



I.I.S. “L. Einaudi”

SRIS029009

Via Canonico Nunzio Agnello

Siracusa

Documento del Consiglio

classe V sez. D

Liceo Scientifico Indirizzo Tradizionale

Anno scolastico 2024 - 2025

Indice

Consiglio di classe	3
Elenco dei candidati	3
Profilo della classe	4
Obiettivi conseguiti (abilità e competenze)	6
Metodologie didattiche	9
Tipologie di verifica	9
Interventi di recupero e di potenziamento	10
Simulazioni prove d'esame	10
Sussidi didattici, tecnologie, materiali, spazi utilizzati	10
Educazione Civica	11
DNL con metodologia CLIL	11
PCTO	11
Attività integrative e di orientamento, curricolari ed extracurricolari, del 5°anno	12
Criteri di attribuzione del voto di condotta	13
Criteri per l'attribuzione del Credito	14
Criteri per l'attribuzione del credito formativo	14
Contenuti per le singole discipline	15
Griglia di valutazione della prima prova scritta	30
Griglia di valutazione della seconda prova scritta	33
Griglia di valutazione della prova orale	34
Allegati	35

Il presente documento è redatto in osservanza all'ordinanza ministeriale n. 67 del 31 marzo 2025

Consiglio di classe

COGNOME E NOME	MATERIA/E D'INSEGNAMENTO	FIRMA
Angela Gugliotta	Italiano	
Alfonso Brancato	Matematica- Fisica	
Mariam Manuela Caternicchia	Inglese	
Angela Gugliotta	Latino	
Mumina Osman Sidi	Storia-Filosofia	
Anna Nardone	Scienze naturali, chimiche e biologiche	
Daniela Distefano	Disegno e Storia dell'Arte	
Valeria Pollaci	Scienze Motorie	
Michele Tarantello	Religione Cattolica	

Dirigente Scolastico Dott.ssa Celesti Teresella

Coordinatore di classe Prof. A. Brancato

Data di approvazione 12/05/2025

Elenco dei candidati

Omissis (allegato 1)

Profilo della classe

Composizione

La classe V D appartiene all'indirizzo tradizionale del Liceo Scientifico e, attualmente, è composta da 20 studenti, con una distribuzione equilibrata tra studentesse (9) e studenti (11). Nessuno studente frequenta la classe quinta per la seconda volta. Il gruppo classe si caratterizza per una buona collaborazione tra i discenti, che ha favorito il confronto e la crescita così come un ambiente di apprendimento inclusivo e dinamico. La varietà di interessi personali e scolastici contribuisce alla ricchezza del confronto e delle discussioni. Alcuni studenti mostrano una spiccata inclinazione verso le materie scientifiche, con partecipazioni attive a competizioni matematiche e progetti di ricerca, mentre altri esprimono interesse per l'ambito umanistico. Seppur in maniera diversificata, gli studenti hanno mostrato un interesse vivo e partecipato allo studio della lingua inglese.

Eventuali situazioni particolari (facendo attenzione ai dati personali secondo le Indicazioni fornite dal Garante per la protezione dei dati personali con nota del 21 marzo 2017, prot.10719)

La segnalazione di eventuali alunni con Bisogni Educativi Speciali verrà effettuata in forma riservata al Presidente della Commissione. Anche i corrispondenti PDP verranno allegati in forma riservata.

All'inizio del terzo anno si è inserito un alunno proveniente da una classe parallela di un istituto del territorio. All'inizio del secondo quadrimestre del quarto anno si è inserita un'alunna proveniente da una classe parallela di un istituto cittadino.

La classe vanta la partecipazione di alcuni studenti a iniziative di alto profilo, quali un percorso di eccellenza al CERN di Ginevra (la studentessa Federica Lo Re ha partecipato a un programma avanzato, entrando in contatto con le più recenti ricerche nel campo della fisica delle particelle e sviluppando competenze di alto livello nel settore scientifico) e una masterclass sulla materia oscura, un tema centrale della fisica moderna che riguarda la componente invisibile dell'universo (tutta la classe ha proattivamente partecipato avendo svolto ricerche (allegato 2), sia in autonomia sia sotto la guida del docente di Fisica).

Situazione di partenza

All'inizio del triennio uno sparuto numero di alunni presentavano fragilità e carenze relative all'esposizione e alla rielaborazione autonoma dei contenuti delle varie discipline e incontravano difficoltà nella risoluzione di compiti con livelli di complessità crescente.

Atteggiamento verso le discipline, impegno nello studio e partecipazione al dialogo educativo

La classe V D si distingue per un buon livello di preparazione nelle diverse discipline, mostrando una particolare propensione all'analisi critica e alla sintesi interdisciplinare.

Dall'impegno e dalla partecipazione al dialogo educativo si evidenziano due gruppi. Un primo gruppo, formato dalla maggior parte della classe, si è dimostrato attento, impegnato, altamente interessato e disponibile a svolgere lavori di approfondimento e di ricerca, ha conseguito ottimi risultati, in taluni casi eccellenti, e ha maturato un adeguato grado di consapevolezza cognitiva e critica, frutto di abilità razionali opportunamente esercitate. Ad essi si affianca un secondo gruppo di allievi che, malgrado un impegno e una partecipazione non sempre sufficientemente adeguati, ha sostanzialmente raggiunto gli obiettivi di apprendimento prefissati, pur in presenza di un rendimento non sempre omogeneo e al di sotto delle loro potenzialità. Per questo secondo gruppo, il consiglio di classe è dovuto ricorrere a sollecitazioni, con l'obiettivo di far superare le difficoltà riscontrate nello svolgimento di tematiche di una certa complessità, maturando delle competenze non sempre adeguate.

Grazie a quest'ultimo aspetto, gli studenti hanno, comunque, affinato nel tempo un metodo di studio efficace, che integra conoscenze e competenze trasversali, stimolando un approccio interdisciplinare. Si

osserva una presenza pressoché eterogenea di attitudini e metodologie di studio, con gruppi di lavoro consolidati che permettono una condivisione efficace delle conoscenze e delle strategie di apprendimento.

Un esiguo numero di studenti ha mostrato evidenti carenze e difficoltà nel percorso di apprendimento così come nel seguire il ritmo della classe. Tuttavia, l'impegno, sebbene saltuario, ha consentito il raggiungimento dei livelli minimi.

Variazioni nel Consiglio di Classe

DISCIPLINA	A.S. 2022/2023	A.S. 2023/2024	A.S. 2024/2025
Italiano	Angela Gugliotta	Angela Gugliotta	Angela Gugliotta
Matematica	Alfonso Brancato	Alfonso Brancato	Alfonso Brancato
Inglese	Mariamauela Caternicchia	Mariamauela Caternicchia	Mariamauela Caternicchia
Fisica	Alfonso Brancato	Alfonso Brancato	Alfonso Brancato
Filosofia	Mumina Osman Sidi	Mumina Osman Sidi	Mumina Osman Sidi
Storia	Mumina Osman Sidi	Mumina Osman Sidi	Mumina Osman Sidi
Latino	Angela Gugliotta	Angela Gugliotta	Angela Gugliotta
Scienze Naturali, Chimiche e Biologiche	Anna Nardone	Anna Nardone	Anna Nardone
Storia dell'Arte	Antonino Moscuza	Daniela Distefano	Daniela Distefano
Scienze Motorie	Valeria Pollaci	Valeria Pollaci	Valeria Pollaci
Religione Cattolica	Michele Tarantello	Michele Tarantello	Michele Tarantello

Obiettivi conseguiti (abilità e competenze)

La classe ha raggiunto gli obiettivi qui di seguito elencati

Materie	Abilità	Competenze
ITALIANO	<ul style="list-style-type: none"> • Collocare nel tempo e nello spazio autori, testi ed eventi letterari cogliendone le specifiche peculiarità • Cogliere nel testo le relazioni fra forma e contenuto attraverso l'analisi linguistica, stilistica e retorica • Saper esporre oralmente relazioni chiare, collegando i dati studiati e ragionando su di essi, usando un linguaggio corretto e appropriato • Saper costruire testi argomentativi documentati con particolare riguardo ai testi di argomento letterario e non • Saper interpretare un testo letterario in riferimento sia al suo contesto sia al suo significato per il nostro tempo • Saper analizzare e riflettere su varie tipologie di fenomeni e confrontarli alla luce di giudizi critici 	<ul style="list-style-type: none"> • Essere consapevole della storicità della letteratura e inserire i testi nel sistema letterario e culturale di riferimento • Utilizzare gli strumenti dell'espressione orale adattandoli alle diverse situazioni comunicative • Padroneggiare gli strumenti di scrittura specifici relativamente a testi di tipo argomentativo, espositivo e interpretativo ben strutturati e formalmente corretti, su argomenti letterari e non.
LINGUA CULTURA INGLESE	<p style="text-align: center;">E</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ascoltare e comprendere un'intervista, rispondendo a domande dalla tipologia diversa, ascoltare e comprendere una conferenza o una discussione specialistica. • Leggere e comprendere il contenuto principale di testi complessi inerenti questioni astratte e concrete, completare con parole derivate da parole date; leggere un testo e correggerne gli errori. • Condurre una conversazione, comunicando in modo spontaneo e abbastanza fluente, per lo meno tale da permettere un' interazione normale con l'interlocutore, priva di sforzi rilevanti da parte di entrambi. • Argomentare su temi scientifici e letterari. Tenere uno speech davanti alla classe, sostenere un colloquio di lavoro. • Utilizzare a livello upper-intermediate i registri linguistici a fini comunicativi per produrre testi di vario genere: redigere testi narrativi/argomentativi, scrivere appunti per un discorso, scrivere un breve articolo, una recensione di libri / film, scrivere un report. 	<ul style="list-style-type: none"> • Essere in grado di leggere ed interpretare i contenuti delle diverse forme di comunicazione. • Utilizzare gli strumenti fondamentali per una fruizione consapevole del patrimonio culturale dei paesi di cui si parla la lingua, dal costume alla letteratura all'arte alla scienza e alla tecnologia. • Padroneggiare gli strumenti espressivi indispensabili per gestire l'interazione comunicativa verbale in vari contesti. Utilizzare il lessico e le strutture di base della L2 (livelloB2.2). • Utilizzare e produrre testi multimediali. • Acquisire l'abitudine a ragionare con rigore logico e a identificare i problemi e le possibili soluzioni. Acquisire progressivamente un metodo di studio sempre più autonomo.
LATINO	<ul style="list-style-type: none"> • Saper analizzare il testo di un autore, collocandolo nel suo contesto storico-culturale ed evidenziandone le più significative caratteristiche letterarie e stilistiche. • Individuare nei testi gli elementi di continuità e innovazione rispetto ai modelli di riferimento. • Trattare un argomento e/o rispondere a un quesito, sia oralmente che per iscritto, in modo pertinente, linguisticamente corretto, esauriente e rispondente alla consegna. 	<ul style="list-style-type: none"> • Riconoscere la tipologia e la specificità di un testo nelle sue caratteristiche essenziali collocandolo nell'adeguato contesto storico e culturale. • Mettere in relazione il testo con altre opere dell'autore o di altri autori. • Cogliere i rapporti di continuità con altre letterature. • Esporre in modo chiaro ed organico.

STORIA	<ul style="list-style-type: none"> • Approccio critico alle testimonianze storiche. • Acquisizione della terminologia specifica. • Capacità di cogliere le diverse interpretazioni di un contesto storico. • Capacità di comprensione dei fenomeni storici tenendo conto: della dimensione spazio- temporale di ogni evento, delle variabili socio- economiche, politiche, culturali e religiose. • Formazione di una coscienza storico critica come strumento di lettura del presente. • Conoscenza dei fondamenti della Costituzione repubblicana in rapporto con alcuni documenti fondamentali della storia costituzionale di altri popoli. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprensione degli eventi storici nella loro dimensione locale, nazionale, europea, mondiale, secondo le coordinate spazio- temporali. • Comprendere la continuità e la discontinuità, il cambiamento e la diversità in una dimensione diacronica e sincronica. • Collocare l'esperienza personale in un sistema di regole fondato sul reciproco riconoscimento dei diritti garantiti dalla Costituzione, a tutela della persona, della collettività e dell'ambiente.
FILOSOFIA	<ul style="list-style-type: none"> • Approccio critico al pensiero filosofico in modo da aiutare lo studente a sviluppare la riflessione personale e l'attitudine all'approfondimento • Acquisizione di competenze lessicali specifiche. • Capacità di cogliere le relazioni fra idee ed eventi e di argomentare una tesi, riconoscendo la diversità dei metodi con cui la ragione giunge a conoscere il reale. • Capacità di cogliere gli aspetti problematici delle teorie, istituendo anche confronti tra di esse. • Introduzione alla logica della conoscenza scientifica. • Flessibilità del ragionamento e disponibilità al dialogo. • Consapevolezza di saper operare una propria scelta giustificata criticamente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sviluppare, grazie alla conoscenza degli autori e dei problemi filosofici fondamentali, la riflessione personale, il giudizio critico. • Saper contestualizzare le questioni filosofiche e i diversi campi conoscitivi, per comprendere le radici e i problemi della cultura contemporanea. • Acquisire una conoscenza il più possibile organica dei punti nodali dello sviluppo storico del pensiero occidentale, cogliendo di ogni autore o tema trattato il legame con il contesto storico-culturale.
MATEMATICA	<ul style="list-style-type: none"> • Acquisire i principali concetti del calcolo infinitesimale – in particolare la continuità, la derivabilità e l'integrabilità – anche in relazione con le problematiche in cui sono nati. • Saper utilizzare strumenti di calcolo e di rappresentazione per la risoluzione di problemi. • Saper analizzare graficamente e analiticamente una funzione. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprendere il metodo assiomatico e la sua utilità concettuale e metodologica anche dal punto di vista della modellizzazione matematica. • Comprendere il linguaggio formale specifico della matematica, saper utilizzare le procedure tipiche del pensiero matematico, conoscere i contenuti fondamentali delle teorie che sono alla base della descrizione matematica della realtà.
SCIENZE NATURALI	<ul style="list-style-type: none"> • Classificare, rappresentare e riconoscere i composti organici e le biomolecole. • Descrivere reazioni, funzioni ed utilizzi dei composti organici e delle biomolecole. • Applicare semplici procedure di laboratorio per riconoscere classi di composti organici o evidenziarne specifica reattività. • Descrivere le tappe del metabolismo energetico. • Descrivere e analizzare l'attività sismica e vulcanica. • Illustrare le teorie inerenti il dinamismo endogeno della Terra. • Spiegare che cosa si intende per tecnologia del DNA ricombinante 	<ul style="list-style-type: none"> • Comunicare in modo corretto conoscenze e risultati ottenuti, utilizzando un linguaggio specifico. • Analizzare qualitativamente e quantitativamente fenomeni legati alle trasformazioni di energia. • Interpretare metodi e modelli utilizzati per descrivere la struttura del pianeta Terra. • Interpretare i dati geologici attraverso la teoria della tettonica delle placche. • Effettuare connessioni logiche, riconoscere o stabilire relazioni in ambito disciplinare e pluridisciplinare. • Formulare ipotesi in base ai dati forniti. • Applicare le conoscenze acquisite a

	<ul style="list-style-type: none"> • Descrivere le principali metodiche utilizzate dall'ingegneria genetica • Descrivere le applicazioni delle biotecnologie in campo ambientale e biomedico 	<p>situazioni della vita reale, anche per porsi in modo critico e consapevole di fronte ai temi di carattere scientifico e tecnologico della società attuale.</p>
STORIA DELL'ARTE	<ul style="list-style-type: none"> • Saper descrivere i movimenti artistici nel periodo storico di appartenenza. • Saper indicare i principali artisti di un movimento o di un particolare periodo artistico. • Saper riconoscere nell'opera d'arte le particolarità del linguaggio dell'artista o del periodo • 	<ul style="list-style-type: none"> • Saper riconoscere nelle opere d'arte la contaminazione del pensiero delle altre discipline. • Capacità di argomentare in maniera logica sui contenuti trattati all'interno del periodo storico in cui sono inseriti. • Saper descrivere un tema della storia dell'arte servendosi di strumenti informatici per rendere efficace la comunicazione.
FISICA	<ul style="list-style-type: none"> • Saper esaminare una situazione fisica formulando ipotesi esplicative attraverso modelli e leggi. • Saper interpretare e/o elaborare dati, anche di natura sperimentale, verificandone la pertinenza al modello scelto. • Saper dedurre da un grafico rappresentato nel piano cartesiano la relazione tra le grandezze fisiche presenti anche mediante l'utilizzo dell'analisi infinitesimale 	<ul style="list-style-type: none"> • Essere in grado di formalizzare un problema fisico e applicare gli strumenti matematici opportuni per la risoluzione. • Essere in grado di elaborare un'analisi dei fenomeni considerati ed una riflessione metodologica all'interno di principi e teorie scientifiche utilizzando il linguaggio specifico.
SCIENZE MOTORIE	<ul style="list-style-type: none"> • Saper padroneggiare e combinare i vari schemi motori. • saper incrementare le capacità condizionali. • saper partecipare attivamente alle attività sportive programmate. • Saper rispettare regole esecutive funzionali alla sicurezza. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conoscenza e padronanza dei fondamentali dei giochi di squadra. • Sapersi relazionare all'interno del gruppo nel collaborare con i compagni, rispettando le diverse capacità e caratteristiche personali. • Saper assumere "stili di vita" corretti sotto l'aspetto igienico e salutistico.
RELIGIONE	<ul style="list-style-type: none"> • Riflettere su un'identità libera e responsabile. • Porsi domande di senso nel confronto con i contenuti del messaggio evangelico secondo la tradizione della Chiesa. • Riflettere sulle proprie esperienze personali e di relazione con gli altri nel contesto delle istanze della società ed in particolare nell'ambito dell'amicizia e dei rapporti familiari. • Essere consapevoli del valore del bene comune e della promozione della pace. • Distinguere in un percorso guidato alla legalità la differenza tra vendetta e giustizia attraverso personaggi storici che hanno segnato questo lungo passaggio. • Instaurare un rapporto positivo per un dialogo costruttivo attraverso la didattica a distanza. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gli alunni sono stati guidati ad accostarsi in modo semplice ma corretto alla chiesa distinguendone le varie componenti e le forme del suo agire. • Costruire un'identità libera e responsabile ponendosi domande di senso del confronto con i contenuti del messaggio evangelico secondo la tradizione della Chiesa. • Riflettere sulle proprie esperienze personali e di relazione con gli altri nel contesto delle stanze della società contemporanea. • Apprezzare e riconoscere l'agire della chiesa nel mondo promuovendo il bene comune attraverso il rispetto delle norme morali e della legalità . • Riflettere sulla grande differenza tra legge morale e legge sociale è in modo particolare il valore della legalità con riferimento ad un futuro che li vedrà protagonisti in una società cambiata ma tanto bisognosa di instaurare nuove relazioni sociali e a rispondere alle domande che ogni giorno il mondo ci pone ricordando che è la verità che ci renderà liberi.

Metodologie didattiche

Metodologie	Italiano	Latino	Matematica	Fisica	Inglese	Storia	Filosofia	Scienze	Storia dell'arte	Scienze motorie	Religione
Lezioni frontali e dialogate	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Esercitazioni guidate e autonome	X	X	X	X					X	X	
Lezioni multimediali				X	X	X	X		X		
Problem solving			X	X							
Lavori di ricerca individuali e di gruppo				X	X	X	X	X	X		
Attività laboratoriale		X	X	X	X			X	X	X	
Brainstorming	X	X		X		X	X		X		X
Peer education			X	X	X	X	X				X
Lezioni pratica			X	X					X	X	

Tipologie di verifica

Tipologie	Italiano	Latino	Matematica	Fisica	Inglese	Storia	Filosofia	Scienze	Storia dell'arte	Scienze motorie	Religione
Produzione di testi	X				X			X	X		
Traduzioni		X									
Verifiche orali	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
Verifiche pratiche										X	
Risoluzione di problemi			X	X							
Prove strutturate o semistrutturate			X	X	X			X	X		

Interventi di recupero e di potenziamento

Interventi	Curr.	Non curr	Discipline	Modalità
Interventi di recupero	X		Tutte	Ripasso, chiarimenti ed esercitazioni sui contenuti in cui sono state registrate carenze
Interventi di potenziamento		X	Matematica	Corso di 20 ore finalizzato alla preparazione alla seconda prova dell'esame di Stato

Simulazioni prove d'esame

La simulazione della seconda prova di matematica, concordata dal Dipartimento di Matematica e Fisica, è stata svolta in data 06/05/2025 da tutte le classi quinte.

