

Antonino Cucinotta



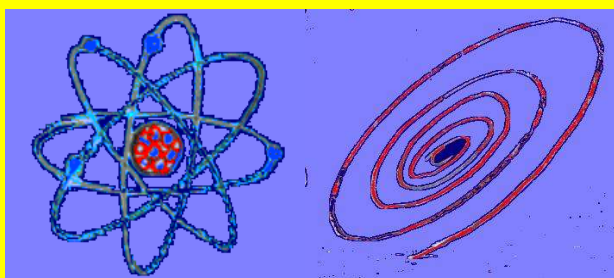
GIANNI E GIULIA

INNAMORATI SPECIALI

**AFFASCINATI DAI MISTERI DELL'UNIVERSO,
CI AIUTANO A CAPIRE COM'E' FATTO
E COME FUNZIONA IL MONDO FISICO**

più

***la versione testo del sito
di cultura scientifica
PEOPLEPHYSICS.COM***



RERUM NATURAM AMBULANDO DISCERE

**MESSINA, LUGLIO 2003 -COPYRIGHT 2003-2008
TUTTI I DIRITTI RISERVATI**

INDICE

Pag.

8...PREFAZIONE

9...I L'UNIVERSO SI ESPANDE

CONTINUERA' AD ESPANDERSI O IMPLODERA'?

13...II NASCITA, EVOLUZIONE E MORTE DI UNA STELLA

*LA GRAVITA', FORZA MOTRICE DELL' UNIVERSO, AGGREGA
E COMPRIME LA MATERIA CREANDO LE CONDIZIONI
FISICHE FAVOREVOLI PER LA NASCITA DI UNA STELLA*

19...III STELLE, PIANETI ED ESSERI VIVENTI

*LA MATERIA DI CUI SONO FATTI CONTIENE GLI STESSI
COMPONENTI FONDAMENTALI: QUARK ED ELETTRONI*

24...IV "SAPORI" E "COLORI" DEL MICROCOSMO

*INVENTATI DAI FISICI PER SPIEGARE LE FORZE
SUBNUCLEARI DEBOLI E FORTI*

31...V IL MISTERO DEL DUPLICE COMPORTAMENTO

**DELLA MATERIA E DELLA
RADIAZIONE ELETTROMAGNETICA**
ONDE O PARTICELLE?

36...VI BOSONI E FERMIONI

POSSIAMO ESISTERE PERCHE' SIAMO FATTI DI FERMIONI

38...VII LA CORRELAZIONE QUANTISTICA A DISTANZA

TRA COPPIE DI PARTICELLE IDENTICHE
*CONSENTE DI TELETRASPORTARE STATI QUANTICI
ATOMICI E FOTONICI*

43...VIII LE QUATTRO FORZE FONDAMENTALI DELLA NATURA

(GRAVITAZIONALI, ELETTROMAGNETICHE, SUBNUCLEARI FORTI E SUBNUCLEARI DEBOLI)

**46...IX IL MISTERO DELLA GRAVITA',
UNA FORZA SUI GENERIS**

CURVA LO SPAZIO E RALLENTA IL TEMPO

52...X IL MISTERO DELL'ANTIMATERIA

L'UNIVERSO FATTO DI MATERIA ESISTE PER UNA MISTERIOSA ASIMMETRIA INIZIALE TRA QUARK ED ANTIQUARK

56...XI LE ONDE

*MECCANICHE, ELETTROMAGNETICHE E GRAVITAZIONALI,
PERTURBANO I MEZZI IN CUI SI PROPAGANO TRASMETTENDO ENERGIA*

**59...XII NELL'UNIVERSO ENERGIA, QUANTITA' DI MOTO,
MOMENTO ANGOLARE E CARICA ELETTRICA SI
CONSERVANO**

RIVELANDOCI CHE LO SPAZIO-TEMPO E' OMOGENEO ED ISOTROPO

**66...XIII L'ENTROPIA DELL'UNIVERSO AUMENTA
SEMPRE**

RIVELANDOCI IL VERSO DELLA FRECCIA DEL TEMPO

**68...APPENDICE-GLI APPUNTI DI GIANNI I
LE FORMULE PIU' IMPORTANTI DELLA FISICA**

89...PEOPLEPHYSICS.COM

SITO WEB DI CULTURA SCIENTIFICA (VERSIONE TESTO)

