrobiologiche più significative delle missioni marziane effettuate finora, e si concluderà con uno sguardo al futuro dell'esplorazione marziana e l'importanza di investigare Marte per comprendere le origini della vita stessa.