La simulazione della prima prova di italiano, concordata dal Dipartimento di Lettere, è stata svolta in data 08/05/2025 da tutte le classi quinte.

La simulazione del colloquio d'esame sarà svolta in data 04/06/2025 da tutte le classi quinte.

Sussidi didattici, tecnologie, materiali, spazi utilizzati

- Libri di testo
- Altri manuali alternativi a quelli in adozione
- Testi di approfondimento
- Dizionari
- Appunti e dispense
- Strumenti multimediali; sussidi audiovisivi e digitali
- Laboratori di Informatica, Scienze, Fisica
- Biblioteca
- Palestra
- Campetti sportivi
- Auditorium
- Sala conferenze

Educazione Civica

Sono stati realizzati, in coerenza con gli obiettivi del PTOF, i seguenti percorsi/progetti/attività

CURRICOLO TRASVERSALE DI EDUCAZIONE CIVICA - LICEI			
AREE TEMATICHE	DISCIPLINE	TRAD. TRIENNIO	SC. APPL. TRIENNIO
CITTADINANZA E COSTITUZIONE	STORIA	5	5
	FILOSOFIA	5	/
	ITALIANO	6	5
SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE	SCIENZE	5	8
	DISEGNO E STORIA DELL'ARTE	4	4
CITTADINANZA DIGITALE	INFORMATICA	/	4
DISCIPLINE TRASVERSALI • Sostenibilità ambientale • Cittadinanza e Costituzione • Cittadinanza digitale	INGLESE	6	5
	DIRITTO	4	4
	TOTALE ORE	35	35

DNL con metodologia CLIL

Ai sensi della nota MIUR della D.G. Ordinamenti e Autonomia scolastica n.4969 del 25 luglio 2014:” *Avvio in ordinamento dell'insegnamento di discipline non linguistiche (DNL) in lingua straniera secondo la metodologia CLIL nel terzo, quarto, quinto anno dei Licei Linguistici e nel quinto anno dei Licei e degli Istituti tecnici - Norme transitorie a.s. 2014/15*”, punto 4.1, il Consiglio di classe ha preso atto del modulo svolto dai docenti di Fisica e di Lingua Inglese sul campo magnetico terrestre.

PCTO

Percorsi per le competenze trasversali e per l'orientamento svolti dalla classe o da gruppi di studenti

Anno scolastico 2024/2025

- Azienda: CIVICAMENTE S.R.L. – Progetto: A2A: viaggio nel mondo della transazione energetica (40 ore)
- Azienda: Banca d'Italia Filiale Di Palermo (25 ore)
- Azienda: CIVICAMENTE S.R.L. – Progetto: Il segreto italiano: storie e segreti delle imprese italiane (35 ore)

Anno scolastico 2023/2024

- Azienda: DAVASIA VIAGGI – Progetto: ALLA SCOPERTA DELLE BOTTEGHE D'ARTE (8 ore)

- Azienda: CLUB SOMMOZZATORI SIRACUSA – Progetto: AMBIENTE MARINO (2 ore)
- Azienda: IIS “L. EINAUDI” – Progetto: CICERONI PER UN GIORNO A MODICA E RAGUSA (8 ore)
- Azienda: CERN – Progetto: VISITA PRESSO IL CERN DI GINEVRA E ANNESSA PREPARAZIONE (20 ore)

Anno scolastico 2022/2023

- Azienda: Alexandria-cultura e sviluppo del Mediterraneo – Progetto: CRONISTI DELLO SPORT ANTICHI E MODERNI (5 ore)
- Azienda: CIVICAMENTE S.R.L. – Progetto: EDUCAZIONE DIGITALE (40 ore)
- Azienda: IIS “L. EINAUDI” – Progetto: SEI ORE PER L’EINAUDI (4 ore)
- Azienda: CIVICAMENTE S.R.L. – Progetto: VIAGGIO CON CERTIFICAZIONE IN LINGUA INGLESE A MALTA (50 ore)
- Azienda: STABILIMENTO COCA COLA SIBEG – Progetto: Visita stabilimento Coca Cola (6 ore)

Attività integrative e di orientamento, curricolari ed extracurricolari, del 5° anno

- Elis Open Week – Orientarsi nel futuro del lavoro
- Salone dell’Orientamento ASTER SICILIA (in presenza)
- Incontro con il Dott. Triolo, Presidente dell’ Associazione Regionale di Medicina e Chirurgia, sulle nuove modalità di accesso a Medicina (in presenza)
- Comunicazione di Orientamento Scuola Superiore di Mediazione Linguistica di Perugia (online)
- Webinar informativo Università estere STUDEY Ltd UK (online)
- I.E.D. di Milano (in presenza)
- Politecnico di Milano – Policollege (online)
- ENI Scuola – Transizione energetica e STEM (in presenza)
- Saint Louis College of Music e Accademia MEOSchool (in presenza)
- Università degli Studi di Urbino “Carlo Bo” Open Day (online)
- Incontro con AssOrienta – Associazione Orientatori Italiani – Sportello Psicologico (online)
- Incontro con Accademia di Belle Arti MADE PROGRAM (in presenza)
- Comunicazione di concorso del Collegio Nuovo di Pavia per orientamento in loco
- Comunicazione Borse di studio UniCatt - Istituto Toniolo per i diplomandi
- Università La Sapienza Roma - Dipartimento di Scienze Statistiche (online)
- TESTBUSTERS, incontro di orientamento area medico sanitaria (online)
- Camplus Collegi di Merito UniCT (in presenza)
- IULM - Università di Comunicazione e Lingue di Milano (in presenza)
- NABA Milano (in presenza)
- P.O.T. - Piano per l’Orientamento e il Tutorato – Dipartimento di Architettura - DICAr UniCT (in presenza)
- ELIS – Università e Lavoro (in presenza)
- Scuola Superiore Sant’Anna - Istituto d’Istruzione Universitaria Pisa (in presenza)
- Università Cattolica - Progetto Collegiali (in presenza)

Criteri di attribuzione del voto di condotta

10	Frequenza	Assidua e puntuale
	Comportamento	Esemplare per responsabilità, correttezza, impegno e adempimento dei propri doveri e per rispetto dei docenti, dei compagni e del personale della scuola, nonché cura degli ambienti, dei materiali didattici, delle strutture e degli arredi di cui si usufruisce.
	Partecipazione	Attiva e costruttiva alle lezioni e alle attività scolastiche
	Impegno	Notevole per cura, assiduità, completezza e autonomia nei lavori assegnati
	Sanzioni	Nessuna sanzione disciplinare
9	Frequenza	Puntuale e regolare
	Comportamento	Corretto, responsabile e disciplinato, nel rispetto di docenti, compagni e personale della scuola nonché degli ambienti, dei materiali didattici, delle strutture e degli arredi di cui si usufruisce.
	Partecipazione	Attenta e costante alle lezioni e alle attività scolastiche
	Impegno	Soddisfacente e diligente per cura e completezza nei lavori assegnati e rispetto delle consegne.
	Sanzioni	Nessuna sanzione disciplinare
8	Frequenza	Nel complesso regolare, con sporadiche assenze, rari ritardi e/o uscite anticipate
	Comportamento	Nel complesso corretto e rispettoso delle regole, dei docenti, dei compagni e di tutto il personale della scuola, nonché degli ambienti, dei materiali didattici, delle strutture e degli arredi di cui si usufruisce.
	Partecipazione	Regolare alle lezioni e alle attività scolastiche
	Impegno	Nel complesso diligente, quasi sempre puntuale nei tempi di consegna dei lavori assegnati
	Sanzioni	Eventuale presenza di richiami scritti da parte dei docenti per mancanze non gravi.
7	Frequenza	Ripetuti ritardi e/o assenze; irregolarità e mancanza di puntualità nelle giustificazioni.
	Comportamento	Non sempre rispettoso delle regole, dei docenti, dei compagni e di tutto il personale della scuola, nonché degli ambienti, dei materiali didattici, delle strutture e degli arredi di cui si usufruisce; a volte inadeguato autocontrollo in classe
	Partecipazione	Discontinua e/o superficiale alle lezioni e alle attività scolastiche
	Impegno	Discontinuo e superficiale, con differimento e/o inadempienza nella consegna dei lavori assegnati
	Sanzioni	Presenza di una nota disciplinare scritta con ammonizione del Dirigente Scolastico o di diversi richiami scritti da parte dei docenti per mancanze ripetute.
6	Frequenza	Numerose assenze, ritardi e/o uscite anticipate anche all'insaputa dei familiari.
	Comportamento	Non sempre corretto, mancanza di autocontrollo in classe con frequente disturbo delle lezioni; scarso rispetto nei confronti dei docenti, dei compagni e del personale della scuola nonché degli ambienti, dei materiali didattici, delle strutture e degli arredi scolastici.
	Partecipazione	Distratta, selettiva, dispersiva, saltuaria e/o di disturbo
	Impegno	Scarso interesse e impegno per le attività scolastiche
	Sanzioni	Presenza di sanzioni legate a gravi infrazioni disciplinari; sospensione dalle lezioni fino a 5 giorni.
5	Comportamento	Scorretto e/o violento nei rapporti con insegnanti e/o compagni e/o personale e/o mancato rispetto del Regolamento di Istituto in materia grave, segnalato con precisi provvedimenti disciplinari (v. sanzioni)
	Sanzioni	Presenza di sanzioni legate a gravi infrazioni disciplinari, con sospensione dalle lezioni superiore a 5 giorni.

Per l'attribuzione del voto di condotta di fascia più bassa è sufficiente la presenza anche di uno solo fra gli elementi di valutazione relativi ai descrittori sopra riportati.

Criteri per l'attribuzione del Credito

Articolo 11

Per il corrente anno scolastico il credito scolastico è attribuito fino a un massimo di quaranta punti, di cui 12 per il terzo anno, 13 per il quarto anno e 15 per il quinto anno. I consigli di classe attribuiscono il credito sulla base della tabella di cui all'allegato A al d. lgs. 62/2017.

Allegato A - (di cui all'articolo 15, comma 2)

Tabella Attribuzione credito scolastico

Media dei voti	Fasce di credito III anno	Fasce di credito IV anno	Fasce di credito V anno
$M < 6$	-	-	7-8
$M = 6$	7-8	8-9	9-10
$6 < M \leq 7$	8-9	9-10	10-11
$7 < M \leq 8$	9-10	10-11	11-12
$8 < M \leq 9$	10-11	11-12	13-14
$9 < M \leq 10$	11-12	12-13	14-15

Criteri per l'attribuzione del credito formativo

Il credito scolastico viene assegnato in sede di scrutinio finale. Il collegio dei docenti, con delibera del 13 maggio 2019, stabilisce che, individuata in base alla media dei voti la banda di oscillazione del credito:

- In caso di media dei voti maggiore o uguale di 0,5 all'intero precedente, attribuisce il punteggio massimo della corrispondente banda di oscillazione
- In caso di media dei voti non maggiore o uguale di 0,5 l'intero precedente, attribuisce il punteggio minimo di fascia, a meno che non siano presenti attività o esperienze che diano luogo all'acquisizione di un credito formativo (vedi dopo) e in tal caso si attribuirà il massimo
- In caso di promozione a giugno in presenza di lievi carenze, o di promozione a settembre dopo aver sciolto la sospensione del giudizio, si attribuisce sempre il minimo di fascia, anche in presenza di altri crediti formativi

Per ottenere il riconoscimento dei crediti formativi, lo studente interessato deve presentare al proprio Consiglio di classe un'attestazione, firmata dal responsabile dell'ente, associazione o istituzione, presso i quali ha realizzato l'esperienza, contenente una sintetica descrizione dell'esperienza stessa. E' necessario che l'attestato venga presentato entro il 15 maggio.

Attività o esperienze che danno luogo all'acquisizione di crediti formativi
Criteri per il riconoscimento dei crediti scolastici relativi a competenze linguistiche

- Certificazioni internazionali di enti legalmente riconosciuti dal MIUR attestanti un livello linguistico pari o superiore rispetto alla classe di appartenenza (per la lingua inglese: A2 classi prime e seconde, B1 classi terze, B2 classi quarte e quinte).
 - Certificazioni di crediti formativi acquisiti all'estero convalidate dall'autorità diplomatica o consolare.
 - Certificati di corsi relativi a progetti linguistici organizzati dalla scuola e inclusi nel PTOF
 - Certificati di frequenza di corsi linguistici rilasciati da scuole straniere con sede all'estero e/o in Italia, provvisti di durata e/o valutazione delle competenze acquisite coerenti con la classe di appartenenza o l'indicazione del livello raggiunto secondo il *Quadro comune di riferimento europeo*.
- Nota: i certificati valgono per un anno dalla data di emissione.

Criteria per il riconoscimento dei crediti scolastici relativi a certificazioni sportive

Criteria per il riconoscimento dei crediti scolastici relativi a certificazioni sportive.

- Attività sportive promosse da enti, società e/o associazioni riconosciute o non riconosciute dal CONI, di durata almeno annuale e con frequenza settimanale;
 - Corsi di durata annuale di carattere motorio-sportivo organizzati dalla scuola
- N.B. Il credito sarà attribuito a condizione che lo studente, durante l'attività curricolare di scienze motorie, dimostri interesse e partecipazione attiva.

Criteria per il riconoscimento dei crediti scolastici relativi ad attività educative

Esperienze continuative (certificate dai referenti l'associazione di riferimento) in:

- Associazioni di volontariato
- Servizi alla persona
- Servizi al territorio
- Donazione Sangue (AVIS)

Criteria per il riconoscimento dei crediti scolastici relativi ad attività extracurricolari e/o di eccellenza

Esperienze significative (a giudizio del consiglio di classe), certificate dai referenti di riferimento in:

- Gare e/o Concorsi di Italiano, Latino, Informatica, Scienze, Matematica, Fisica et similaria
- Partecipazione a progetti organizzati dalla scuola e inclusi nel PTOF

Contenuti per le singole discipline

Disciplina: Italiano

Prof. Angela Gugliotta

Modulo 1: L'uomo e la realtà

Naturalismo e Verismo

Il Positivismo, la poetica del Naturalismo e del Verismo

G. Verga: la poetica e l'ideologia; Verga preverista; la svolta verista e la ricerca del vero; Testi: *Rosso Malpelo*; da *Mastro don Gesualdo*: Il dramma interiore di un "vinto";

I Malavoglia: la vicenda, il sistema dei personaggi, le tecniche narrative; Testi: Addio alla casa del nespolo; Sradicamento.

G. D'Annunzio: dagli esordi verghiani alle esperienze estetizzanti e al panismo; tra ideologia e poetica: il culto della bellezza e l'estetismo; l'incontro con Nietzsche e il superomismo; *Il piacere*: il romanzo dell'estetismo; I romanzi del superuomo.

Alyone: La pioggia nel pineto, la simbiosi panica in un testo "musicale.

Simbolismo e Poeti maledetti

C. Baudelaire: *I fiori del male, Spleen e ideale*.

P. Verlaine: *Languore*, il manifesto della sensibilità decadente.

Il simbolismo italiano: G. Pascoli: la poetica; temi e forme della poesia pascoliana; la poetica del “fanciullino”; Testi: *X agosto*; *L'assiuolo*; *Il gelsomino notturno*; *La mia sera*; *Temporale*

La letteratura di fronte al mondo contadino del Sud

Cristo si è fermato ad Eboli: tra memoria e documento. Testo: L'arrivo a Gagliano.

Il Realismo simbolico di Pavese: La campagna di Pavese, un luogo mitico e ancestrale.

Da *La luna e falò*: Chi sa perché mai si fanno questi fuochi...; *La fine di Santa*: “come il letto d'un falò.

L'Ermetismo e la parola “assoluta”: **S. Quasimodo**, *Ed è subito sera*.

Il neorealismo di Pasolini: Pasolini: Vita di un intellettuale “contro”; *Ragazzi di vita* e il mito del sottoproletariato: testo: L'avventurosa lotta per la sopravvivenza dei giovani borgatari.

E. Montale: la poesia degli oggetti; da *Ossi di seppia*: *Spesso il male di vivere ho incontrato*; *I limoni*; *Meriggiare pallido e assorto*.

Modulo 2: Il romanzo come espressione della coscienza della crisi

L. Pirandello: la poetica umoristica; la differenza tra comicità e umorismo;

Le novelle: la scoperta dell'inautenticità dei ruoli; da *Novelle per un anno*: *La carriola*; *Il treno ha fischiato*; *C'è qualcuno che ride*.

I romanzi: da *L'Esclusa* a *I vecchi e i giovani*.

Il fu Mattia Pascal: trama; testo: M. Pascal “cambia treno”: la fine del “primo romanzo”; M. Pascal diventa A. Meis; Lo strappo nel cielo di carta.

Uno, nessuno e centomila: trama; testi: La scoperta dell'estraneo, La dissoluzione di ogni forma nel flusso vitale della natura.

“Maschere nude”: un teatro antitradizionale. La follia in scena: *Enrico IV*, trama.

I. Svevo: Il tema dell'inettitudine nei romanzi di Svevo. *Una vita*, *Senilità*: trama e personaggi.

La coscienza di Zeno: il romanzo della psicoanalisi. Testi: Prefazione, Il fumo come alibi; La scena dello schiaffo.

Modulo 3: Gli intellettuali e la guerra

G. Ungaretti: Vita d'un uomo.

Testi: da *L'allegria*: *I fiumi*; *Fratelli*; *Soldati*; *Mattina*; *S. Martino del Carso*; *Sono una creatura*.

Montale; da *Ossi di seppia*: *Non chiederci la parola*; *Primavera hitleriana*.

S. Quasimodo: “rifare l'uomo” dopo la tragedia della guerra. Da *Giorno dopo giorno*: *Alle fronde dei salici*; *Uomo del mio tempo*.

Modulo 4: Intellettuali e progresso

G. Verga: Prefazione a *I malavoglia*, “la fiumana del progresso”.

Il Futurismo: da *Manifesto del futurismo*: “Il coraggio, l'audacia, la ribellione...”; Manifesto tecnico della letteratura futurista.

L. Pirandello: *Quaderni di Serafino Gubbio operatore*: il cinema come metafora della civiltà delle macchine, Quaderno I, cap.II.

I. Svevo: da *La coscienza di Zeno*: La vita attuale è inquinata alle radici.

E. Montale: Il ruolo del poeta nella società di massa: Discorso per il ricevimento del premio Nobel.

I. Calvino: La città di Leonia, un'immagine allegorica.

P.P. Pasolini, *Scritti corsari*: Contro il potere televisivo.

Educazione civica: Il pianeta in crisi

I. Calvino: *La nuvola di smog* (trama)

J. Giono: *L'uomo che piantava gli alberi* (trama)

L. Sepulveda: *Il mondo alla fine del mondo* (trama)

Lettera Enciclica *Laudato si'* del Santo Padre Francesco (paragr.13, 14,15, 18,19, 20, 23, 27, 28, 29,43, 44, 45, 46, 47).

Seneca: la filosofia come guida morale

Vita e opere. I caratteri della filosofia di Seneca: Lo stile.

Epistulae morales ad Lucilium.

La scoperta dell'interiorità: testi: Saper vivere e saper morire (*Ep. ad Luc.*), (latino con traduzione a fronte); L'esame di coscienza (*De ira*) (latino con traduzione a fronte).