90...INTRODUZIONE

92...LE DOMANDE PIU' FREQUENTI SUL MONDO FISICO

108...SCIENZA E FEDE

111... I PIONIERI DELLA FISICA DA ARCHIMEDE A CARLO RUBBIA

111...ARCHIMEDE

111...GALILEO GALILEO

112...ISACCO NEWTON

113...ALESSANDRO VOLTA

113...MICHAEL FARADAY

114...ANDRE'-MARIE AMPERE

114...GEORG SIMON OHM

115...GUSTAV ROBERT KIRCHHOFF

115...JAMES CLERK MAXWELL

115...WILLIAM THOMSON (LORD KELVIN)

116...HEINRICH RUDOLPH HERTZ

116...WILHELM CONRAD ROENTGEN

116...ANTOINE HENRI BECQUEREL

117...PIERRE CURIE

117...MARIE SKLODOWSKA CURIE

117...MAX PLANCK

118...ALBERT EINSTEIN

119...LORD ERNEST RUTHERFORD

120...NIELS BOHR

121...LOUIS-VICTOR PIERRE RAYMOND DE BROGLIE

121...WERNER HEISENBERG

121...ERWIN SCHROEDINGER

122...PAUL ANDRIEN MAURICE DIRAC

122...ENRICO FERMI

123...WOLFGANG PAULI

123...EUGENE PAUL WIGNER

124...SIN-ITIRO TOMONAGA

124...JULIEN SCHWINGER

124...RICHARD FEYNMAN

125...MURRAY GELL-MANN

125...SHELDON LEE GLASHOW

125...ALVIN WEINBERG

125...ABDUS SALAM

126...CARLO RUBBIA

126...SIMON VAN DER MEER

127...L'ESPLORAZIONE DEL MICROCOSMO NEL XX SECOLO

DALLE RICERCHE SUI RAGGI CATODICI AL MODELLO STANDARD

127...GLI ESPERIMENTI SUI RAGGI CATODICI

127...LA SCOPERTA DEI RAGGI X (1895)

128...LA SCOPERTA DELLA RADIOATTIVITA' NATURALE (1896)

128...LA SCOPERTA DELL' ELETTRONE (1897)

129...L'IPOTESI DI MAX PLANCK SULLA QUANTIZZAZIONE DELL'ENERGIA RADIANTE DEL CORPO NERO (1900)

129...LA TEORIA DELLA RELATIVITA' SPECIALE (O RISTRETTA) DI A. EINSTEIN

130...L'IPOTESI EINSTEINIANA DEI FOTONI CONSENTE DI SPIEGARE L'EFFETTO FOTOELETTRICO (1905)

131...LA SCOPERTA DEL NUCLEO ATOMICO (1911)

132...GLI ESPERIMENTI DI DIFFRAZIONE CON I RAGGI X E LO STUDIO DEI RETICOLI CRISTALLINI (1912-13)

132...IL MODELLO ATOMICO DI BOHR-RUTHERFORD (1913)

133...L'IPOTESI ONDULATORIA DI DE BROGLIE (1924)

133...LA MECCANICA QUANTISTICA NON RELATIVISTICA DI SCHROEDINGER (1925)

133...IL PRINCIPIO DI INDETERMINAZIONE DI HEISENBERG (1927)

134...LA SCOPERTA DELLO SPIN DELL'ELETTRONE (1927)

134...GLI ESPERIMENTI DI DIFFRAZIONE CON ELETTRONI (1927)

135...LA MECCANICA QUANTISTICA RELATIVISTICA DI DIRAC E L'IPOTESI DELL'ANTIMATERIA (1928)

136...L'IPOTESI DEL NEUTRINO DI WOLFGANG PAULI (1930)

136...LA SCOPERTA DEL NEUTRONE (1932)

137...GLI STUDI DI ENRICO FERMI SUI NEUTRONI(1934-1938)

137...LA SCOPERTA DELLA FISSIONE DELL'URANIO (1939)