Dalle passioni al dominio di sé: testi: La lotta contro le passioni (*De ira*) (latino con traduzione a fronte).

Il buon uso del tempo: La rassegna degli occupati (*De brev. vitae*) (testo in italiano); Protinus vive (*De brev. Vitae*) (latino con traduzione a fronte).

Accettare la morte, legge di natura: chi vive il presente non teme la morte (*Ep.ad Luc.*) (latino con traduzione a fronte solo il par.8, il resto in italiano); Legittimità del suicidio (*Ep. ad Luc.*) (in italiano); Le catastrofi non spaventano il saggio (*Nat. quaest.*) (in italiano).

Il filosofo e gli altri: Gli schiavi sono esseri umani (*Ep. ad Luc.*) (latino con traduzione a fronte); Una comune servitù (*Ep. ad Luc.*) (in italiano).

Quintiliano, retore e maestro

Vita, principi educativi, stile.

Testi: Il maestro ideale (*Inst. or.*) (latino con traduzione a fronte); Tutti possono imparare (*Inst. or.*) (latino con traduzione a fronte); Meglio studiare a scuola che a casa (*Inst. or.*) (in italiano);

L'importanza dello svago e del gioco (*Inst. or.*) (in italiano).

L'oratore: un uomo onesto, *vir bonus dicendi peritus* (*Inst. or.*) (in italiano).

Marziale: ritratti di varia umanità

La vita.

Gli epigrammi. Testi: L'amarezza del poeta (latino con traduzione a fronte);

La dura vita del cliente (latino con traduzione a fronte);

Nostalgia di Bilbilis (in italiano);

Il realismo: tre tipi grotteschi (latino con traduzione a fronte);

Una dichiarazione di poetica (in italiano); *Lasciva pagina vita proba* (in italiano).

Tacito lo storico del principato

La vita, la visione storico-politica, la tecnica storiografica, lo stile.

Le *Historiae*. Testi: *Opus adgreior opimum casibus* (paragr. 1, 2 latino con traduzione a fronte, paragr. 3 in italiano). Usi e costume degli Ebrei (in italiano).

Gli *Annales*. Testi: Il matricidio (latino con traduzione a fronte); Il suicidio di Seneca (in italiano); dopo l'incendio: la persecuzione dei Cristiani (in italiano).

Apuleio

La vita, le *Metamorfosi*: Testi: Il prologo (latino con traduzione a fronte); La metamorfosi di Lucio (in italiano); L'intervento di Iside (in italiano); La favola di Amore e Psiche: l'inizio della favola (in italiano); La *curiositas*: Psiche osserva Amore addormentato (in italiano); La *curiositas*: l'infrazione fatale (in italiano).

Agostino

La vita; le *Confessiones*; Il tempo e la storia: Testi: La natura del tempo (in italiano); Il tempo è soggettivo (in italiano). *De civitate Dei*: La storia è frutto della Provvidenza (in italiano).

Disciplina: Matematica**Prof. Alfonso Brancato**

- **GEOMETRIA ANALITICA NELLO SPAZIO**
Coordinate nello spazio. Vettori nello spazio. Piano e sua equazione. Retta e sua equazione. Posizione reciproca di una retta e un piano. Superfici notevoli: superfici e curve; sfera.
- **CALCOLO DIFFERENZIALE**
Derivata di una funzione. Derivate fondamentali. Operazioni con le derivate. Derivata di una funzione composta. Derivata della funzione inversa. Retta tangente.
- **DERIVABILITA' E TEOREMI DEL CALCOLO DIFFERENZIALE**
Punti di non derivabilità. Teorema di Rolle. Teorema di Lagrange. Conseguenze del teorema di Lagrange. Teorema di Cauchy. Teorema di De L'Hospital*. Massimi, minimi e flessi di una funzione. Teorema di Fermat*. Massimi, minimi e derivata prima. Flessi e derivata seconda. Problemi di ottimizzazione.
- **STUDIO DI UNA FUNZIONE**
Schema generale dello studio di una funzione. Grafici di una funzione e della sua derivata. Risoluzione approssimata di un'equazione: separazione delle radici; approssimazione delle radici; metodo di bisezione; stima dell'errore.
- **CALCOLO INTEGRALE: INTEGRALI INDEFINITI**
Concetto di primitiva. Integrali indefiniti immediati. Integrazione per sostituzione. Integrazione per parti. Integrazione di funzioni razionali fratte utilizzando il metodo dei fratti semplici.
- **CALCOLO INTEGRALE: INTEGRALI DEFINITI**
Integrale definito: definizione e problema delle aree. Teorema fondamentale del calcolo integrale. Funzione integrale. Calcolo delle aree. Calcolo dei volumi: rotazione intorno all'asse x e rotazione intorno all'asse y. Integrali impropri.
- **LE EQUAZIONI DIFFERENZIALI**
Equazione differenziale: definizione. Problema di Cauchy. Risoluzione di alcuni tipi di equazioni differenziali. Equazioni lineari del primo ordine. Equazioni del secondo ordine.
- **PROBABILITA'**
Distribuzioni di probabilità: binomiale, Poisson, Bernoulli.
- **CALCOLO COMBINATORIO**
Disposizioni semplici e disposizioni con ripetizione. Permutazioni semplici e permutazioni con ripetizione. Funzione fattoriale. Combinazioni semplici e combinazioni con ripetizione. Coefficienti binomiali.
- **Approfondimenti: Calcolo integrale e calcolo differenziale per risolvere particolari problemi di fisica.**

*senza dimostrazione

Disciplina: Fisica**Prof. Alfonso Brancato**

- **IL CAMPO ELETTRICO**
Definizione di campo elettrico. Forza elettrica. Le linee di forza del campo elettrico. Il flusso di campo vettoriale, flusso di campo elettrico. Il Teorema di Gauss. Il campo elettrico di alcune distribuzioni di carica simmetriche (filo di carica rettilineo, all'interno e all'esterno di una sfera

di carica, piano infinito di carica). Approfondimenti sul campo elettrico di distribuzioni continue di carica (filo rettilineo, anello) attraverso gli integrali definiti. Analogie e differenze tra campo elettrico e campo gravitazionale.

- **IL POTENZIALE ELETTRICO**

L'energia potenziale elettrica. Il potenziale elettrico: la differenza con l'energia potenziale elettrica; il volt e l'elettronvolt; il potenziale in un campo elettrico uniforme; il potenziale di una carica puntiforme e di un sistema di cariche; il moto spontaneo delle cariche elettriche. Le superfici equipotenziali. La circuitazione del campo elettrico.

- **I CONDUTTORI CARICHI**

L'equilibrio elettrostatico dei conduttori: la carica elettrica di un conduttore in equilibrio; il campo elettrico all'interno e sulla superficie del conduttore; il potenziale elettrico di un conduttore in equilibrio. L'equilibrio elettrostatico di due sfere conduttrici collegate. La capacità elettrostatica. I condensatori piani: il campo elettrico tra le armature; la differenza di potenziale e la capacità; il ruolo dell'isolante tra le armature; il moto di una carica elettrica tra le armature. Approfondimenti sulla capacità di condensatori non piani (condensatori sferici e cilindrici). Condensatori in parallelo e in serie. L'energia di un condensatore: il lavoro di caricamento; la densità di energia elettrica in un condensatore.

- **I CIRCUITI ELETTRICI**

La corrente elettrica. La prima legge di Ohm. Resistori in serie e parallelo (il collegamento in serie; il collegamento in parallelo). La seconda legge di Ohm (la resistività di un conduttore; La dipendenza della resistività dalla temperatura. Le leggi di Kirchhoff. La trasformazione dell'energia nei circuiti elettrici. Il circuito RC. Utilizzo di equazioni differenziali per la risoluzione dei circuiti proposti. La velocità di deriva degli elettroni.

- **IL MAGNETISMO E I FENOMENI MAGNETICI**

I magneti, le linee di forza del campo magnetico. Le interazioni magnete-corrente e corrente-corrente. Il campo magnetico. La forza magnetica su una corrente e su una particella carica. Il moto di una carica in un campo magnetico uniforme. Alcune applicazioni della forza magnetica.

- **IL MAGNETISMO NEL VUOTO E NELLA MATERIA**

Il flusso del campo magnetico. La circuitazione del campo magnetico. Campi magnetici con simmetrie particolari. Il momento delle forze magnetiche su una spira. Le proprietà magnetiche dei materiali.

- **L'INDUZIONE ELETTROMAGNETICA**

La corrente indotta. La forza elettromotrice indotta: la legge di Faraday-Neumann-Lenz; dimostrazione della legge. Il verso della corrente indotta e la conservazione dell'energia. L'autoinduzione e la mutua induzione. L'energia contenuta nel campo magnetico.

- **LA CORRENTE ALTERNATA**

L'alternatore. I circuiti in corrente alternata. Il circuito RLC. Il circuito LC. Approfondimenti sulla risoluzione dell'equazione differenziale del circuito LC. Il trasformatore.

- **LE ONDE ELETTROMAGNETICHE**

Il campo elettrico indotto. Il campo magnetico indotto e la corrente di spostamento. Le equazioni di Maxwell e relativa soluzione. Origine e proprietà delle onde elettromagnetiche: il campo elettromagnetico si propaga sotto forma di onda; la natura elettromagnetica della luce. Lo spettro elettromagnetico.

- LA RELATIVITA' RISTRETTA
L'invarianza della velocità della luce. Gli assiomi della teoria della relatività ristretta. La simultaneità. La dilatazione dei tempi. La contrazione delle lunghezze. Le trasformazioni di Lorentz. L'effetto Doppler relativistico.
- ✓ Visione del film "Oppenheimer", con conseguente dibattito e approfondimento sulle differenze tra bomba atomica e bomba nucleare (<https://youtu.be/oDETa3ktK8M>; <https://youtu.be/0ygxVM4iFjw>).
- ✓ Ricerche autonome su "Correlazione tra Big Bang e Modello Standard" in occasione della Dark Matter Masterclass (<https://agenda.infn.it/e/mc-dark-einaudi>); produzione di un documento cumulativo degli approfondimenti e realizzazione di un power point sull'argomento.
- ✓ Approfondimenti sulla corrente alternata con la visione di un video sulla "Guerra delle correnti".
https://www.google.com/search?sca_esv=17664b907582ebc9&q=la+guerra+delle+correnti&udm=7&fbs=ABzOT_CJHzLz2g9qLwS3rPIwRoY8AX7PFCj9mwjblmQ9SwjwYAKMqvCOstyP8dmnBTITiIL0kRXBm23BhHaZxewFp1GmqVo9n8Lcmu_2CoUjlKwBkb5qMqvrwC0bJ917YowYLRpYq16NkrsUuMsCMwTgnVg1C9AltglIdJSQrQltbPRtN_N8OkUmk1uHFhobWq0kRgyyVZS&sa=X&sqi=2&ved=2ahUKEwijnLXO79aMAxXugf0HHQxXO2sQtKgLegQIDxA B&biw=1536&bih=730&dpr=1.25#fpstate=ive&vld=cid:8592eeefb,vid:Xgua9WdFZvs,st:0
- ✓ Modulo "CLIL": Glossary; Earth's Magnetic Field; Magnetic poles; Field characteristics; Magnetic field variations; Magnetic Field detections; Magnetic Field space effects.

Disciplina: Inglese

Prof. Mariam Manuela Caternicchia

The Late Victorian Age

(Conoscere i principali movimenti artistico-letterari del periodo storico di riferimento; Conoscere e saper riferire in merito all'autore; Analizzare un testo e riferire contenuti e temi)

The Aestheticism

Oscar Wilde: Duplicity & Hypocrisy

The Picture of Dorian Gray; The Preface to the Picture of Dorian Gray, The Painter 's studio, I would give my soul.

The First Decades of the 20th century: Progress and Contradictions

(Conoscere i principali eventi, aspetti sociali e culturali, movimenti artistico-letterari del periodo storico di riferimento)

The Modern Age: From the Edwardian Age to the World War I(overview)

The War Poets: R.Brooke & the Soldier

W.Owen & Dulce et Decorum est

The Age of Anxiety

(Conoscere le principali teorie filosofiche e psicologiche, movimenti letterari del periodo storico di riferimento; Conoscere e saper riferire in merito agli autori e agli aspetti distintivi della loro produzione)

The crisis of certainties & The Modernist Revolution

Tradition & Experimentation: the Modern Poetry

Thomas Sterne Eliot & The Waste Land, the Burial of Dead.

Modern Novel & Subjective perception of time: Stream of Consciousness & Interior Monologue

James Joyce, Dubliners, Eveline

Women's Emancipation: Virginia Woolf, Mrs Dalloway Clarissa & Septimus.

A New World Order

(Conoscere i principali eventi, aspetti sociali e culturali, movimenti letterari del periodo storico di riferimento; conoscere e saper riferire in merito agli autori e agli aspetti distintivi della loro produzione)

The Interwar years; The USA in the first decades of the 20th century; World War II (overview)

The Literature of commitment

The Dystopian Novel

George Orwell and Nineteen Eighty-Four, Big Brother is watching you.

From the Fifties to the Seventies (overview)

The Theatre of Anger & The Theatre of the Absurd

Samuel Beckett

The meaninglessness of time: Waiting for Godot, Nothing to be done

Approfondimento: Waiting for Godot vs The Myth of Sisyphus

From the Thatcher years to Brexit (overview)

Contemporary Literature

Don DeLillo & Falling Man, Down the Tower.

Educazione Civica

(Consolidare e Sperimentare il senso civico)

Agenda 2030, Goal 13: Climate action; Renewable & Non Renewable energy.

Approfondimento: <https://youtu.be/dcBXmj1nMTQ?si=gYcKbb1ajbZ2dHZM>

Modulo interdisciplinare

(Conoscere gli aspetti principali del fenomeno fisico).

Earth's magnetic field & Energy

Nota di orientamento didattico e libri di testo

In accordo con le linee guida della programmazione del Dipartimento di Lingue Straniere si è perseguito un percorso avente come finalità ultima lo sviluppo delle conoscenze, competenze e capacità degli studenti in sinergia con le discipline di indirizzo. Nell'ottica della promozione del pensiero critico e dell'acquisizione del lifelong learning un valore aggiunto è stato l'uso consapevole di strategie comunicative efficaci e la riflessione sui fenomeni culturali. Il percorso disciplinare ha previsto la revisione e il consolidamento della lingua nelle sue strutture, funzioni comunicative e aree socio culturali nonché la trattazione di argomenti dell'area storico-letteraria. Si è fatto uso dei libri di testo Talent 3, Cambridge" e "Compact Performer Shaping Ideas", Spiazzi, Tavella e Layton, ed. Zanichelli; per garantire un ampio ventaglio di risorse su cui approfondire i contenuti oggetto di studio, sono stati forniti dei video, presentazioni PowerPoint, dispense varie e mappe concettuali.

Disciplina: Filosofia

Prof. Mumina Osman Sidi

MODULO 1

- Destra e sinistra hegeliana
- Arthur Schopenhauer: il mondo come volontà e rappresentazione
- Il pessimismo e le vie di liberazione dal dolore
- Kierkegaard
- L'esistenza e il singolo
- I tre stadi della vita

- L'angoscia, la disperazione e il loro superamento attraverso la fede
- Feuerbach e il concetto di antropologia capovolta
- L'alienazione religiosa
- Karl Marx
- Il lavoro alienato
- La concezione materialistica della storia (il distacco da Hegel e Feuerbach; una storia dei modi di produzione; la dialettica dei modi di produzione; struttura e sovrastruttura)
- Il manifesto del partito comunista
- Il capitale (valore d'uso e valore di scambio; la circolazione precapitalistica; circolazione capitalistica e plusvalore)
- Rivoluzione e comunismo (la Prima Internazionale; lo statuto scientifico del comunismo; la critica del socialismo utopistico; vocazione rivoluzionaria e coscienza di classe; una rivoluzione della maggioranza)

MODULO 2

- Caratteristiche generali del movimento positivistico
- Auguste Comte
- La legge dei tre stadi

MODULO 3

- Friedrich Nietzsche, vita e opere
- La nascita della tragedia, apollineo, dionisiaco e la polemica contro la storia
- La critica alla morale, l'analisi genealogica della morale e la "morte di Dio"
- Il superuomo, l'eterno ritorno, la volontà di potenza
- Il nichilismo e il prospettivismo

MODULO 4

- La nascita della psicoanalisi
- Sigmund Freud, vita e opere
- Il caso di Anna O. e gli studi su isteria e ipnosi
- Le libere associazioni e la scena primaria

- La scoperta dell'inconscio, la prima topica e la seconda topica
- L'interpretazione dei sogni
- La scoperta della sessualità infantile
- Pulsioni di vita e pulsioni di morte
- Uno sguardo psicoanalitico sulla civiltà

MODULO 5

- L'esistenzialismo
- Martin Heidegger
- Essere e tempo (il problema dell'essere e la domanda dell'esserci; l'essere-nel-mondo; comprensione, interpretazione, situazione emotiva; l'esserci come essere-gettato; l'esistenza inautentica; l'essere-per-la-morte; la temporalità dell'esserci
- La metafisica e la storia dell'oblio dell'essere (l'angoscia come esperienza del nulla; la verità dell'essere come ente; la storia della metafisica come storia dell'oblio dell'essere; nichilismo e tecnica)- L'accadere dell'essere: il linguaggio
- Jean-Paul Sartre
- Immaginazione e libertà
- L'essere e il nulla: un'ontologia fenomenologica (l'esistenza come mancanza; l'uomo è condannato a essere libero; nausea e malafede)

MODULO 6

- Hannah Arendt e la banalità del male
- Tra filosofia e teoria politica
- Dalle origini del totalitarismo alla questione della condizione umana

EDUCAZIONE CIVICA

- Il Positivismo e la visione scientifica della società

Disciplina: Storia

Prof. Mumina Osman Sidi

MODULO 1

Il mondo all'inizio del Novecento

- La Belle époque
- Primato della nazione e mito della razza
- Il quadro politico europeo

MODULO 2

L'età giolittiana in Italia

- Le riforme sociali e lo sviluppo economico
- La “grande emigrazione”: 1900-1915
- La politica interna tra socialisti e cattolici
- L’occupazione della Libia e la caduta di Giolitti (solo La crisi giolittiana e il governo Salandra).

MODULO 3

La prima guerra mondiale

- La rottura degli equilibri
- L’inizio del conflitto e il fallimento della guerra lampo
- 1915: l’Italia dalla neutralità alla guerra
- 1915-1916: la guerra di posizione (il fronte occidentale; il sistema delle trincee; il fronte orientale; il fronte turco e il genocidio degli armeni; il fronte italiano; il terzo anno di guerra; la guerra sul mare e la battaglia dello Jutland; la “spedizione punitiva” austriaca contro l’Italia; il fallimento delle proposte di pace; l’opposizione socialista alla guerra).
- Il fronte interno e l’economia di guerra (solo: fronte bellico e fronte interno nel 1917).
- 1917-1918: verso la fine del conflitto (il ritiro Della Russia; la disfatta di Caporetto; la difesa sul fronte del Piave; l’intervento degli Stati Uniti; la battaglia di Vittorio Veneto e l’armistizio di Villa Giusti).

MODULO 4

L’Europa e il mondo dopo la prima guerra mondiale

- I trattati di pace e la Società delle Nazioni (la conferenza di pace di Parigi; i 14 punti di Wilson e la Società delle Nazioni; il tratta di Versailles e l’umiliazione della Germania; le conseguenze della pace punitiva; le conquiste territoriali dell’Italia).