138...DALLE RICERCHE SUI RAGGI COSMICI ALLA FISICA DELLE ALTE ENERGIE

139...LE PARTICELLE FONDAMENTALI DELLA MATERIA : QUARK E LEPTONI

140...LE TRE GENERAZIONI DI QUARK E LEPTONI DEL MODELLO STANDARD

142...LE FORZE FONDAMENTALI DELLA NATURA ED I VETTORI DI FORZA DEL MODELLO STANDARD

145...INTERAZIONI DI QUARK E LEPTONI

145...DAL MODELLO STANDARD ALLE TEORIE DELLA GRANDE UNIFICAZIONE

147...IL MODELLO STANDARD

148...LEPTONI

154...QUARK

160...I VETTORI DEI CAMPI QUANTISTICI

160...GLUONI:I BOSONI VETTORIALI DELL'INTERAZIONE SUBNUCLEARE FORTE TRA QUARK

161...LE LEGGI DELLA SINTESI CROMATICA PER IL CAMPO GLUONICO

163...PIONI:I VETTORI DELLA FORZA SUBNUCLEARE FORTE (INTERAZIONE RESIDUA) TRA NUCLEONI (PROTONE E NEUTRONE)

165...FOTONE:IL VETTORE DELLA FORZA ELETTROMAGNETICA TRA PARTICELLE DOTATE DI CARICA ELETTRICA

168...I BOSONI VETTORI PESANTI: MEDIATORI DEL CAMPO QUANTISTICO ELETTRODEBOLE

171...LE PRINCIPALI COMBINAZIONI ADRONICHE DEL MODELLO STANDARD

172...I PRINCIPALI MESONI

178...I PRINCIPALI BARIONI

182...MEMORANDUM

186...LE LEGGI DEL MONDO FISICO

186...LA PRIMA LEGGE DELLA DINAMICA (PRINCIPIO D'INERZIA DI GALILEI-NEWTON)

187...L'IMPULSO DI UNA FORZA E LA QUANTITA' DI MOTO DI UN CORPO

187...LA SECONDA LEGGE DELLA DINAMICA (LEGGE DI GALILEI-NEWTON)

190...LA TERZA LEGGE DELLA DINAMICA (PRINCIPIO DI AZIONE E REAZIONE DI NEWTON)

191...LA LEGGE DI GRAVITAZIONE UNIVERSALE

192...LA LEGGE DI GALILEI SULLA CADUTA DEI GRAVI

193...IL PRINCIPIO DI RELATIVITA' DI GALILEO

194...IL PRINCIPIO DI EQUIVALENZA DI EINSTEIN TRA MOTI ACCELERATI E CAMPI GRAVITAZIONALI)

194...IL TEOREMA DELLE FORZE VIVE (TEOREMA LAVORO-ENERGIA)

197...ILPRINCIPIO DI CONSERVAZIONE DELLA QUANTITA' DI MOTO

199...LA SECONDA LEGGE DELLA DINAMICA DEI SISTEMI MATERIALI IN MOTO ROTATORIO

203...IL PRINCIPIO DI CONSERVAZIONE DEL MOMENTO ANGOLARE

207...L'ATTRITO

208....LA RESISTENZA IDRODINAMICA
208....LA RESISTENZA AERODINAMICA
210....IL PRINCIPIO DI PASCAL
212....IL PRINCIPI DI ARCHIMEDE E DI STEVINO
213....IL PRINCIPIO DI CONSERVAZIONE DELLA MASSA
214....LA PROPAGAZIONE DEL CALORE
216....IL PRINCIPIO DI CONSERVAZIONE DELL'ENERGIA ED I PRINCIPI DELLA TERMODINAMICA
221....TRASFORMAZIONI DI CALORE IN LAVORO MECCANICO
223....I CAMPI ELETTRICI
226....IL LAVORO DELLE FORZE ELETTRICHE
229....LE LEGGI DI OHM E DI JOULE
230....I CAMPI MAGNETICI
234....LA LEGGE DI AMPERE (TEOREMA DELLA CIRCUITAZIONE MAGNETICA)
235....LA LEGGE DI FARADAY-NEUMANN (LEGGE DI INDUZIONE ELETTROMAGNETICA)
237....FORZE ELETTROMAGNETICHE (DI LORENTZ) AGENTI SU CARICHE ELETTRICHE IN MOTO IN CAMPI MAGNETICI
239....FORZE ELETTROMAGNETICHE AGENTI SU CIRCUITI ELETTRICI SOGGETTI A CAMPI MAGNETICI
241....FORZE ELETTROMAGNETICHE (ELETTRODINAMICHE) AGENTI TRA CIRCUITI ELETTRICI
242....L'ELETTROMAGNETISMO DI MAXWELL
244....I CAMPI ELETTROMAGNETICI E LA PROPAGAZIONE DELLE ONDE ELETTROMAGNETICHE
246....LE LEGGI DI RIFLESSIONE E RIFRAZIONE DELLE ONDE ELETTROMAGNETICHE
248....LA POLARIZZAZIONE DELLE ONDE ELETTROMAGNETICHE
249....L'INTERFERENZA DELLE ONDE ELETTROMAGNETICHE
251....LA DIFFRAZIONE DELLE ONDE ELETTROMAGNETICHE
252....L'EFFETTO DOPPLER