MODULO 5

Le rivoluzioni del 1917 in Russia

- La rivoluzione di Febbraio
- Dalla rivoluzione d’Ottobre al comunismo di guerra
- La nuova politica economica e la nascita dell’Urss

MODULO 6

Dopo la guerra: sviluppo e crisi

- Crisi e ricostruzione economica
- Trasformazioni sociali e ideologiche
- Gli anni Venti: benessere e nuovi stili di vita
- La crisi del’29 e il New Deal di Roosevelt

MODULO 7

Il regime fascista in Italia

- Le trasformazioni Politiche nel dopoguerra
- La crisi nello stato liberale
- L’ascesa del fascismo
- La costruzione Dello stato fascista

MODULO 8

La Germania del Terzo Reich

- La repubblica di Weimar

- Hitler e la nascita del nazionalsocialismo
- La costruzione dello stato totalitario
- L'ideologia nazista e l'antisemitismo
- La politica estera aggressiva di Hitler

MODULO 9

L'Urss di Stalin

- L'ascesa di Stalin e l'industrializzazione sovietica
- Il terrore staliniano E i gulag
- Il consolidamento dello stato totalitario

MODULO 10

L'Europa tra democrazie e fascismi

- I fascismi si diffondono in Europa
- La solidità democratica di Gran Bretagna e Francia
- La guerra civile spagnola

MODULO 11

La Seconda Guerra mondiale

- La Guerra lampo (1939-1940)
- La svolta del 1941: il conflitto diventa mondiale
- La caduta del fascismo e la guerra civile in Italia (La conferenza di Casablanca; lo sbarco in Sicilia e la caduta di Mussolini; il governo Badoglio e l'armistizio di Cassibile; l'occupazione tedesca e la Repubblica sociale italiana; La resistenza: guerra di liberazione e guerra civile)
- La vittoria degli Alleati (La conferenza di Teheran; lo sbarco alleato in Normandia; l'avanzata dell'Armata Rossa E la liberazione dei Balcani; la conferenza di Yalta; la liberazione d'Italia e la resa della Germania; la bomba atomica sul Hiroshima e Nagasaki).

MODULO 12

La guerra fredda

- Usa e Urss da alleati ad antagonisti
- Le "due Europe" E la crisi di Berlino (Gli aiuti Americani rilanciano l'economia europea; la ricostruzione nell'Europa orientale; il ponte aereo di Berlino; la nascita di due Germanie).
- La guerra fredda nello scenario internazionale (solo: il patto atlantico e la Nato).
- La "coesistenza pacifica" e le sue crisi (1953-1963) (1960: gli Stati Uniti di Kennedy; 1961: il muro di Berlino; la crisi di Cuba; gli effetti della crisi cubana; il Contributo di papa Giovanni XXIII; L'assassinio di Kennedy e l'allontanamento di Krusciov).
- Dalla nuova guerra Fredda al crollo dell'Urss (la "seconda guerra fredda"; la nascita di Solidarnosc e il colpo di stato in Polonia; il nuovo corso politico di Gorbaciov; L'Urss di Gorbaciov tra riforme e difficoltà; una politica estera di distensione; i successi in campo internazionale; il crollo del muro di Berlino e la riunificazione tedesca; 1991: lo scioglimento dell'Unione Sovietica; la fine di un'epoca storica).

MODULO 13

Economia e società nel secondo Novecento

- La società dei consumi
- Contestazione e lotte per i diritti civili
- Il mondo tra crisi economica e rivoluzione informatica

EDUCAZIONE CIVICA

Le conseguenze ambientali delle bombe atomiche sulle Hiroshima e Nagasaki:

- Approfondimenti tramite contenuti Digitali “Effetti sul corpo di una bomba atomica/nucleare- Youtube, Salute & Fitness”
- “Perché a Chernobyl oggi non si può Ancora vivere, ma a Hiroshima E Nagasaki si?- Youtube, Geopop”.

Disciplina: Scienze Naturali, Chimiche e Biologiche

Prof. Anna Nardone

Chimica organica

Chimica organica: alcani, alcheni, alchini

Gli idrocarburi

Alcani: nomenclatura, isomeria, conformazioni dell'etano, proprietà fisiche e reazioni di combustione e alogenazione, cicloalcani, biodiesel: un combustibile da fonti rinnovabili. Petrolio e suoi derivati.

Alcheni: nomenclatura, isomeria negli alcheni, reazioni di addizione, proprietà ed usi.

Alchini: nomenclatura, isomeria, reazioni, proprietà. Orbitali ibridi e ibridazione del carbonio sp , sp^2 , sp^3 .

Idrocarburi aromatici

Struttura e ibrido di risonanza, nomenclatura, proprietà fisiche e usi, tipi di reazioni (senza dimostrazione), idrocarburi aromatici policiclici e ruolo biologico degli idrocarburi eterociclici.

I derivati degli idrocarburi

Alogenuri alchilici: nomenclatura, proprietà fisiche e chimiche.

Alcoli: nomenclatura, proprietà fisiche e chimiche, reazioni, polioli.

Aldeidi e chetoni: nomenclatura, proprietà fisiche e reazioni di riduzione e ossidazione, saggi di riconoscimento (Fehling e Tollens).

Acidi carbossilici: nomenclatura, acidi grassi saturi e insaturi, sintesi, proprietà fisiche e reazioni (rottura del legame O-H).

I derivati degli acidi carbossilici: esteri e sintesi, reazione di idrolisi basica (sapone).

Polimeri naturali (il Dna e la sua struttura) e artificiali, materiali polimerici. Impatto ambientale dovuto alle plastiche.

Attività laboratoriale: ossidazione degli alcoli, riconoscimento di aldeidi e chetoni, reazione di saponificazione

Scienze della terra

Formazione della terra

La terra primordiale, catastrofe del ferro e differenziazione, zonazione chimica della terra, atmosfera, idrosfera e crosta primitiva, come funziona la macchina termica.

I vulcani

Definizioni e relazioni geologiche, il meccanismo eruttivo, classificazioni dei vulcani, attività vulcanica esplosiva ed effusiva, stili e forme dei prodotti e degli apparati vulcanici, vulcanismo secondario, rischio vulcanico.

I terremoti

Propagazione delle onde sismiche, comportamento elastico delle rocce, ciclicità statica dei fenomeni sismici, onde sismiche, misura delle vibrazioni sismiche, determinazione dell'epicentro, dove avvengono i terremoti, energia dei terremoti, intensità dei terremoti, effetti di sito, pericolosità e rischio sismico, la microzonazione sismica.

Educazione civica: Pianeta in crisi

Trasformazioni di energia e impatto ambientale, fonti di energia rinnovabili, i cambiamenti climatici, l'urgenza di un trattato globale sulla plastica, l'impronta ecologica, quanto preme l'uomo sull'ambiente.

1. L'Impressionismo.

- Caratteri distintivi.
- Edouard Manet: *Colazione sull'erba, Il bar delle Folies Bergère.*
- Claude Monet: *Impressione, sole nascente, la Stazione di Saint-Lazare, le serie (La Cattedrale di Rouen), lo Stagno delle ninfee, Salice piangente.*
- Edgard Degas: *La lezione di danza, l'Assenzio.*
- Auguste Rodin: *Il pensatore.*
- Nascita e sviluppo della fotografia.

2. Il Postimpressionismo.

- Caratteri distintivi.
- Paul Cezanne: *La casa dell'impiccato, I giocatori di carte, la Montagna di Sainte-Victoire.*
- Paul Gauguin: *Aha oe feii?, Da dove veniamo? chi siamo? dove andiamo?.*
- Vincent Van Gogh: *I mangiatori di patate, Autoritratto, Notte stellata, Campo di grano con volo di corvi.*

3. L'Art Nouveau.

- Caratteri generali e Architettura Art Nouveau.
- Antoni Gaudi: *Sagrada Familia; Parco Guell; Casa Milà.*

4. La Secessione a Vienna.

- Olbrich e il Palazzo della Secessione.
- Gustav Klimt: *il disegno, Idillio; i paesaggi, Giuditta I; Ritratto di Adele Bloch-Bauer; il Bacio; i ritratti e lo Stile fiorito.*

5. I Fauves.

- Caratteri distintivi.
- Henri Matisse: *Donna con cappello; la Stanza rossa; la Danza; i collages.*

6. L'Espressionismo.

- Caratteri distintivi.
- Edvard Munch: *la Fanciulla malata; Sera nel corso Karl Johann; il grido; Pubertà.*

7. Il Novecento delle Avanguardie storiche.

- Le premesse dei movimenti artistici del primo Novecento.

8. Il Cubismo.

- Caratteri distintivi del movimento. Cubismo analitico e sintetico. Papiers colles e collages.
- Pablo Picasso: *il disegno, il periodo blu (Poveri in riva al mare), periodo rosa (Famiglia di Saltimbanchi); Les demoiselle d'Avignon; Ritratto di Ambroise Vollard, natura morta con sedia impagliata.. Opere del periodo del nuovo classicismo (Grande bagnante), Il ritratto femminile (Marie Therese Walter, Dora Maar). Guernica.*

9. La stagione italiana futurista.

- Caratteri distintivi e manifesti. Filippo Tommaso Marinetti: il manifesto futurista, tavole parola libera.
- Umberto Boccioni: *La città che sale; Stati d'animo (Gli addii); Forme uniche della continuità nello spazio.*
- Giacomo Balla: *Dinamismo di un cane al guinzaglio.*

10. Dada.

- Caratteri distintivi.
- Hans Arp: *Ritratto di Tristan Tzara.*
- Marcel Duchamp: *Fontana; L.H.O.O.Q.*

- Man Ray: *Cadeau; Le Violon d'Ingres*.

11. Surrealismo.

- Caratteri distintivi e tecniche pittoriche. Breton e la teoria della Surrealtà.
- Max Ernst: *la pubertè proche... (Les Pleiades)*.
- Rene' Magritte: *Il tradimento delle immagini; La condizione umana; l'Impero delle luci*.
- Salvador Dalì. Il metodo paranoico-critico (La persistenza della memoria). *Venere di Milo a cassetti; Costruzione molle con fave bollite: presagio di guerra civile; Sogno causato dal volo di un'ape*.

Approfondimenti: consultazione sito *didatticarte.it* per visione di video, immagini, blog e documentari sui vari periodi e autori studiati

Ed. Civica

Arte e sostenibilità ambientale. L'uso della creatività contro l'ideologia dell'usa e getta: la Trash Art. L'arte contemporanea come veicolo di sensibilizzazione sul tema dell'ecologia.

Approfondimento sulla Fast Fashion.

Realizzazione di un'opera di denuncia sulla Fast Fashion: creazione di un pannello tessile con una frase contro la diffusione della moda usa e getta, realizzato con l'assemblaggio di vestiti in disuso.

Disciplina: Scienze Motorie

Prof. Valeria Pollaci

Esercizi di ginnastica a corpo libero

Esercizi di potenziamento muscolare

Esercizi di preatletica generale

Pallavolo : fondamentali, situazioni di gioco, principali regole

Calcio a 5: fondamentali, situazioni di gioco, principali regole

Pallatamburello: fondamentali, situazioni di gioco, principali regole

Pallacanestro: situazioni di gioco liberamente create

Tennis tavolo: fondamentali, principali regole

Alcuni elementi teorici sulla metodologia dell'allenamento

Alcuni elementi teorici sull'alimentazione

Alcuni elementi teorici sul doping

Conoscenza generale delle discipline dell'atletica leggera

Le fasi principali dell'allenamento

Paramorfismi e dismorfismi

Disciplina: Religione cattolica

Prof. Michele Tarantello

- I giovani a confronto con la chiesa
- La chiesa una realtà complessa
- Quale futuro
- Le logiche e le regole dell'amicizia
- Modi di vivere a confronto
- Legge morale e legge sociale alla luce del messaggio di Papa Francesco
- Il valore della legalità
- La grande differenza vendetta e giustizia
- I temi fondamentali della bioetica

Disciplina: Educazione civica

La tematica “Pianeta in crisi” è stata svolta trasversalmente dai docenti coinvolti nella disciplina

<ul style="list-style-type: none">• Diritto- Storia	Le conseguenze ambientali delle bombe atomiche sulle Hiroshima e Nagasaki: <ul style="list-style-type: none">- Approfondimenti tramite contenuti Digitali “Effetti sul corpo di una bomba atomica/nucleare- Youtube, Salute & Fitness” “Perché a Chernobyl oggi non si può Ancora vivere, ma a Hiroshima E Nagasaki si?- Youtube, Geopop”.
<ul style="list-style-type: none">• Italiano	I. Calvino: <i>La nuvola di smog</i> (trama) J. Giono: <i>L'uomo che piantava gli alberi</i> (trama) L. Sepulveda: <i>Il mondo alla fine del mondo</i> (trama) Lettera Enciclica <i>Laudato si'</i> del Santo Padre Francesco (paragr.13, 14,15, 18,19, 20, 23, 27, 28, 29,43, 44, 45, 46, 47).
<ul style="list-style-type: none">• Inglese	Agenda 2030, Goal 13: Climate action; Renewable & Non Renewable energy. Approfondimento: https://youtu.be/dcBXmj1nMTQ?si=gYcKbb1ajbZ2dHZM
<ul style="list-style-type: none">• Scienze	Trasformazioni di energia e impatto ambientale, fonti di energia rinnovabili, i cambiamenti climatici, l'urgenza di un trattato globale sulla plastica, l'impronta ecologica, quanto preme l'uomo sull'ambiente.
<ul style="list-style-type: none">• Filosofia	Il Positivismo e la visione scientifica della società
<ul style="list-style-type: none">• Disegno e Storia dell'arte	Arte e sostenibilità ambientale. L'uso della creatività contro l'ideologia dell'usa e getta: la Trash Art. L'arte contemporanea come veicolo di sensibilizzazione sul tema dell'ecologia. Approfondimento sulla Fast Fashion. Realizzazione di un'opera di denuncia sulla Fast Fashion: creazione di un pannello tessile con una frase contro la diffusione della moda usa e getta, realizzato con l'assemblaggio di vestiti in disuso.

Griglia di valutazione della prima prova scritta

I.I.S. "L. EINAUDI" SIRACUSA – INDIRIZZO: TRADIZIONALE

Valutazione della verifica scritta di Italiano - Tipologia: **A** del

Alunno/a

Classe

Sezione

INDICATORI GENERALI DI COMPETENZA	DESCRITTORI DI PRESTAZIONE	PUNTI
<ul style="list-style-type: none"> Ideazione, pianificazione e organizzazione del testo Coesione e coerenza testuali 	Elaborazione insufficiente, incoerente e disorganica	1
	Elaborazione mediocre	2
	Elaborazione sufficiente, ma con collegamenti deboli	3
	Elaborazione discretamente logica e coesa	3,50
	Elaborazione buona, coerente ed organica	3,75
	Elaborazione ottima, coerente, organica e ricca di spunti originali	4
<ul style="list-style-type: none"> Ricchezza e padronanza lessicale Correttezza grammaticale (ortografia, morfologia e sintassi); uso corretto della punteggiatura 	Uso scorretto, impreciso ed insufficiente della lingua	1
	Uso generico e non sempre appropriato della lingua	1,50
	Uso della lingua sufficientemente corretto	2
	Uso della lingua discreto ed abbastanza appropriato	3
	Uso della lingua buono, corretto ed appropriato, pur con qualche minima imperfezione	3,50
	Uso della lingua ottimo, preciso, globalmente corretto e terminologicamente appropriato	4
<ul style="list-style-type: none"> Ampiezza e precisione delle conoscenze e dei riferimenti culturali Espressione di giudizi critici e valutazioni personali 	Conoscenze, riferimenti culturali e valutazioni critiche scorretti e complessivamente insufficienti	1
	Conoscenze, riferimenti culturali e valutazioni critiche lacunosi e complessivamente modesti	2
	Conoscenze, riferimenti culturali e valutazioni critiche complessivamente sufficienti	3
	Conoscenze, riferimenti culturali e valutazioni critiche esaurienti e appropriati	3,50
	Conoscenze, riferimenti culturali e valutazioni critiche buoni, ampi ed articolati	3,75
	Conoscenze, riferimenti culturali e valutazioni critiche ottimi, completi ed approfonditi	4
INDICATORI SPECIFICI TIPOLOGIA A: analisi e interpretazione di un testo letterario italiano	DESCRITTORI DI PRESTAZIONE	PUNTI
<ul style="list-style-type: none"> Interpretazione corretta e articolata del testo Capacità di comprendere il testo nel suo senso complessivo e nei suoi snodi tematici e stilistici 	Livello raggiunto: scorretto, impreciso e complessivamente insufficiente	1
	Livello raggiunto: lacunoso e complessivamente modesto	1,50
	Livello raggiunto: sufficiente nonostante qualche errore e imperfezione	2
	Livello raggiunto: discretamente approfondito con qualche incertezza	3
	Livello raggiunto: buono, ampio e sicuro, pur con minime imperfezioni	3,50
	Livello raggiunto: ottimo, completo e approfondito	4
<ul style="list-style-type: none"> Puntualità nell'analisi lessicale, sintattica, stilistica e retorica Rispetto dei vincoli posti nella consegna 	Livello raggiunto: scorretto, impreciso e complessivamente insufficiente	1
	Livello raggiunto: lacunoso e complessivamente modesto	1,50
	Livello raggiunto: sufficiente nonostante qualche errore e imperfezione	2
	Livello raggiunto: discretamente approfondito con qualche incertezza	3
	Livello raggiunto: buono, ampio e sicuro, pur con minime imperfezioni	3,50
	Livello raggiunto: ottimo, completo e approfondito	4

In caso di punteggio maggiore o uguale di 0,5 rispetto all'intero precedente, si attribuisce il voto arrotondato all'intero successivo.

Voto /20

Siracusa, ____/06/2025

La Commissione

I.I.S. "L. EINAUDI" SIRACUSA – INDIRIZZO: TRADIZIONALE

Valutazione della verifica scritta di Italiano - Tipologia: **B** del

Alunno/a

Classe

Sezione

INDICATORI GENERALI DI COMPETENZA	DESCRITTORI DI PRESTAZIONE	PUNTI
<ul style="list-style-type: none"> Ideazione, pianificazione e organizzazione del testo Coesione e coerenza testuali 	Elaborazione insufficiente, incoerente e disorganica	1
	Elaborazione mediocre	2
	Elaborazione sufficiente, ma con collegamenti deboli	3
	Elaborazione discretamente logica e coesa	3,50
	Elaborazione buona, coerente ed organica	3,75
	Elaborazione ottima, coerente, organica e ricca di spunti originali	4
<ul style="list-style-type: none"> Ricchezza e padronanza lessicale Correttezza grammaticale (ortografia, morfologia e sintassi); uso corretto della punteggiatura 	Uso scorretto, impreciso ed insufficiente della lingua	1
	Uso generico e non sempre appropriato della lingua	1,50
	Uso della lingua sufficientemente corretto	2
	Uso della lingua discreto ed abbastanza appropriato	3
	Uso della lingua buono, corretto ed appropriato, pur con qualche minima imperfezione	3,50
	Uso della lingua ottimo, preciso, globalmente corretto e terminologicamente appropriato	4
<ul style="list-style-type: none"> Ampiezza e precisione delle conoscenze e dei riferimenti culturali Espressione di giudizi critici e valutazioni personali 	Conoscenze, riferimenti culturali e valutazioni critiche scorretti e complessivamente insufficienti	1
	Conoscenze, riferimenti culturali e valutazioni critiche lacunosi e complessivamente modesti	2
	Conoscenze, riferimenti culturali e valutazioni critiche complessivamente sufficienti	3
	Conoscenze, riferimenti culturali e valutazioni critiche esaurienti e appropriati	3,50
	Conoscenze, riferimenti culturali e valutazioni critiche buoni, ampi ed articolati	3,75
	Conoscenze, riferimenti culturali e valutazioni critiche ottimi, completi ed approfonditi	4
INDICATORI SPECIFICI PROVA TIPOLOGIA B: analisi e produzione di un testo argomentativo	DESCRITTORI DI PRESTAZIONE	PUNTI
<ul style="list-style-type: none"> Individuazione corretta di tesi e argomentazioni presenti nel testo proposto. 	Livello raggiunto: scorretto, impreciso e complessivamente insufficiente	1
	Livello raggiunto: lacunoso e complessivamente modesto	1,50
	Livello raggiunto: sufficiente nonostante qualche errore e imperfezione	2
	Livello raggiunto: discretamente approfondito con qualche incertezza	3
	Livello raggiunto: buono, ampio e sicuro, pur con minime imperfezioni	3,50
	Livello raggiunto: ottimo, completo e approfondito	4
<ul style="list-style-type: none"> Capacità di sostenere con coerenza un percorso ragionativo adoperando connettivi pertinenti Correttezza e congruenza dei riferimenti culturali utilizzati per sostenere l'argomentazione 	Livello raggiunto: scorretto, impreciso e complessivamente insufficiente	1
	Livello raggiunto: lacunoso e complessivamente modesto	1,50
	Livello raggiunto: sufficiente nonostante qualche errore e imperfezione	2
	Livello raggiunto: discretamente approfondito con qualche incertezza	3
	Livello raggiunto: buono, ampio e sicuro, pur con minime imperfezioni	3,50
	Livello raggiunto: ottimo, completo e approfondito	4

In caso di punteggio maggiore o uguale di 0,5 rispetto all'intero precedente, si attribuisce il voto arrotondato all'intero successivo.

Voto /20

Siracusa, ____/06/2025

La Commissione

I.I.S. "L. EINAUDI" SIRACUSA – INDIRIZZO: TRADIZIONALE

Valutazione della verifica scritta di Italiano - Tipologia: C del

Alunno/a

Classe

Sezione

INDICATORI GENERALI DI COMPETENZA	DESCRITTORI DI PRESTAZIONE	PUNTI
<ul style="list-style-type: none"> Ideazione, pianificazione e organizzazione del testo Coesione e coerenza testuali 	Elaborazione insufficiente, incoerente e disorganica	1
	Elaborazione mediocre	2
	Elaborazione sufficiente, ma con collegamenti deboli	3
	Elaborazione discretamente logica e coesa	3,50
	Elaborazione buona, coerente ed organica	3,75
	Elaborazione ottima, coerente, organica e ricca di spunti originali	4
<ul style="list-style-type: none"> Ricchezza e padronanza lessicale Correttezza grammaticale (ortografia, morfologia e sintassi); uso corretto della punteggiatura 	Uso scorretto, impreciso ed insufficiente della lingua	1
	Uso generico e non sempre appropriato della lingua	1,50
	Uso della lingua sufficientemente corretto	2
	Uso della lingua discreto ed abbastanza appropriato	3
	Uso della lingua buono, corretto ed appropriato, pur con qualche minima imperfezione	3,50
	Uso della lingua ottimo, preciso, globalmente corretto e terminologicamente appropriato	4
<ul style="list-style-type: none"> Ampiezza e precisione delle conoscenze e dei riferimenti culturali Espressione di giudizi critici e valutazioni personali 	Conoscenze, riferimenti culturali e valutazioni critiche scorretti e complessivamente insufficienti	1
	Conoscenze, riferimenti culturali e valutazioni critiche lacunosi e complessivamente modesti	2
	Conoscenze, riferimenti culturali e valutazioni critiche complessivamente sufficienti	3
	Conoscenze, riferimenti culturali e valutazioni critiche esaurienti e appropriati	3,50
	Conoscenze, riferimenti culturali e valutazioni critiche buoni, ampi ed articolati	3,75
	Conoscenze, riferimenti culturali e valutazioni critiche ottimi, completi ed approfonditi	4
INDICATORI SPECIFICI PER PROVA TIPOLOGIA C: riflessione critica di carattere espositivo-argomentativo su tematiche di attualità	DESCRITTORI DI PRESTAZIONE	PUNTI
<ul style="list-style-type: none"> Sviluppo ordinato e lineare dell'esposizione 	Livello raggiunto: scorretto, impreciso e complessivamente insufficiente	1
	Livello raggiunto: lacunoso e complessivamente modesto	1,50
	Livello raggiunto: sufficiente nonostante qualche errore e imperfezione	2
	Livello raggiunto: discretamente approfondito con qualche incertezza	3
	Livello raggiunto: buono, ampio e sicuro, pur con minime imperfezioni	3,50
	Livello raggiunto: ottimo, completo e approfondito	4
<ul style="list-style-type: none"> Pertinenza del testo rispetto alla traccia e coerenza nella formulazione del titolo e dell'eventuale paragrafazione Correttezza e articolazione delle conoscenze e dei riferimenti culturali 	Livello raggiunto: scorretto, impreciso e complessivamente insufficiente	1
	Livello raggiunto: lacunoso e complessivamente modesto	1,50
	Livello raggiunto: sufficiente nonostante qualche errore e imperfezione	2
	Livello raggiunto: discretamente approfondito con qualche incertezza	3
	Livello raggiunto: buono, ampio e sicuro, pur con minime imperfezioni	3,50
	Livello raggiunto: ottimo, completo e approfondito	4

In caso di punteggio maggiore o uguale di 0,5 rispetto all'intero precedente, si attribuisce il voto arrotondato all'intero successivo.

Voto /20

Siracusa, ____/06/2025

La Commissione

Griglia di valutazione della seconda prova scritta

ISTITUTO DI ISTRUZIONE SECONDARIA SUPERIORE "LUIGI EINAUDI" di SIRACUSA

Esami di Stato 2024/2025

_____ Commissione

Classe 5^a Sez. _____

Candidato _____

In caso di punteggio maggiore o uguale di 0,5 rispetto all'intero precedente, si attribuisce il voto arrotondato all'intero successivo.

Problemi	1-2			
Quesiti	1-2-3-4-5-6-7-8			
Indicatori	Livelli (Punti)	Descrittori		Punti assegnati
Comprendere Analizzare la situazione matematica proposta. Identificare i dati, interpretarli ed effettuare gli eventuali collegamenti.	L1 (1)	Comprende le richieste in maniera inesatta o parziale, non riuscendo a riconoscere i concetti chiave e le informazioni essenziali, o, pur avendone individuati alcuni, non li interpreta correttamente.		
	L2 (2)	Interpreta le richieste in maniera parziale, riuscendo a selezionare solo alcuni dei concetti chiave, o, pur avendoli individuati tutti, commette qualche errore nello stabilire i collegamenti.		
	L3 (3-4)	Analizza in modo adeguato la situazione problematica, individuando e interpretando correttamente le informazioni e le relazioni tra queste; utilizza con adeguata padronanza i codici matematici grafico-simbolici, nonostante lievi inesattezze.		
	L4 (5)	Analizza ed interpreta in modo completo e pertinente i concetti chiave, le informazioni essenziali e le relazioni tra queste; utilizza i codici matematici grafico-simbolici con buona padronanza e precisione.		
Individuare Conoscere i concetti matematici utili alla soluzione. Analizzare possibili strategie risolutive ed individuare la strategia più adatta.	L1 (1)	Non conosce o conosce solo parzialmente i concetti matematici utili alla soluzione del problema. Non individua strategie di lavoro o ne individua di non adeguate. Non riesce ad individuare gli strumenti formali opportuni.		
	L2 (2-3)	Conosce superficialmente i concetti matematici utili alla soluzione del problema. Individua strategie di lavoro poco efficaci, talora sviluppandole in modo poco coerente; usa con una certa difficoltà le relazioni tra le variabili. Individua con difficoltà e qualche errore gli strumenti formali opportuni.		
	L3 (4-5)	Conosce i concetti matematici utili alla soluzione del problema e sa individuare delle strategie risolutive, anche se non sempre le più adeguate ed efficienti. Dimostra di conoscere le procedure consuete e le possibili relazioni tra le variabili che utilizza in modo adeguato.		
	L4 (6)	Conosce e padroneggia i concetti matematici utili alla soluzione del problema e, attraverso congetture, effettua chiari collegamenti logici. Utilizza nel modo migliore le relazioni matematiche note. Dimostra padronanza nell'impostare le varie fasi di lavoro.		
Sviluppare il processo risolutivo Risolvere la situazione problematica in maniera coerente, applicando le regole ed eseguendo i calcoli necessari.	L1 (1)	Non sviluppa il processo risolutivo o lo sviluppa in modo incompleto e/o errato. Non è in grado di utilizzare procedure e/o teoremi o li applica in modo errato e/o con numerosi errori nei calcoli.		
	L2 (2)	Applica le strategie scelte in maniera parziale e non sempre appropriata. Non sempre è in grado di utilizzare procedure e/o teoremi o li applica in modo parzialmente corretto. La soluzione ottenuta è coerente solo in parte con il problema.		
	L3 (3-4)	Applica le strategie scelte in maniera corretta pur con qualche imprecisione. Sviluppa il processo risolutivo quasi completamente. È in grado di applicare i teoremi e le regole in modo quasi sempre appropriato. La soluzione ottenuta è generalmente coerente con il problema.		
	L4 (5)	Sviluppa il processo risolutivo in modo analitico e completo. Applica procedure e/o teoremi o regole in modo corretto e appropriato, con abilità e con spunti di originalità. Esegue i calcoli in modo accurato, la soluzione è ragionevole e coerente con il problema.		
Argomentare Commentare e giustificare opportunamente i passaggi fondamentali del processo esecutivo e la coerenza dei risultati ottenuti.	L1 (1)	Non argomenta o argomenta in modo errato la strategia/procedura risolutiva, utilizzando un linguaggio matematico non appropriato o molto impreciso.		
	L2 (2)	Argomenta in maniera frammentaria e/o non sempre coerente la strategia/procedura esecutiva. Utilizza un linguaggio matematico per lo più appropriato, ma non sempre rigoroso.		
	L3 (3)	Argomenta in modo coerente ma incompleto la procedura esecutiva. Spiega la risposta, ma non le strategie risolutive adottate. Utilizza un linguaggio matematico pertinente ma con qualche incertezza.		
	L4 (4)	Argomenta in modo coerente, approfondito ed esaustivo tanto le strategie adottate quanto la soluzione ottenuta utilizzando un linguaggio matematico appropriato.		
PUNTEGGIO				/20

Siracusa, ____/06/2025

La Commissione

Griglia di valutazione della prova orale

La Commissione assegna fino ad un massimo di venti punti, tenendo a riferimento indicatori, livelli, descrittori e punteggi di seguito indicati (Allegato A dell' O.M)

Indicatori	Livelli	Descrittori	Punti	Punteggio
Acquisizione dei contenuti e dei metodi delle diverse discipline del curricolo, con particolare riferimento a quelle d'indirizzo	I	Non ha acquisito i contenuti e i metodi delle diverse discipline, o li ha acquisiti in modo estremamente frammentario e lacunoso.	0.50-1	
	II	Ha acquisito i contenuti e i metodi delle diverse discipline in modo parziale e incompleto, utilizzandoli in modo non sempre appropriato.	1.50-2.50	
	III	Ha acquisito i contenuti e utilizza i metodi delle diverse discipline in modo corretto e appropriato.	3-3.50	
	IV	Ha acquisito i contenuti delle diverse discipline in maniera completa e utilizza in modo consapevole i loro metodi.	4-4.50	
	V	Ha acquisito i contenuti delle diverse discipline in maniera completa e approfondita e utilizza con piena padronanza i loro metodi.	5	
Capacità di utilizzare le conoscenze acquisite e di collegarle tra loro	I	Non è in grado di utilizzare e collegare le conoscenze acquisite o lo fa in modo del tutto inadeguato	0.50-1	
	II	È in grado di utilizzare e collegare le conoscenze acquisite con difficoltà e in modo stentato	1.50-2.50	
	III	È in grado di utilizzare correttamente le conoscenze acquisite, istituendo adeguati collegamenti tra le discipline	3-3.50	
	IV	È in grado di utilizzare le conoscenze acquisite collegandole in una trattazione pluridisciplinare articolata	4-4.50	
	V	È in grado di utilizzare le conoscenze acquisite collegandole in una trattazione pluridisciplinare ampia e approfondita	5	
Capacità di argomentare in maniera critica e personale, rielaborando i contenuti acquisiti	I	Non è in grado di argomentare in maniera critica e personale, o argomenta in modo superficiale e disorganico	0.50-1	
	II	È in grado di formulare argomentazioni critiche e personali solo a tratti e solo in relazione a specifici argomenti	1.50-2.50	
	III	È in grado di formulare semplici argomentazioni critiche e personali, con una corretta rielaborazione dei contenuti acquisiti	3-3.50	
	IV	È in grado di formulare articolate argomentazioni critiche e personali, rielaborando efficacemente i contenuti acquisiti	4-4.50	
	V	È in grado di formulare ampie e articolate argomentazioni critiche e personali, rielaborando con originalità i contenuti acquisiti	5	
Ricchezza e padronanza lessicale e semantica, con specifico riferimento al linguaggio tecnico e/o dissettore, anche in lingua straniera	I	Si esprime in modo scorretto o stentato, utilizzando un lessico inadeguato	0.50	
	II	Si esprime in modo non sempre corretto, utilizzando un lessico, anche di settore, parzialmente adeguato	1	
	III	Si esprime in modo corretto utilizzando un lessico adeguato, anche in riferimento al linguaggio tecnico e/o di settore	1.50	
	IV	Si esprime in modo preciso e accurato utilizzando un lessico, anche tecnico e settoriale, vario e articolato	2	
	V	Si esprime con ricchezza e piena padronanza lessicale e semantica, anche in riferimento al linguaggio tecnico e/o di settore	2.50	
Capacità di analisi e comprensione della realtà in chiave di cittadinanza attiva a partire dalla riflessione sulle esperienze personali	I	Non è in grado di analizzare e comprendere la realtà a partire dalla riflessione sulle proprie esperienze, o lo fa in modo inadeguato	0.50	
	II	È in grado di analizzare e comprendere la realtà a partire dalla riflessione sulle proprie esperienze con difficoltà e solo se guidato	1	
	III	È in grado di compiere un'analisi adeguata della realtà sulla base di una corretta riflessione sulle proprie esperienze personali	1.50	
	IV	È in grado di compiere un'analisi precisa della realtà sulla base di una attenta riflessione sulle proprie esperienze personali	2	
	V	È in grado di compiere un'analisi approfondita della realtà sulla base di una riflessione critica e consapevole sulle proprie esperienze personali	2.50	
Punteggio totale della prova				

Siracusa, ____/____/2025

La Commissione

CORRELAZIONE TRA BIG BANG E MODELLO STANDARD, CLASSE 5D

La correlazione tra la teoria del Big Bang e il Modello Standard della fisica delle particelle è un tema centrale della fisica moderna. Entrambi forniscono spiegazioni sull'origine e l'evoluzione dell'universo, ma presentano anche dei limiti che necessitano di nuove teorie.

LA TEORIA DEL BIG BANG descrive l'origine dell'universo, avvenuta circa 13,8 miliardi di anni fa. Questa teoria è supportata da diverse osservazioni sperimentali, tra cui:

1. L'ESPANSIONE DELL'UNIVERSO DALL'ORIGINE DEL BIG BANG

L'**espansione dell'Universo** è uno dei temi fondamentali per la cosmologia moderna e comporta profonde implicazioni sulla natura dello spazio, del tempo e del destino cosmico.

La nascita dell'Universo viene spiegata dalla teoria cosmologica del Big Bang che significa letteralmente "grande botto", tuttavia è scorretto parlare di esplosione, in quanto inizialmente tutta la materia si trovava concentrata in un'unica area infinitamente densa e calda, dalla quale, circa 13,8 miliardi di anni fa, si è avviata una **lenta espansione**, che continua tutt'ora. Da ciò consegue che l'Universo **non ha mai smesso di espandersi**, generando un vero e proprio "stiramento" di tutto lo **spaziotempo** ed in particolar modo, un incessante movimento dei corpi celesti (come l'allontanamento delle galassie), che viene dimostrato mediante il fenomeno chiamato **redshift**, secondo cui la luce proveniente dalle galassie, sembrerà tendere al rosso, man mano che si allontana da noi; ciò vuol dire che questi corpi celesti si stanno allontanando dal nostro pianeta con velocità differenti.

Questo fenomeno di allontanamento viene chiamato **moto di recessione**.

Nel 1923, l'astronomo **Edwin Hubble** fu in grado di provare che "macchie di luce" in lontananza (allora chiamate nebulose) erano sistemi di miriade di stelle; dunque dimostrò l'esistenza di galassie diverse dalla nostra. Successivamente, nel 1929, notò che le righe spettrali della luce di lontane galassie presentavano lunghezze d'onda maggiori di quanto ci si sarebbe aspettato; quindi, sapendo che l'**effetto Doppler** si applica a qualsiasi tipo di onda, nel caso della luce, la sua conseguenza osservabile è un **redshift** delle righe spettrali (se la sorgente si allontana) ed un **blueshift** (quando si avvicina).

Hubble rilevò che la luce di lontane galassie presentava un redshift, e dimostrò che la **velocità di recessione era proporzionale alla distanza**: più distante era l'oggetto, più pronunciato era lo spostamento verso il rosso.

Questa relazione lineare tra velocità e distanza, denominata **legge di Hubble**, fu la prima importante osservazione empirica a sostegno della teoria del Big Bang, "un'esplosione" primordiale seguita dall'espansione; d'altronde, se le galassie si stanno separando, in passato dovevano essere certamente più vicine tra loro.

Si evince che, da qualsiasi punto lo si osservi, l'Universo ha lo stesso aspetto.

Matematicamente, la legge si esprime come:

$$v = H_0 \times d$$

dove:

(v) è la velocità di allontanamento della galassia,

(H_0) è la costante di Hubble, che rappresenta il tasso di espansione dell'Universo

(d) è la distanza della galassia dalla Terra (in megaparsec, Mpc)

Infatti, dopo vari studi, Hubble stimò il tasso di espansione dell'Universo, da allora chiamata **costante di Hubble**, in 500 km al secondo per megaparsec (1 megaparsec = 3.262.000 anni luce). Quest'ultima ci permette anche di stimare l'età dell'Universo, infatti, conoscendo la distanza attuale tra due galassie e la velocità a cui si separano, è possibile determinare quanto tempo hanno impiegato per raggiungere la distanza osservata oggi, applicando la semplice relazione: *spazio/velocità= tempo*.

Tuttavia, nel 1998, diversi astronomi hanno inaspettatamente scoperto che il tasso di espansione cosmica starebbe accelerando sempre più rapidamente (risultando non più costante come scoperto precedentemente da Hubble) a causa di una forza della natura tutt'oggi ignota, per questo definita "**energia oscura**". Poiché l'energia oscura costituisce una parte significativa della densità energetica dell'universo, le sue proprietà e il suo comportamento potrebbero avere un impatto notevole sulle misurazioni della costante di Hubble.

- IL FUTURO DELL'UNIVERSO

Il futuro che spetta all'universo è un argomento ampiamente discusso in vari ambiti (religioso, filosofico e scientifico). Non vi sono certezze fisiche, scientifiche o cosmologiche riguardo alla fine che spetta all'universo e, di conseguenza, si possono avanzare solo delle ipotesi. Le più gettonate sono tre:

- **Big Freeze** (infinita espansione sempre più fredda del cosmo)
- **Big Crunch** (espansione che prevede una contrazione finale che riporta alla singolarità originale del Big Bang)
- **Big Rip** (espansione così accelerata da creare uno squarcio capace di smembrare qualsiasi cosa)

BIG

FREEZE

Sappiamo per certo che l'universo è in continua espansione accelerata e ciò è dovuto all'elemento fisico denominato energia oscura. A causa di questa continua espansione, ogni galassia si allontanerà sempre di più dall'altra. Mentre tutto ciò avviene, l'universo si raffredderà sempre di più fino a giungere a una vera e propria "morte fredda", ovvero il **Big Freeze** o **morte cosmica**. In questo caso, gli unici a rimanere sarebbero i buchi neri, ma prima o poi anche essi moriranno.