PREFAZIONE

Ho scritto questo libro, ispirandomi alla massima virgiliana "omnia vincit amor", con l'intento di sperimentare un nuovo approccio, forse gradevole, lo spero, alla conoscenza delle leggi che governano la realtà fisica, dal microcosmo popolato di quark, fotoni, gluoni ed elettroni, al macrocosmo delle stelle, dei buchi neri e delle galassie.

Le leggi fisiche, di norma espresse attraverso rigidi e nel contempo eleganti formalismi matematici, che ci fanno intravedere, nonostante siano trascorsi poco più di quattro secoli da quando Galileo fondò la scienza moderna, soltanto evanescenti barlumi di verità sulla logica impressa da Dio nello spazio-tempo universale, possono spesso ingenerare chiusura mentale, o addirittura immediata rinuncia in chi si accosti per la prima volta allo studio dei fenomeni della natura.

E' questo uno dei principali motivi di frattura, non insanabile a mio modesto avviso, tra le cosiddette "due culture", quella umanistica e quella scientifica, che altro non sono che facce della stessa medaglia, la cultura senza aggettivi, quella che ci riporta alla Grecia classica, *alma mater* del sapere universale.

Perchè allora non ricorrere alla forza universale dell'amore per superare la barriera di incomunicabilità tra il mondo della scienza e quello del vivere quotidiano in questi primi anni del terzo millennio, anni pur così pregni di tecnologie avanzate, che non sono scienza, ma sono figlie delle sue innumerevoli applicazioni, buone o cattive che siano?

La ricerca scientifica fondamentale, quella che deve essere costantemente e comunque sviluppata, a prescindere da quelle che possano essere le sue applicazioni tecnologiche, è, a differenza della tecnologia, un insopprimibile anelito dell'uomo, la forza vitale dell'Ulisse che si dovrebbe risvegliare in tutti, soprattutto nei giovani, pena il regresso culturale, tecnologico, economico e sociale.

Mi auguro che i percorsi d'amore, di scienza e di fede di Gianni e Giulia, due innamorati speciali, affascinati dai misteri dell'universo, che passeggiando traggono spunto dall'osservazione della natura per parlare in modo semplice delle leggi e dei misteri del Creato e ricondurre tutto all'infinito amore di Dio per l'umanità, possano comunicare al lettore tante piccole ma significative spinte per l'ampliamento del suo orizzonte di conoscenze scientifiche.

I

L'UNIVERSO SI ESPANDE *CONTINUERA' AD ESPANDERSI O IMPLODERA'?*

Gianni e Giulia si conoscevano da pochi mesi. Si erano incontrati alla mensa universitaria ed era quasi subito nato un feeling particolare che dava loro la sensazione di stare bene insieme. Frequentavano, rispettivamente, i corsi del quarto anno di fisica e del secondo anno di scienze naturali e s'incontravano spesso durante gli intervalli tra le lezioni. Avevano scoperto di avere entrambi una non comune curiosità per i fenomeni naturali.



Una sera di giugno, sotto un meraviglioso cielo stellato, seduti sulla spiaggia si lasciavano cullare dal ritmo della risacca, mentre i lunghi capelli biondi di Giulia, scompigliati da una complice brezza carica di odori amari, sfioravano il viso di Gianni, come per predisporlo a sensazioni più intense ed avvincenti.

I loro sguardi spesso si rivolgevano alle stelle, che rendevano ancora più magico l'incontro dei due ragazzi, isolandoli dal resto del mondo.

"Gianni, vedi quel punto luminoso che solca rapidamente il cielo?"

"Sì, Giulia, è una stella cadente."

Giulia, quasi in estasi pensando all'immensità dell'universo, cominciò a manifestare alcune curiosità:

"Gianni, che sensazioni suscita in te la visione di questo meraviglioso cielo stellato?"