BIG RIP

Non esiste alcuna sicurezza sulla costanza del valore dell'energia oscura e quindi è impossibile escludere che essa continui a crescere; ciò porterebbe a una continua espansione sempre più rapida del cosmo, che finirà con il "Grande Strappo", ovvero il **Big**

Rip. Secondo questa ipotesi, i pianeti cominciano ad allontanarsi dalle loro stelle madri e tutto comincia a disgregarsi.

BIG CRUNCH

Secondo questa teoria, l'universo, una volta raggiunta la sua dimensione massima, collaserebbe su sé stesso, cominciando a comprimersi, diventando sempre più denso e caldo, tornando cioè alla sua forma originale del Big Bang.

Queste sono solo alcune delle ipotesi; infatti, esiste anche la teoria del *Big Bounce*, ovvero l'universo ciclico, secondo la quale si alterneranno all'infinito periodi di espansione e di collasso. Esiste anche la teoria dell'*universo stazionario*, secondo la quale, mentre le galassie sono in continuo allontanamento, tra gli spazi vuoti si originerà nuovo materiale cosmico che lascerà immutato l'universo, così come lo conosciamo noi.

Sapere con certezza quale tra queste e chissà quante altre ipotesi sia corretta è impossibile. Al momento possiamo solo basarci sui dati che siamo capaci di raccogliere e osservare.

2. LA RADIAZIONE COSMICA DI FONDO

La **radiazione cosmica di fondo** (CMB, *Cosmic Microwave Background*) è una radiazione elettromagnetica a microonde che permea l'intero universo, fornendo una testimonianza diretta delle condizioni primordiali dell'universo stesso. Questa radiazione, con una temperatura media di 2,73 K, rappresenta uno degli elementi fondamentali per la comprensione della teoria del **Big Bang** e dell'evoluzione dell'universo.

Origine della CMB

La radiazione cosmica di fondo ha origine circa 380.000 anni dopo il Big Bang, in un periodo conosciuto come **ricombinazione**, quando l'universo si trovava in uno stato di temperatura e densità estremamente elevate. All'inizio, l'universo era dominato da un plasma di particelle cariche (elettroni, protoni) e fotoni. In queste condizioni, i fotoni non potevano viaggiare liberamente, poiché erano continuamente assorbiti e riemessi dalle particelle cariche, rendendo l'universo opaco alla radiazione elettromagnetica.

Con l'espansione e il raffreddamento dell'universo, la temperatura scese sotto i 3000 K, permettendo agli elettroni e protoni di combinarsi e formare atomi neutri di idrogeno. Questo evento rese possibile la diffusione dei fotoni, che fino a quel momento erano stati intrappolati nel plasma. Da quel momento, l'universo divenne trasparente alla luce, e i fotoni iniziarono a viaggiare liberamente, dando origine alla radiazione cosmica di fondo.

Caratteristiche della CMB

La CMB si presenta come una radiazione omogenea, con una temperatura media di circa 2,73 K, appena sopra lo zero assoluto. Sebbene questa radiazione sia estremamente uniforme, mostra delle **piccole fluttuazioni** di temperatura, dell'ordine di millesimi di grado. Queste fluttuazioni sono di fondamentale importanza, in quanto rappresentano le "impronte" delle prime strutture dell'universo, ossia le piccole variazioni di densità che hanno condotto alla formazione di stelle e galassie. Le fluttuazioni sono state cruciali nel permettere

l'accumulo di materia in determinate regioni, favorendo la creazione delle strutture cosmiche osservabili oggi.

Scoperta della CMB

La radiazione cosmica di fondo è stata scoperta nel 1964 da **Arno Penzias** e **Robert Wilson** mentre lavoravano presso i laboratori Bell nel New Jersey, Stati Uniti. I due scienziati stavano utilizzando un'antenna radio per analizzare onde radio riflesse da palloni sonda, quando notarono un fondo di radiazione molto intenso proveniente uniformemente da tutte le direzioni del cielo. Inizialmente attribuirono questo segnale a un'interferenza causata da piccioni che si erano rifugiati nell'antenna, ma, dopo aver ripulito l'attrezzatura, il segnale persistette, portandoli a comprendere che si trattava di una radiazione cosmica di fondo. Questa scoperta, che ha fornito la prova sperimentale della teoria del Big Bang, valse loro il **Premio Nobel per la Fisica nel 1978**.

Importanza della CMB in cosmologia

La radiazione cosmica di fondo rappresenta una delle prove più solide a favore della teoria del Big Bang. Essa fornisce informazioni cruciali sulla **composizione dell'universo primordiale** e sulla sua evoluzione. In particolare, la CMB ha permesso di confermare che l'universo era inizialmente molto più caldo e denso, per poi espandersi e raffreddarsi nel corso del tempo. Le fluttuazioni di temperatura osservate nella CMB sono direttamente legate alla distribuzione della materia nell'universo primordiale, il che ha consentito di comprendere meglio la formazione di strutture come galassie e ammassi di galassie.

Inoltre, la CMB è fondamentale per determinare la **quantità di materia ordinaria, materia oscura ed energia oscura** presenti nell'universo. Studi approfonditi di questa radiazione ci hanno permesso di stabilire con precisione l'età dell'universo, stimata in circa **13,8 miliardi di anni**.

Esperimenti sulla CMB

Per studiare la CMB con sempre maggiore precisione, sono state intraprese diverse missioni spaziali. Le prime missioni, come **COBE** (Cosmic Background Explorer, 1989), hanno confermato la forma precisa dello spettro della CMB e rilevato le prime fluttuazioni di temperatura. Successivamente, la missione **WMAP** (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe, 2001-2010) ha migliorato ulteriormente la misurazione delle anisotropie della CMB, permettendo di affinare la determinazione dell'età e della composizione dell'universo. Infine, la missione **Planck** (2009-2013) ha prodotto la mappa più dettagliata della CMB, fornendo dati che hanno affinato ulteriormente le nostre conoscenze sulla struttura e l'evoluzione dell'universo.

Conclusioni

La radiazione cosmica di fondo è il fossile più antico dell'universo, offrendo una "fotografia" dell'universo primordiale che ha fornito e continua a fornire informazioni fondamentali per la cosmologia. Le sue caratteristiche e le fluttuazioni osservate ci permettono di testare teorie cosmologiche e di esplorare misteri ancora irrisolti, come la natura della **materia oscura** e

dell'**energia oscura**. Grazie agli studi sulla CMB, possiamo tracciare un quadro più chiaro della nascita, evoluzione e composizione dell'universo, confermando la validità della teoria del Big Bang e aprendo nuove frontiere nella nostra comprensione dell'universo.

3. LA NUCLEOSINTESI PRIMORDIALE

La **nucleosintesi primordiale** cominciò circa tra 10 secondi e 20 minuti dopo il Big Bang, quando l'universo si era raffreddato in modo sufficiente da permettere ai nuclei di deuterio di sopravvivere all'effetto distruttivo dei fotoni ad alta energia. E' il processo attraverso il quale gli elementi leggeri, come idrogeno, elio e tracce di litio, sono stati formati. La teoria della **nucleosintesi primordiale** è stata sviluppata principalmente da **George Gamow, Ralph Alpher** e **Robert Herman** tra la fine degli anni '40 e l'inizio degli anni '50.

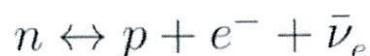
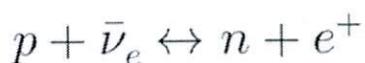
Fasi della Nucleosintesi Primordiale:

1. Fase iniziale: Termalizzazione delle particelle ($\sim 10^{-6}$ s – 1 s)

Nei primissimi istanti dopo il Big Bang (fino a circa 10^{-6} secondi), l'universo era costituito da un plasma denso e caldissimo di **quark** e **gluoni liberi**. A queste temperature estreme, le particelle elementari non potevano ancora combinarsi per formare protoni e neutroni. Tuttavia, con l'espansione e il conseguente raffreddamento dell'universo, i quark iniziarono a confinarsi in **adroni** (protoni e neutroni), un processo regolato dalla **cromodinamica quantistica (QCD)**. A circa 10^{-4} secondi, la temperatura era scesa sotto i 2 trilioni di Kelvin ($\sim 10^{12}$ K), permettendo la stabilizzazione di protoni e neutroni come le uniche particelle libere. Da questo momento in poi, i processi di interconversione tra neutroni e protoni iniziarono a determinare l'abbondanza relativa di queste particelle.

2. Formazione di neutroni e protoni (~ 1 s)

Entro 1 secondo dopo il Big Bang, la temperatura era scesa a circa **10 miliardi di Kelvin** ($\sim 10^{10}$ K). A questa temperatura, i neutroni e i protoni erano in **equilibrio termico** attraverso reazioni mediate dai neutrini e antineutrini:



L'abbondanza relativa di neutroni e protoni era determinata dal rapporto tra neutroni e protoni dato dalla **distribuzione di Boltzmann** che tiene conto della leggera differenza di massa $\Delta mc^2 \approx 1.29 \text{ MeV}$:

$$\frac{n}{p} = e^{-\frac{\Delta mc^2}{k_B T}}$$

3. Equilibrio Neutroni-Protoni ed Effetto del Disaccoppiamento dei Neutrini (~1-2 s)

A circa **1 secondo**, la temperatura dell'universo scese sotto i 0.8 MeV, causando il **disaccoppiamento dei neutrini** dal plasma primordiale. Questo evento rese inefficace l'interconversione tra neutroni e protoni, bloccando gradualmente il loro rapporto.

Inizialmente c'erano sei protoni per ogni neutrone, ma nelle successive centinaia di secondi una piccola frazione dei neutroni decadde spontaneamente prima di dare luogo alla reazione di fusione attraverso il decadimento beta, così alla fine della nucleosintesi si avevano sette protoni per ogni neutrone e quasi tutti i neutroni si trovavano nei nuclei **dell'isotopo elio-4 (^4He) da 1:6 a 1:7**.

La nucleosintesi primordiale è indubbiamente un successo della teoria del Big Bang. Nessun altro fenomeno è in grado di spiegare come mai nell'Universo esista un'abbondanza del 25% di **He4**.

Oggi sappiamo che l'unico ambiente nel quale si produce **He4** sono le **stelle**, ma neanche tutte le stelle dell'Universo sono in grado di produrre, nel corso di quasi 14 miliardi di anni, la quantità dell'elemento che si osserva ai giorni nostri. Vediamo perché. Tempo $t = 1$ s, temperatura $T = 10^{10}$ K, raggio $R > 10^{15}$ m: era della nucleosintesi. Questo è un momento fondamentale per l'Universo ed è quello meglio conosciuto e totalmente indipendente da quanto successo in precedenza. La densità e la temperatura ricordano da vicino quella dell'interno delle **stelle**, nelle quali avvengono le reazioni nucleari. In questa fase la densità del cosmo era dominata dalla radiazione e quella della radiazione era minore che nel Sole adesso, proprio per questo le reazioni nucleari sono avvenute in maniera molto più lenta rispetto a quanto avviene nelle stelle.

In un tempo molto breve, circa 3 minuti, la composizione dell'Universo è cambiata drasticamente. Il mare di protoni venne trasformato, grazie all'interazione con fotoni e neutroni, in una miscela composta per il 25% da nuclei di **elio 4** (due neutroni e due protoni), l'1% di **deuterio** (isotopo dell'idrogeno, contenente un protone ed un neutrone) e tracce di elementi più pesanti, come il **litio 7**. La durata limitata di questa fase, che si concluse dopo 3 minuti, quando i livelli di temperatura e densità erano ormai insufficienti per innescare le reazioni di fusione nucleare, fu sufficiente per formare solamente gli elementi sopra citati. La nucleosintesi in realtà procede attraverso una sequenza di urti e fusioni a 2 corpi, molto più probabili:

$n + p = D$: questa è la reazione che avviene più facilmente, poiché il **D** è il composto più semplice in natura. Esso ha un'energia di legame di 2.225

Importante è il fatto che a quest'epoca, la temperatura non è molto inferiore all'energia di legame, e per questo e a causa del fatto che i fotoni sono più dei barioni, i primi possono facilmente distruggere il D appena formato per fotodissociazione. Solo quando la temperatura del plasma è $T=8 \times 10^8$ K l'abbondanza di D diventa apprezzabile, in quanto esso è stabile. Questa reazione limita la produzione di He4, a causa di una non regolare produzione di D nelle prime fasi. Successivamente avvengono le seguenti reazioni, che portano alla formazione dell'He4; eccetto per una piccola parte rimanente, tutto il D è trasformato in He4. La formazione di He4 è favorita maggiormente ad una temperatura di 0:1 MeV, e quindi particelle più massicce dell' He4 saranno in equilibrio ad una temperatura minore.

È importante sottolineare il fatto che non esistono nuclei stabili con numero atomico 5 e 8. Così, una volta prodotto l'He4 (un nucleo molto stabile, gas nobile, con energia di legame nucleare di ben 28 MeV), praticamente la nucleosintesi si arresta, poiché in pochi casi ulteriori reazioni nucleari sono in grado di trasformare l'elio in elementi più pesanti. L'He3 è poco abbondante, per cui non è possibile produrre molto Li7 o elementi più pesanti; tra questi, solo appunto il Li7 viene prodotto in tracce significative.

Praticamente si può considerare che la nucleosintesi primordiale termini quando la temperatura del plasma sia diminuita al punto da non permettere ulteriori reazioni importanti.

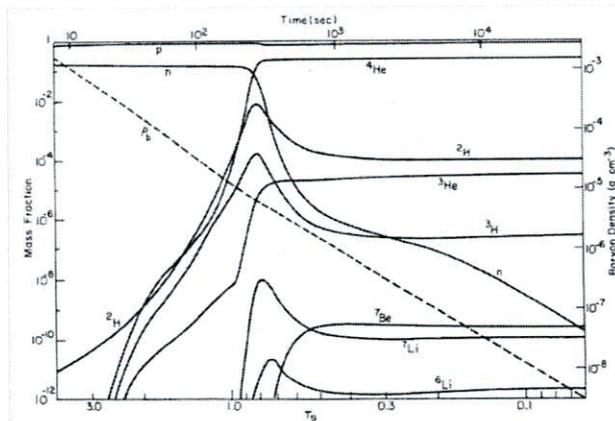


Figura :

Schema riassuntivo del processo di sintesi degli elementi leggeri nell'Universo primordiale.

-Il **tempo cosmico** procede da sinistra a destra.

-Nell'asse a sinistra: frazione di **massa**; nell'asse a destra: **densità**; nell'asse in alto: **tempo cosmico** in secondi;

-nell'asse in basso: **temperatura** del fluido cosmico in miliardi di gradi.

Una elevata densità fa sì che le reazioni nucleari sopra mostrate procedano con la massima efficienza nel convertire prima tutti i neutroni presenti in deuterio e poi tutto il deuterio formato in elio. Invece una bassa densità porta ad una bassa probabilità di interazione tra nuclei, e ciò fa sì che ci sia una certa quantità di D incombusto. Da un punto di vista osservativo, l'He4 può essere trovato in stelle di alta temperatura (poiché righe di He4 sono visibili nell'UV) e nelle regioni HII. Siccome esso è parzialmente prodotto anche dalle stelle nel corso della loro evoluzione, è importante valutare quanto dell'elio osservato sia dovuto ad esse.

Per quanto riguarda il D, possiamo dire che è un isotopo molto fragile, distrutto dalla catena di reazioni nucleari dopo la nucleosintesi primordiale. Tuttavia una piccola parte di deuterio non viene processato in He3; questo fa sì che rimanga un fondo, che può essere calcolato sperimentalmente. La sua abbondanza primitiva è determinata dall'osservazione di nubi cosmologiche ad alti redshift, sulla linea di vista di Quasar molto distanti. L'abbondanza di Li7 è invece dedotta da osservazioni di stelle a bassa metallicità nell'alone galattico; si pensa che in queste stelle il litio che si trova nella loro fotosfera sia rimasto invariato e che quindi la sua abbondanza sia ancora quella primordiale.

- L' IMPORTANZA DELLA NUCLEOSINTESI PRIMORDIALE

La nucleosintesi primordiale non solo è stata un passaggio cruciale nella storia dell'universo, ma ha anche avuto un impatto profondo sulla struttura e sull'evoluzione dell'intero cosmo. Comprendere questo processo è fondamentale non solo per tracciare la composizione iniziale dell'universo, ma anche per ottenere indizi essenziali sulla natura dell'universo stesso, sulle forze che lo regolano, e sulla sua futura evoluzione.

Poiché la fusione nucleare dei nuclei leggeri è stata limitata dal tempo e dalle condizioni ambientali dell'universo primordiale, non sono stati formati elementi più pesanti come il carbonio, l'ossigeno o l'azoto in questa fase. Questi elementi sono stati poi creati successivamente nelle stelle tramite processi di nucleosintesi stellare. Inoltre, la nucleosintesi primordiale ha permesso agli astronomi di calcolare la densità critica dell'universo e stimare la velocità di espansione (la costante di Hubble). La distribuzione degli isotopi leggeri ci ha anche dato informazioni vitali sulla quantità di materia oscura e sull'energia oscura che influenzano l'espansione dell'universo. La nucleosintesi primordiale ha dunque fornito agli scienziati strumenti per misurare l'età dell'universo e stimare la quantità di materia oscura ed energia oscura presenti nell'universo. Poiché la nucleosintesi dipende fortemente dalla densità della materia e dalla temperatura dell'universo primordiale, le misurazioni delle abbondanze di elementi leggeri offrono un modo per sondare l'equilibrio tra la materia ordinaria, la materia oscura e l'energia oscura.

In particolare, studi delle fluttuazioni nella radiazione cosmica di fondo (CMB) e l'analisi delle abbondanze degli isotopi leggeri sono stati cruciali per determinare la

quantità di materia oscura. La materia oscura non emette luce né interagisce con la radiazione elettromagnetica, ma la sua presenza influisce sulla dinamica dell'universo primordiale e, attraverso la nucleosintesi, lascia tracce nelle abbondanze degli isotopi leggeri.

La nucleosintesi primordiale ha avuto implicazioni cruciali per la formazione delle stelle e delle galassie. Gli elementi leggeri creati in questa fase sono stati i mattoni primordiali della materia da cui sono nate le prime stelle (le stelle di popolazione III) e le galassie primordiali. Queste stelle, formatesi principalmente da idrogeno ed elio, sono state fondamentali per l'evoluzione chimica dell'universo.

Le stelle primordiali, molto più massicce delle stelle moderne, hanno bruciato rapidamente il loro combustibile, producendo elementi più pesanti attraverso la fusione nucleare (come carbonio, ossigeno e azoto). Quando queste stelle sono esplose in supernove, gli elementi più pesanti sono stati rilasciati nel mezzo interstellare, arricchendo il gas circostante e dando vita a nuove generazioni di stelle con una composizione chimica più complessa.

In sostanza, la nucleosintesi primordiale ha gettato le basi per l'evoluzione stellare e ha permesso la formazione di strutture cosmiche sempre più complesse. Senza questo processo, l'universo non sarebbe mai stato in grado di svilupparsi oltre le stelle più semplici, come quelle di idrogeno ed elio.

.La nucleosintesi primordiale è quindi all'origine della vita stellare e galattica, ponendo le basi per l'evoluzione di un universo ricco di strutture complesse, incluse le galassie, i sistemi planetari e, infine, la vita stessa.

IL MODELLO STANDARD

Il modello Standard, sviluppato tra gli anni 60 e 70, è la teoria che descrive le particelle fondamentali e le forze che governano l'universo. È il risultato di decenni di ricerca nella fisica delle particelle ed è una delle teorie più verificate sperimentalmente nella scienza. È stata confermata, ad esempio, dalla scoperta del **bosone di Higgs** nel 2012.

Componenti del Modello Standard

1. Forze fondamentali

Il Modello Standard descrive tre delle quattro forze fondamentali della natura:

- **Forza elettromagnetica** (governata dal fotone).
- **Forza forte** (mediata dai gluoni, tiene uniti i quark nei nuclei atomici).
- **Forza debole** (mediata dai bosoni W e Z, responsabile di alcuni tipi di decadimento radioattivo).

2. Particelle fondamentali, che si dividono in due categorie principali:

A) **Fermioni** (particelle di materia):

Quark: up, down, charm, strange, top, bottom (interagiscono attraverso tutte le forze tranne la gravitazionale).

Leptoni: elettrone, muone, tau e i loro rispettivi neutrini.

B) **Bosoni** (particelle mediatrici delle forze):

Fotone (γ): responsabile della forza elettromagnetica.

Bosoni W^+ , W^- e Z: responsabili della forza debole (coinvolta nel decadimento radioattivo).

Gluone (g): trasmette la forza forte, che tiene uniti i quark nei protoni e nei neutroni.

Bosone di Higgs (H): conferisce massa alle particelle attraverso il meccanismo di Higgs.

Nonostante il suo enorme successo, il Modello Standard presenta alcuni **limiti**:

- Non include la **gravità**, che viene descritta separatamente dalla relatività generale.
- Non spiega la **materia oscura** e l'**energia oscura**, che sembrano costituire la maggior parte dell'Universo.
- Non spiega l'**asimmetria tra materia e antimateria**, ovvero perché l'Universo sia dominato dalla materia anziché avere quantità uguali di materia e antimateria.

Per questi motivi, i fisici stanno cercando una teoria più completa, come la **Teoria della Grande Unificazione** o la **Teoria delle Stringhe**, che potrebbero superare i limiti del Modello Standard. La ricerca continua con esperimenti nei laboratori di fisica, come il Large Hadron Collider (LHC) del CERN, per cercare nuove particelle e fenomeni che possano portarci oltre il Modello Standard.

1. LE 3 FORZE DESCRITTE DAL MODELLO STANDARD

Le forze elettromagnetica, debole e forte, sono mediate dallo scambio di bosoni e sono generate da simmetrie fondamentali legate alle leggi di conservazione.

- FORZA NUCLEARE FORTE

La forza nucleare forte, o interazione forte, è la più potente tra le forze fondamentali. Essa è mediata dai gluoni e agisce tra i **quark** che sono particelle elementari che costituiscono i protoni e i neutroni, che a loro volta formano il nucleo degli atomi. Esistono sei tipi di quark: **up, down, charm, strange, top e bottom**. Ogni tipo di quark ha una "carica di colore", che è una proprietà legata alla forza nucleare forte che tiene insieme i quark all'interno delle particelle. I quark non esistono mai isolati, ma sempre legati tra loro in combinazioni specifiche, come nel caso dei protoni (composti da due quark up e un quark down) e dei neutroni (composti da due quark down e un quark up).

Questa interazione è fondamentale per la coesione del nucleo atomico, superando la repulsione elettromagnetica tra protoni carichi positivamente. Inoltre, la forza nucleare forte è responsabile della formazione di **adroni**, come barioni e mesoni, attraverso l'aggregazione di quark e impedisce che l'atomo collassi su se stesso.

- FORZA NUCLEARE DEBOLE

Un universo senza debolezza è un universo ipotetico che non contiene interazioni deboli, ma che per il resto è uguale in tutto e per tutto al nostro universo.

Quindi un universo senza debolezza è costruito per avere una fisica e una chimica atomica identiche alla versione standard. La dinamica di un universo senza debolezza comprende un periodo di nucleosintesi del Big Bang, formazione stellare, stelle con combustibile sufficiente da bruciare per miliardi di anni, sintesi nucleare stellare di elementi pesanti e supernovae che distribuiscono gli elementi pesanti nel mezzo interstellare.

Motivazione:

La forza dell'interazione debole è un grosso problema nella fisica delle particelle moderna. Esiste una teoria che dovrebbe spiegare perché l'interazione debole è di 32 ordini di grandezza più forti della gravità; questo è noto come problema della gerarchia. Esistono infatti vari modelli che affrontano il problema della gerarchia in modo dinamico e naturale, ad esempio la supersimmetria, il technicolor e le dimensioni extra deformate.

Un modo alternativo di spiegare cos'è il problema della gerarchia è parlare del principio antropico: si presuppone che esistano molte altre zone dell'universo (o **multiverso**) in cui

anche la fisica è diversa. In particolare si suppone che il “paesaggio” degli universi possibili contenga anche alcuni in cui la forza debole ha una forza diversa rispetto alla nostra. Se la parte osservata della forza debole fosse quindi vitale per l'emergere di osservatori, ciò spiegherebbe perché la forza debole viene effettivamente guardata con questa forza. Barr e altri scienziati di livello sostengono che se si permettesse alla scala di rottura della simmetria elettrodebole di variare tra gli universi, mantenendo tutti gli altri parametri fissi, la fisica atomica cambierebbe in modi che non permetterebbero la vita come la conosciamo.

La **forza debole** è una delle prime forze dell'universo, un esempio di forza debole è la forza nucleare o la forza di gravità che regola tutto l'universo ed è di gran lunga la più debole di tutte le forze fondamentali ma, grazie al vastissimo raggio d'azione e al fatto di essere sempre attrattiva, è l'interazione più importante che si esercita tra corpi separati da grandi distanze, come per esempio il Sole e la Terra.

La forza debole è responsabile del **decadimento beta** e di altri processi nucleari, come quelli che alimentano il sole; è l'unica forza che può cambiare un tipo di particella in un'altra ad esempio un quark down in un quark up nel decadimento beta.

Alcuni **ostacoli** della forza debole sono:

-**stelle**

-**bariogenesi**

-**abbondanza di ossigeno**

- **FORZA ELETTROMAGNETICA**

L'interazione elettromagnetica è l'interazione tra oggetti che possiedono carica elettrica, una delle quattro interazioni fondamentali. È responsabile del **campo elettromagnetico**, che rappresenta l'interazione in ogni punto dello spazio e si propaga sotto forma di onda elettromagnetica alla velocità della luce. La forza elettromagnetica è mediata dal **fotone** che ha massa nulla, e la carica elettrica si conserva.

L'elettromagnetismo è la branca della fisica classica che studia questa interazione e costituisce una teoria fondamentale che ha permesso di spiegare fenomeni naturali come **l'elettricità**, il **magnetismo** e la **luce**; è il primo esempio di unificazione di due diverse forze, quella elettrica e quella magnetica. La forza elettromagnetica ammette come caso particolare i fenomeni elettrostatici (ad es. l'elettricità) e i fenomeni magnetostatici (ad es. il magnetismo) e ad essa si possono ricondurre molti altri fenomeni fisici macroscopici quali ad esempio **l'attrito**, lo spostamento di un corpo a mezzo di una forza di contatto, ecc. **L'elettrodinamica classica** è la teoria dei campi elettromagnetici generati dalle correnti elettriche, includendo i principi della relatività ristretta. **L'elettrodinamica quantistica** è la teoria quantistica del campo elettromagnetico, descritta nell'ambito del Modello standard.

2. LE PARTICELLE DEL MODELLO STANDARD

A) Fermioni

I **fermioni** sono particelle subatomiche che seguono la statistica di **Fermi-Dirac** e obbediscono al principio di esclusione di Pauli, secondo cui due fermioni identici non possono occupare lo stesso stato quantistico simultaneamente. I fermioni comprendono le particelle che costituiscono la materia, come **elettroni, protoni e neutroni**, e sono caratterizzati da spin semi-intero (ad esempio, $1/2$). I fermioni possono essere divisi in due categorie principali: **quark e leptoni**.

- Quark

I quark sono particelle elementari che costituiscono gli adroni (come i protoni e i neutroni). Esistono sei tipi di quark, chiamati flavour:

- **Up (u)**
- **Down (d)**
- **Charm (c)**
- **Strange (s)**
- **Top (t)**
- **Bottom (b)**

Ogni quark ha una carica elettrica frazionaria ($+2/3$ o $-1/3$) e una carica di colore che determina le interazioni forti, mediata dai gluoni. I quark non esistono mai isolati, ma sempre combinati in gruppi per formare particelle composte come protoni e neutroni.

- Leptoni

I leptoni sono particelle elementari che non interagiscono tramite la forza forte (a differenza dei quark). Esistono sei tipi di leptoni, divisi in due categorie:

Leptoni carichi: l'elettrone (e), il muone (μ), e il tau (τ).

Neutrini: il neutrino elettronico (ν_e), il neutrino muonico (ν_μ) e il neutrino tauonico (ν_τ).

I leptoni hanno spin $1/2$ e una massa molto piccola per i neutrini, ma maggiore per gli altri leptoni. I leptoni carichi (come l'elettrone) interagiscono con la forza elettromagnetica, mentre i neutrini interagiscono tramite la forza debole.

Differenze principali tra Quark e Leptoni

- **Quark:** costituiscono la materia "pesante" (protoni e neutroni), e interagiscono tramite la forza forte (oltre alla forza elettromagnetica e la forza debole).
- **Leptoni:** non partecipano alle interazioni forti, e includono particelle come l'elettrone e i neutrini. I leptoni carichi interagiscono con la forza elettromagnetica, mentre i neutrini solo con la forza debole.

B) Bosoni

Il termine "bosone" deve il proprio nome al fisico S. N. Bose e in fisica indica una particella il cui spin è intero o nullo. Lo spin è una grandezza associata al verso di rotazione delle particelle, che ne definisce il momento angolare intrinseco (possiamo paragonarlo alla rotazione di un oggetto attorno al proprio asse). Avere uno spin intero, come nel caso dei bosoni, significa che queste particelle si possono trovare nello stesso stato quantico simultaneamente.

Esistono vari tipi di Bosoni: possono essere particelle elementari con spin intero, come i **bosoni di gauge** e il **bosone di Higgs**, o particelle composte con spin intero, come i **mesoni**. Tutte questi bosoni sono fondamentali per la costruzione della materia.

- **Bosoni di gauge:** sono portatori di forze fondamentali, costituiti da particelle fondamentali come il **fotone (γ)**, mediatore della forza elettromagnetica. Esso è l'unità minima di energia elettromagnetica (quanto) che si trasferisce in seguito all'emissione o all'assorbimento di luce visibile o raggi X. Non trasportano né massa né carica e hanno $\text{spin}=1$. Il loro raggio d'azione è illimitato, infatti un fotone può continuare a viaggiare nello spazio-tempo senza alcun limite, finché non viene assorbito da un'altra particella. Per questo è possibile rilevare i fotoni emessi nelle prime fasi di vita dell'universo, che formano la radiazione cosmica di fondo. I fotoni costituiscono tutte le radiazioni dello spettro elettromagnetico. Ad alte frequenze, come nei raggi gamma, i fotoni trasportano grandi quantità di energia e sono pericolosi per l'uomo perché sono in grado di danneggiare la struttura del DNA. A basse frequenze invece i fotoni si propagano facilmente, di conseguenza le onde radio possono essere trasmesse a grandi distanze. I Bosoni di gauge sono costituiti anche da **gluoni (g)**, mediatori della forza forte. Hanno massa e carica uguale a 0 e spin uguale a 1. I gluoni legano insieme i quark all'interno dei protoni e dei neutroni e fanno da "messaggeri", permettendo ai quark di interagire tra loro. Inoltre sono soggetti al fenomeno del confinamento, quindi non possono esistere isolati ma solo in gruppi. Senza l'intervento dei gluoni sarebbe impossibile la formazione dei nuclei atomici. Sono anche costituiti dai:

Bosoni W e Z: sono mediatori della forza debole, responsabile del decadimento Beta radioattivo e delle reazioni nucleari nel Sole. **Il Bosone W** ha spin 1 e carica +1 o -1. La sua massa è $80.4 \text{ GeV}/c^2$ (1 miliardo di elettronvolt fratto la velocità della luce al quadrato), una grandezza che si usa per determinare l'energia della particella di massa m a velocità prossima a quella della luce. **Il Bosone Z** ha $\text{spin}=1$, carica nulla e massa $91.2 \text{ GeV}/c^2$. 1 GeV è circa la massa di un protone (1.67×10^{-27}).

- **Bosone Di Higgs:** è la particella che conferisce la massa alle altre Particelle attraverso il meccanismo Di Higgs. Ha una massa di $125 \text{ GeV}/c^2$, spin e carica sono nulli. Senza di esso le particelle sarebbero prive di massa e l'universo non avrebbe strutture Complesse. Per "massa" si intende la massa inerziale, che fa resistenza quando proviamo ad accelerare un oggetto, piuttosto che la massa gravitazionale. Nella storia dell'universo, le particelle hanno interagito con il campo di Higgs solo 10^{-12} secondi dopo il Big Bang. Prima della transizione di questa fase, tutte le particelle erano prive di massa e viaggiavano alla velocità della luce. Dopo che

l'universo si è espanso e raffreddato, le particelle hanno interagito con il campo di Higgs e questa interazione ha dato loro massa.

In particolare il **Bosone di Higgs** è una recente scoperta, avvenuta nel 2012 presso il CERN di Ginevra. Il grande acceleratore elettrone-positrone (LEP), in funzione al CERN dal 1989 al 2000, è stato il primo acceleratore a raggiungere la regione di massa in cui poteva trovarsi il bosone di Higgs. Sebbene LEP non abbia scoperto il bosone di Higgs, ha contribuito ad un grande avanzamento nella ricerca. Il CERN lanciò un programma di ricerca e questo portò alla nascita delle prime collaborazioni, cioè gli esperimenti ATLAS, CMS e altri esperimenti a LHC. Nel 2008 l'LHC e i suoi rilevatori erano pronti. Il 10 Settembre 2008 la macchina era in funzione, ma 10 giorni dopo, un problema nei magneti superconduttori danneggiò l'LHC. Fu necessario un anno per le riparazioni. L'LHC ha ricominciato a funzionare nel 2010 quando gli esperti di Higgs hanno creato il gruppo di lavoro "LHC Higgs Cross-Section", un forum in cui discutere i calcoli e gli aspetti della produzione e del decadimento del bosone di Higgs. Nell'estate del 2011, si è notato un piccolo eccesso nel decadimento di Higgs in due bosoni W per una massa intorno a 140 GeV. Dopo aver unito tutti i canali, è stato scoperto che il bosone di Higgs del Modello Standard poteva essere escluso per tutte le masse tranne un piccolo intervallo attorno a 125 GeV e sia ATLAS che CMS avevano un eccesso alla stessa massa. Entro l'estate del 2012, ATLAS aveva raccolto moltissimi dati e un seminario congiunto tra ATLAS e CMS fu annunciato per il 4 luglio 2012. I posti al seminario erano così ricercati che solo le persone che si accodarono per tutta la notte riuscirono ad entrare nella stanza. Era stato rilevato il Bosone di Higgs e nel 2013 è stato assegnato il premio Nobel per la fisica a Peter Higgs e François Englert.

Nel Modello Standard, il bosone di Higgs è unico: ha zero spin, nessuna carica elettrica e nessuna interazione forte. Rimane ancora da vedere se sia l'unico bosone di Higgs oppure uno dei tanti, come predetto ad esempio dalla supersimmetria. La scoperta del bosone di Higgs ad una massa di 125 GeV pone una nuova base su cui costruire la fisica delle particelle. Nel campo rimangono molte domande. Da quello che abbiamo osservato fino ad ora, il bosone di Higgs sembra avere un ruolo veramente speciale in natura.

- **Mesoni:** sono particelle composte da quark e antiquark in egual misura, con spin 1.
- **Gravitoni:** sono mediatori della Forza di Gravità con massa e carica nulle e spin=2, anche se la loro esistenza è stata solamente ipotizzata e non provata.

Esempi di Bosoni nella fisica della materia possono essere atomi di elio liquido e le coppie Di Cooper. **Una coppia di Cooper**, dal nome del fisico Leon Cooper, è uno stato legato fra due elettroni, che si realizza grazie all'intervento di una interazione attrattiva, che vince la forza repulsiva fra le particelle, così i due elettroni legati si comportano non più come fermioni, ma come un bosone. Le coppie di Cooper sono alla base della spiegazione della **superconduttività**, cioè l'attitudine di un conduttore ad essere attraversato da corrente elettrica, ma con resistenza nulla e senza dissipare energia. L'obbedienza alle Leggi Di Bose-Einstein porta al verificarsi di fenomeni come la condensazione di Bose-Einstein, cioè lo stato della materia in cui i bosoni sono raffreddati a temperature critiche, poco superiori allo zero assoluto, comportandosi a livello microscopico da onde e non da particelle, fino a formare un'unica onda quantica, perché aumenta la loro dimensione al diminuire della temperatura. Questo si manifesta nella materia con il fenomeno della **superfluidità**

dell'isotopo 4 di Elio (assenza di viscosità ed entropia), infatti potrebbe scorrere all'infinito in un tubo capillare senza attrito.

- LIMITI E PROBLEMI DEL MODELLO STANDARD

Il Modello Standard presenta alcune limitazioni significative che indicano la necessità di una teoria più completa.

1. Mancata inclusione della gravità

Il Modello Standard non incorpora l'interazione gravitazionale, descritta dalla teoria della relatività generale di Einstein. La gravità, a differenza delle altre forze fondamentali, è estremamente debole su scala subatomica e la sua descrizione richiede una teoria quantistica della gravità, che al momento non è stata formulata in modo completo. Tentativi includono la teoria delle stringhe e la gravità quantistica a loop, ma nessuna di queste teorie è stata ancora verificata sperimentalmente.

2. Mancata spiegazione della materia oscura

Le osservazioni astronomiche indicano che circa il 25% dell'universo è costituito da materia oscura, una forma di materia che non emette né assorbe luce e interagisce con la materia principalmente attraverso la gravità. Il Modello Standard non prevede particelle che possano costituire la materia oscura, suggerendo l'esistenza di nuove particelle oltre quelle già note. Questo rappresenta una delle principali sfide per la fisica moderna.

3. Mancata spiegazione dell'energia oscura

Circa il 70% dell'universo è costituito da energia oscura, una forma di energia misteriosa che causa l'espansione accelerata dell'universo. Il Modello Standard non include un meccanismo per descrivere l'energia oscura. Alcune teorie propongono l'introduzione di una costante cosmologica o di campi scalari dinamici, ma la comprensione dell'energia oscura rimane una delle questioni irrisolte della cosmologia moderna.

4. Asimmetria materia-antimateria

L'universo osservabile è dominato dalla materia, con una presenza trascurabile di antimateria. Il Modello Standard non fornisce una spiegazione completa per questa asimmetria, nota come asimmetria barionica. Questo suggerisce che potrebbero esistere processi fisici non ancora compresi che hanno favorito la materia rispetto all'antimateria nelle prime fasi dell'universo.

5. Oscillazioni dei neutrini e loro massa

Il Modello Standard prevede che i neutrini siano privi di massa. Tuttavia, esperimenti hanno dimostrato che i neutrini possono oscillare tra diversi sapori, implicando che possiedono una massa diversa da zero. Questo fenomeno non è spiegato dal Modello Standard e richiede un'estensione della teoria per includere le masse dei neutrini.

6. Numero elevato di parametri liberi

Il Modello Standard contiene 19 parametri liberi, come le masse delle particelle e le costanti di accoppiamento, che devono essere determinati sperimentalmente. Le masse delle particelle non possono essere calcolate indipendentemente l'una dall'altra, suggerendo che siano legate da una relazione non prevista dal modello.

7. Mancata spiegazione dell'espansione accelerata dell'universo

Il Modello Standard non tiene conto dell'espansione accelerata dell'universo e, di conseguenza, dell'energia oscura. La ricerca in fisica delle particelle e cosmologia è attivamente impegnata nello sviluppo di nuove teorie che possano superare queste lacune e fornire una comprensione più profonda dell'universo.

Sappiamo che il Modello Standard prevede che, al momento del Big Bang, materia e antimateria siano state create in quantità uguali. Tuttavia, l'universo osservabile è fatto quasi esclusivamente di materia, e non sappiamo perché.