"Penso all'immensità ed alla complessità del cosmo."

"Non ti suggerisce nient'altro?", soggiunse Giulia, "non pensi al Creatore di questo meraviglioso, eterno spettacolo naturale che ci fa sentire così piccini e sperduti nell'universo?"

"Giulia, eterno non direi, l'universo ha soltanto quindici miliardi di anni, dal momento del grande scoppio, il cosiddetto big bang da cui ebbe origine il Creato."

"E prima che Dio creasse l'universo, che cosa c'era?"

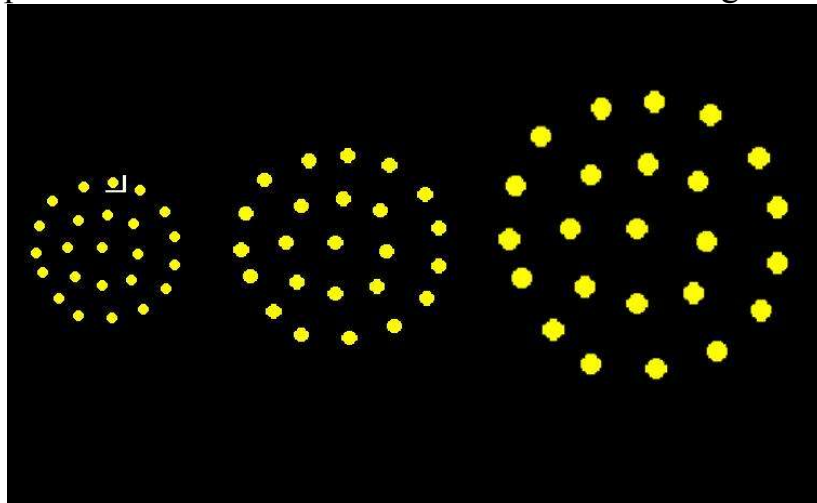
"Einstein ti avrebbe detto che prima del big bang non esistevano né lo spazio né il tempo, non esisteva cioè il cosiddetto spazio-tempo, il *continuum* spazio-temporale

che fa da substrato alle centinaia e centinaia di miliardi di galassie che oggi gli astronomi vedono allontanarsi da noi e dalla Via Lattea, la nostra galassia, a velocità straordinarie."

"Chi scoprì questo fenomeno?"

"L'espansione dell'universo, scoperta dall'astronomo americano Hubble nel 1929, diede lo spunto per la formulazione della teoria del big bang, la cui prima conferma sperimentale si ebbe nel 1965, quando Penzias e Wilson, due ricercatori della Bell Telephone Company, rivelarono l'esistenza della radiazione termica fossile, cioè di una radiazione cosmica residua del tipo di quella emessa da un corpo nero (assorbitore e radiatore ideale) alla temperatura di circa $-270\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Questa radiazione è presente nell'universo attuale per effetto del continuo raffreddamento verificatosi a partire dal big bang, quando la temperatura, stimata dai cosmologi, era pari a 100000 miliardi di miliardi di miliardi di gradi".



LA VELOCITA'DI ESPANSIONE DELL'UNIVERSO E'
DIRETTAMENTE PROPORZIONALE ALLA DISTANZA
TRA LE GALASSIE ($V = H D$ - LEGGE DI HUBBLE)

"Quindi, Gianni, l'universo continuerà ad espandersi e raffreddarsi sempre più?"

"Proprio così, fino a quando le galassie, allontanandosi l'una dall'altra con velocità direttamente proporzionali alle distanze, lo faranno diventare sempre meno luminoso e sempre meno denso".

Quella magica quiete fu interrotta dal sopraggiungere di alcuni ragazzi schiamazzanti, che si accingevano ad accendere un falò.

Gianni, prendendo teneramente Giulia per mano, le propose di fare una passeggiata sulla spiaggia, ansioso di ricreare quella magica atmosfera che li aveva indotti a parlare di galassie e di big bang.

"Gianni, quando finirà di espandersi l'universo?"

"Pensa al lancio verticale di un corpo: per effetto della forza di gravità, la sua velocità diminuirà, fino ad annullarsi. Subito dopo il moto si invertirà, e la velocità aumenterà continuamente, finché il corpo non avrà raggiunto il suolo.