La **materia e l'antimateria** sono due forme opposte di materia che seguono le stesse leggi fisiche ma con cariche elettriche e proprietà quantistiche invertite.

- MATERIA

La materia ordinaria è composta da particelle elementari come protoni, neutroni ed elettroni. Queste particelle hanno cariche specifiche: il protone è positivo, l'elettrone è negativo e il neutrone è neutro.

- ANTIMATERIA

L'antimateria è composta da particelle chiamate antiparticelle. Ogni particella ha una controparte di antimateria con massa identica ma carica opposta.

Esempi:

Positrone (e^+) → antiparticella dell'elettrone, con carica positiva.

Antiprotone (\bar{p}) → antiparticella del protone, con carica negativa.

- ANNICHILAZIONE

Quando una particella e la sua antiparticella si incontrano, si annichilano, rilasciando una grande quantità di energia sotto forma di fotoni (raggi gamma) o altre particelle leggere. Questo processo è estremamente efficiente e spiega perché l'antimateria è oggetto di studio per future fonti di energia e propulsione spaziale.

Dove si trova l'antimateria?

L'antimateria è rara nell'universo perché, durante il Big Bang, la materia è risultata leggermente più abbondante dell'antimateria (un fenomeno noto come asimmetria barionica). Piccole quantità di antimateria si generano in fenomeni naturali come i raggi cosmici o nelle reazioni nucleari.

Applicazioni:

L'antimateria è già utilizzata nella PET (Tomografia a Emissione di Positroni) in campo medico. In teoria, potrebbe essere una fonte di energia potentissima, ma produrla e conservarla è estremamente complesso e costoso.

- OLTRE IL MODELLO STANDARD

1. La teoria SUSY

Il termine SUSY è l'acronimo di "**supersimmetria**", una teoria fondamentale in fisica che estende il Modello Standard proponendo una simmetria profonda tra bosoni e fermioni. In altre parole, ogni particella conosciuta dovrebbe avere un "superpartner" il cui spin differisce di $\frac{1}{2}$ unità. Ad esempio, se esiste l'elettrone (fermione), ci si aspetta un "seletrone" (bosone) e viceversa.

Questa idea è nata negli anni '70 grazie a contributi di fisici come Wess, Zumino, Volkov e Akulov, e ha attirato molta attenzione perché offre soluzioni eleganti a problemi irrisolti, quali:

- **Il problema della gerarchia:** Le correzioni quantistiche alla massa del bosone di Higgs possono essere notevolmente ridotte grazie alle cancellazioni tra contributi di particelle e superpartner.
- **Unificazione delle forze:** In presenza di supersimmetria, le costanti di accoppiamento delle interazioni forti, deboli ed elettromagnetiche convergono a energie molto elevate, suggerendo una possibile unificazione.
- **Materia oscura:** Il lightest supersymmetric particle (LSP) è uno dei candidati principali per costituire la materia oscura nell'universo.

Il formalismo matematico della supersimmetria si basa sulle cosiddette "superalgebre", che estendono l'algebra di Poincaré includendo generatori fermionici (le supercariche) che collegano in modo rigoroso le trasformazioni tra particelle con spin intero e spin semi-intero

Nonostante le previsioni affascinanti – come quelle contenute nel Modello Standard Supersimmetrico Minimo (MSSM) – nessun superpartner è stato ancora osservato sperimentalmente nei grandi acceleratori come il Large Hadron Collider. Numerosi esperimenti e analisi (ad esempio, studi sulle decadenze del bosone di Higgs o l'uso di variabili cinematiche innovative come le "razor variables") continuano a cercare segnali che possano confermare o escludere le previsioni supersimmetriche

In sintesi, la teoria SUSY rappresenta una delle strade più promettenti per andare oltre il Modello Standard, potenzialmente risolvendo questioni aperte nella fisica delle particelle e fornendo nuovi spunti per la comprensione della struttura fondamentale dell'universo.

2. Teoria delle stringhe

La teoria delle stringhe è una delle più affascinanti ed enigmatiche teorie della fisica moderna, nata come tentativo di unificare due pilastri fondamentali della scienza: la relatività generale, che descrive la gravità e il comportamento dello spazio-tempo su larga scala, e la meccanica quantistica, che governa il mondo subatomico. Finora, queste due teorie hanno funzionato perfettamente nei loro rispettivi domini, ma quando si cerca di combinarle, emergono contraddizioni insormontabili. La teoria delle stringhe cerca di risolvere questo problema proponendo una visione completamente nuova della realtà.

A differenza della fisica tradizionale, che considera le particelle elementari (come elettroni e quark) come punti senza dimensioni, la teoria delle stringhe suggerisce che queste particelle siano in realtà minuscole corde unidimensionali che vibrano a diverse frequenze. A seconda della modalità di vibrazione, una stringa può apparire come un elettrone, un fotone, un quark o persino il gravitone, la particella ipotetica responsabile della forza di gravità. Questa idea fornisce un quadro teorico elegante in cui tutte le particelle e le forze fondamentali possono essere descritte in modo unificato.

Stringhe aperte e chiuse

Le stringhe possono essere di due tipi:

- Aperte, con due estremità libere.
- Chiuse, a forma di anello.

Le stringhe chiuse sono particolarmente interessanti perché una delle loro vibrazioni corrisponde al gravitone, la particella che media la gravità. Questo significa che la gravità emerge naturalmente nella teoria delle stringhe, unificando così le forze fondamentali della natura.

Uno degli aspetti più sorprendenti della teoria delle stringhe è la necessità di dimensioni extra. Mentre la nostra esperienza quotidiana ci suggerisce che l'universo abbia tre dimensioni spaziali e una temporale, i calcoli matematici della teoria delle stringhe richiedono l'esistenza di 10 dimensioni totali (9 spaziali e 1 temporale) o, nella sua estensione più avanzata, 11 dimensioni. Queste dimensioni extra sarebbero compattificate, ovvero arrotolate su se stesse in spazi microscopici noti come spazi di Calabi-Yau, strutture geometriche complesse che potrebbero spiegare alcune proprietà delle particelle fondamentali. Sebbene non percepiamo direttamente queste dimensioni, esse influenzerebbero le leggi fondamentali della fisica e potrebbero essere rilevate indirettamente.

Le diverse versioni della teoria delle stringhe
Col tempo, sono emerse cinque versioni principali della teoria delle stringhe:

1. Tipo I
2. Tipo IIA

3. **Tipo IIB**
4. **SO(32) eterotica**
5. **E8 × E8 eterotica**

Queste varianti differiscono per il tipo di stringhe e simmetrie coinvolte, ma condividono la stessa idea di base. Nel 1995, il fisico Edward Witten propose che queste teorie fossero in realtà manifestazioni di una teoria più profonda e fondamentale: la Teoria M. Questa teoria introduce il concetto di brane, oggetti multidimensionali (che possono estendersi fino a 10 o 11 dimensioni), e suggerisce che le stringhe potrebbero essere solo una parte di un quadro più ampio.

Dualità e unificazione delle forze

Un aspetto affascinante della teoria delle stringhe è la presenza di dualità, ovvero relazioni matematiche che collegano teorie apparentemente diverse tra loro. Tra le più importanti ci sono:

- **Dualità S:** collega una teoria con interazioni forti a una con interazioni deboli.
- **Dualità T:** collega teorie con spazi piccoli a teorie con spazi grandi. Queste dualità hanno portato alla scoperta che le cinque teorie delle stringhe non sono realmente diverse, ma facce della stessa teoria unificata, supportando ulteriormente l'idea della Teoria M.

Implicazioni cosmologiche e la teoria delle stringhe nell'universo

La teoria delle stringhe non si limita a descrivere particelle e forze, ma ha implicazioni profonde per la cosmologia, ovvero lo studio dell'universo nel suo insieme. Alcuni modelli basati sulla teoria delle stringhe suggeriscono che il Big Bang potrebbe non essere stato l'inizio assoluto dell'universo, ma il risultato della collisione tra due brane in un universo di dimensioni superiori. Questa idea potrebbe fornire una nuova prospettiva sulla creazione dell'universo e spiegare fenomeni inspiegabili con la fisica attuale. Un'altra possibilità intrigante è che la teoria delle stringhe possa offrire una spiegazione per la materia oscura e l'energia oscura, due componenti fondamentali dell'universo di cui sappiamo pochissimo. Alcune versioni della teoria prevedono particelle aggiuntive che potrebbero costituire la materia oscura, mentre altre propongono che l'energia oscura potrebbe emergere da effetti delle dimensioni extra.

Nonostante la sua eleganza matematica, la teoria delle stringhe rimane ancora non verificata sperimentalmente. Questo è dovuto a diversi fattori:

- **Scale di energia troppo elevate:** La teoria delle stringhe prevede fenomeni che avvengono a scale di Planck (~10⁻³⁵ metri), un ordine di grandezza molto più piccolo di quanto possiamo esplorare con le attuali tecnologie, come il Large Hadron Collider (LHC).
- **Troppe soluzioni possibili:** La teoria offre un numero incredibilmente grande di soluzioni (il cosiddetto paesaggio delle stringhe), il che rende difficile individuare quella corretta per il nostro universo.
- **Mancanza di predizioni testabili:** A differenza di altre teorie fisiche, la teoria delle stringhe non ha ancora prodotto previsioni che possano essere verificate in

esperimenti

concreti.

Per questi motivi, alcuni fisici ritengono che la teoria delle stringhe non sia ancora una teoria scientifica completa, ma piuttosto un elegante modello matematico in attesa di una conferma sperimentale. Alcuni scienziati hanno proposto alternative, come la gravità quantistica a loop, che cerca di quantizzare lo spazio-tempo senza introdurre dimensioni extra o stringhe. La teoria delle stringhe rappresenta uno dei tentativi più ambiziosi di unificare la fisica moderna in un'unica struttura teorica. Sebbene non sia ancora stata confermata sperimentalmente, ha portato a sviluppi significativi nella matematica e nella fisica teorica, influenzando persino settori come l'informatica quantistica e la teoria dei buchi neri. Se un giorno venisse confermata, cambierebbe radicalmente la nostra comprensione dell'universo, mostrando che la realtà è molto più complessa e affascinante di quanto possiamo immaginare. Fino ad allora, rimane un campo di ricerca aperto, pieno di misteri.

3. La teoria della Grande Unificazione

La teoria della Grande Unificazione (GUT, dall'inglese *Grand Unified Theory*) rappresenta un ambizioso tentativo nella fisica teorica di unificare le tre forze fondamentali del Modello Standard—l'interazione elettromagnetica, l'interazione debole e l'interazione forte—sotto un'unica teoria di gauge. Questo approccio mira a comprendere come, alle energie estremamente elevate presenti subito dopo il Big Bang, queste forze possano essere manifestazioni diverse di una singola interazione fondamentale.

Fondamenti Teorici: Nel Modello Standard, le tre interazioni sono descritte da gruppi di simmetria di gauge distinti: $U(1)$ per l'elettromagnetismo, $SU(2)$ per l'interazione debole e $SU(3)$ per l'interazione forte. Le GUT propongono che queste interazioni derivino da un'unica teoria di gauge con un gruppo di simmetria più grande, come $SU(5)$ o $SO(10)$, che si rompe spontaneamente a energie molto elevate (dell'ordine di 10^{15} GeV), riducendosi ai gruppi di simmetria del Modello Standard.

Modelli di Grande Unificazione: Diversi modelli sono stati sviluppati per realizzare l'unificazione delle forze:

- **Modello di Georgi-Glashow ($SU(5)$):** Proposto nel 1974 da Howard Georgi e Sheldon Glashow, questo modello unifica le forze elettromagnetica, debole e forte sotto il gruppo $SU(5)$. Prevede l'esistenza di bosoni X e Y , responsabili del decadimento del protone, un fenomeno non ancora osservato sperimentalmente.
- **$SO(10)$:** Questo modello estende ulteriormente l'unificazione, includendo tutte le particelle del Modello Standard e prevedendo l'esistenza di un neutrino destrorso, utile per spiegare le masse dei neutrini attraverso il meccanismo di seesaw.

Predizioni e Sfide Sperimentali: Le GUT prevedono fenomeni come il decadimento del protone e l'esistenza di monopoli magnetici. Tuttavia, il decadimento del protone non è stato osservato nei limiti di tempo previsti, portando a restrizioni sui parametri dei modelli GUT. La scoperta delle oscillazioni dei neutrini ha fornito indizi sulla loro massa, suggerendo la necessità di estendere il Modello Standard, come proposto dalle GUT.

Stato Attuale e Prospettive Future: Nonostante l'eleganza teorica, le GUT non sono ancora state confermate sperimentalmente. La ricerca continua, con l'obiettivo di trovare evidenze indirette o dirette che supportino l'idea dell'unificazione delle forze fondamentali. L'osservazione di fenomeni come il decadimento del protone o la rilevazione di monopoli magnetici potrebbe fornire le prove necessarie per avvalorare o confutare le previsioni delle GUT.

In sintesi, le Teorie della Grande Unificazione rappresentano un tentativo affascinante di comprendere la natura fondamentale delle forze che governano l'universo, cercando di unificarle in una singola teoria coerente. Tuttavia, la mancanza di conferme sperimentali richiede ulteriori ricerche e osservazioni per determinare la validità di queste teorie.

CONNESSIONE TRA BIG BANG E MODELLO STANDARD

La relazione tra il Big Bang e il Modello Standard: un'analisi dell'evoluzione primordiale dell'universo

L'interazione tra il Big Bang e il Modello Standard della fisica delle particelle rappresenta un elemento chiave per comprendere l'evoluzione dell'universo nei suoi primi istanti di esistenza. In particolare, l'epoca di Planck e il periodo dell'inflazione cosmica costituiscono fasi cruciali nel determinare la struttura e la dinamica dell'universo primordiale. Questo studio si propone di analizzare le caratteristiche principali di queste epoche, evidenziando le implicazioni teoriche e le osservazioni sperimentali correlate.

L'epoca di Planck

L'era di Planck rappresenta un intervallo di tempo estremamente breve, della durata di circa secondi successivo all'istante iniziale del Big Bang. Prende il nome dal fisico Max Planck e corrisponde a una fase in cui le quattro interazioni fondamentali—elettromagnetica, debole, forte e gravitazionale—erano probabilmente unificate. Questa ipotesi suggerisce che tali forze avessero valori comparabili e che l'universo si trovasse in uno stato di estrema densità e temperatura, evolvendo verso una rottura della simmetria e la conseguente separazione delle interazioni fondamentali.

A causa dell'intensità delle forze in gioco e delle dimensioni inferiori alla lunghezza di Planck (m), le previsioni della relatività generale risultano inapplicabili in questo regime. Pertanto, è necessaria un'integrazione tra la relatività generale e la meccanica quantistica per descrivere adeguatamente i fenomeni di questa epoca. Tale integrazione è attesa da una futura teoria della gravità quantistica, attualmente oggetto di ricerca teorica.

L'inflazione cosmica

L'inflazione cosmica è un modello teorico sviluppato per spiegare alcune caratteristiche osservate dell'universo primordiale. Secondo questa teoria, nei primi istanti successivi al Big Bang (circa secondi dopo l'evento iniziale), l'universo avrebbe subito un'espansione esponenziale estremamente rapida, aumentando le sue dimensioni di diversi ordini di grandezza in un tempo brevissimo (circa secondi o meno).

Questa fase di espansione risolve diversi problemi della cosmologia standard, tra cui:

1. Problema dell'orizzonte: l'omogeneità e isotropia dell'universo su larga scala suggeriscono un meccanismo che permetta la comunicazione tra regioni oggi distanti, cosa che il modello standard senza inflazione non può spiegare.
2. Problema della piattezza: l'universo appare molto vicino alla condizione di curvatura nulla, il che richiede un meccanismo che ne giustifichi la geometria.
3. Problema dei monopoli magnetici: alcune teorie prevedono la produzione di monopoli magnetici nel Big Bang, ma la loro assenza osservativa può essere spiegata attraverso la diluizione generata dall'inflazione.

L'inflazione è attribuita a un campo scalare, denominato inflatone, che ha generato un'energia di vuoto con pressione negativa. Questa pressione ha determinato l'espansione esponenziale, terminata con un processo noto come riscaldamento, durante il quale l'energia dell'inflatone si è convertita in particelle e radiazione, dando origine alla fase calda del Big Bang.

Evidenze osservative dell'inflazione

L'inflazione cosmica lascia delle tracce misurabili che permettono di verificare le sue previsioni. Tra le più significative vi sono:

- Fluttuazioni della radiazione cosmica di fondo: le anisotropie osservate nella radiazione cosmica di fondo a microonde (CMB) sono compatibili con le previsioni dell'inflazione.
- Distribuzione delle galassie: la struttura su larga scala dell'universo, inclusi filamenti e vuoti cosmici, rispecchia le perturbazioni generate durante l'inflazione.
- Ondulazioni gravitazionali primordiali: l'inflazione prevede la generazione di onde gravitazionali primordiali, rilevabili tramite la polarizzazione della CMB.

Modelli teorici dell'inflazione

Sono stati proposti diversi modelli per descrivere l'inflazione, tra cui:

- Inflazione caotica (Andrei Linde)
- Inflazione nuova e vecchia, basate su meccanismi derivati dalla fisica delle particelle
- Inflazione eterna, che implica la persistenza dell'inflazione in alcune regioni dell'universo, suggerendo un possibile scenario di multiverso

Conclusioni

L'inflazione cosmica rappresenta un meccanismo fondamentale per spiegare la struttura e le proprietà osservate dell'universo primordiale. Sebbene numerosi modelli teorici siano stati sviluppati, l'inflazione rimane un'area di ricerca attiva, con numerosi esperimenti e osservazioni in corso per verificare ulteriormente le sue previsioni. Il confronto tra teoria e dati sperimentali continuerà a migliorare la nostra comprensione della nascita e dell'evoluzione dell'universo.

- CONCLUSIONE

La correlazione tra il **Big Bang** e il **Modello Standard** infine sta nel fatto che il Modello Standard descrive le particelle e le forze fondamentali che governano l'Universo, mentre il Big Bang fornisce il contesto cosmologico in cui queste particelle si sono formate ed evolute.

Alcuni punti di connessione tra i due:

1. Dopo il Big Bang, l'Universo era un concentrato di energia. Quando si è raffreddato, le particelle del Modello Standard (quark, elettroni, neutrini, ecc.) hanno iniziato a formarsi. I quark si sono combinati per formare protoni e neutroni, che poi hanno dato origine agli atomi leggeri come l'idrogeno e l'elio.
2. Le forze descritte dal Modello Standard (interazioni forte, debole ed elettromagnetica) hanno determinato l'evoluzione della materia nell'Universo primordiale. Ad esempio, la forza nucleare forte ha tenuto insieme protoni e neutroni nei nuclei atomici, mentre la forza elettromagnetica ha permesso agli elettroni di legarsi ai nuclei, formando gli atomi.
3. Il Modello Standard è fondamentale per capire i processi che hanno portato alla nucleosintesi primordiale (la formazione degli elementi leggeri) e alla radiazione cosmica di fondo. Anche il bosone di Higgs, dando massa alle particelle, ha permesso la formazione della materia.

Il Big Bang ha creato le condizioni iniziali dell'Universo, e il Modello Standard spiega come le particelle e le forze fondamentali abbiano evoluto quell'Universo nel tempo. Tuttavia, ci sono ancora misteri aperti.

Gli esperimenti futuri, come quelli con acceleratori di particelle più potenti o osservazioni cosmologiche avanzate (ad esempio con il telescopio James Webb), potrebbero fornire indizi cruciali per colmare queste lacune.

L'obiettivo finale della fisica moderna è formulare una teoria unificata che spieghi l'origine dell'universo, la natura della materia oscura, l'energia oscura e la gravità quantistica, integrando il Modello Standard con una descrizione più completa della realtà.