

A sepia-toned portrait of Albert Einstein, looking slightly to the right with a thoughtful expression. The image is partially obscured by decorative elements: three curved, overlapping bands in dark blue, teal, and light blue in the top left corner, and a light blue geometric pattern of interconnected triangles in the bottom right corner.

# FISICA

**Catalogo d'esame**  
per la maturità statale  
per l'anno scolastico 2023/2024



Nacionalni centar  
za vanjsko vrednovanje  
obrazovanja



CATALOGO D'ESAME PER **LA MATURITÀ STATALE** PER L'ANNO SCOLASTICO 2023/2024  
**FISICA**



Nacionalni centar  
za vanjsko vrednovanje  
obrazovanja



---

# INDICE

<b>INTRODUZIONE</b>	<b>5</b>
<b>1 CAMPI E SOTTOCAMPI DELLA VERIFICA</b>	<b>6</b>
<b>2 ESITI FORMATIVI</b>	<b>7</b>
<b>3 STRUTTURA DELL'ESAME</b>	<b>9</b>
<b>4 ARTICOLAZIONE DELL'ESAME</b>	<b>10</b>
4.1 DURATA DELL'ESAME	10
4.2 ASPETTO DELL'ESAME E IL METODO DI RISOLUZIONE	10
4.3 OCCORRENTE	10
<b>5 PUNTEGGIO</b>	<b>11</b>
5.1 VALUTAZIONE DEL PRIMO LIBRETTO D'ESAME	11
5.2 VALUTAZIONE DEL SECONDO LIBRETTO D'ESAME	11
<b>6 ESEMPI DI QUESITI</b>	<b>13</b>
6.1 ESEMPIO DI QUESITO A SCELTA MULTIPLA	13
6.2 ESEMPI DI QUESITI A RISPOSTA LUNGA	14
<b>7 PREPARAZIONE PER L'ESAME</b>	<b>19</b>
7.1 ELABORAZIONE DEGLI ESITI FORMATIVI	21
7.2 ELENCO DEGLI ESPERIMENTI PROPOSTI	30



## INTRODUZIONE

La Fisica è una materia opzionale alla maturità statale.

Il catalogo d'esame per la maturità statale di Fisica è il documento base nel quale sono elencati e spiegati i contenuti, i criteri, i metodi d'esame e di valutazione per l'anno scolastico 2023/2024. È conforme al curriculum approvato per l'insegnamento della materia Fisica nelle scuole elementari e nei licei (studio quadriennale della Fisica, modello 4x3)<sup>1</sup>.

Si articola in sette capitoli:

- 1 Cambi e sottocambi della verifica
- 2 Esiti formativi
- 3 Struttura dell'esame
- 4 Articolazione dell'esame
- 5 Punteggio
- 6 Esempi di quesiti
- 7 Preparazione all'esame.

Nel primo e secondo capitolo è elencato tutto ciò che si richiede nell'esame. Nel primo capitolo troviamo i singoli campi dell'esame e nel secondo le conoscenze basilari e le abilità che il candidato<sup>2</sup> deve possedere.

Nel terzo, quarto e quinto capitolo sono descritti i tipi, la struttura e la forma dei quesiti come pure il metodo di risoluzione e la valutazione dei quesiti e dei sottocampi della verifica.

Nel sesto capitolo sono elencati esempi di quesiti con una dettagliata spiegazione, mentre nel settimo capitolo troviamo la spiegazione di come prepararsi per l'esame.

<sup>1</sup> GU n. 10/19 (29/01/2019) Delibera di approvazione del curriculum per l'insegnamento della materia Fisica nelle scuole elementari e nei licei della Repubblica di Croazia.

<sup>2</sup> Il termine "candidato" è generalizzato e riguarda sia le candidate che i candidati.

# 1 CAMPI E SOTTOCAMPI DELLA VERIFICA

L'esame di Fisica alla maturità statale valuta la preparazione dei candidati, cioè in quale misura sanno applicare:

- il sapere matematico e sperimentale nonché le abilità in fisica
- i concetti fondamentali e le leggi della meccanica
- i concetti fondamentali e le leggi della termodinamica
- i concetti fondamentali e le leggi dell'elettricità e magnetismo
- i concetti fondamentali e le leggi delle oscillazioni, onde e ottica
- i concetti fondamentali e le leggi della fisica moderna.

Con l'esame di Fisica alla maturità statale si valuta il livello del sapere raggiunto e le competenze acquisite dal candidato nei seguenti ambiti:

- 1 *Struttura della materia*
- 2 *Interazione*
- 3 *Moto*
- 4 *Energia.*

I suddetti ambiti possono comprendere diversi sottocampi.

Nella tabella 1 sono indicati i sottocampi e gli ambiti che appartengono ad essi.

**Tabella 1** Campi e sottocampi appartenenti ad essi.

CAMPO	SOTTOCAMPO
Struttura della materia (indice A)	Termodinamica
	Fisica moderna
Interazione (indice B)	Meccanica
	Elettromagnetismo
	Oscillazioni, onde e ottica
	Fisica moderna
Moto (indice C)	Meccanica
	Elettromagnetismo
	Oscillazioni, onde e ottica
	Fisica moderna
Energia (indice D)	Meccanica
	Termodinamica
	Elettromagnetismo
	Oscillazioni, onde e ottica
	Fisica moderna

L'applicazione del sapere e delle abilità matematici e sperimentali è sottointesa in tutti i suddetti campi e sottocampi.





## 2 ESITI FORMATIVI

In questo capitolo per ogni ambito dell'esame sono elencati gli esiti formativi<sup>3</sup> cioè le descrizioni concrete di ciò che il candidato deve sapere e capire per ottenere il risultato desiderato all'esame statale di Fisica.

Il candidato deve sapere, cioè poter:

- analizzare il moto rettilineo (FIZ SŠ C.1.1.)
- applicare la I legge di Newton (FIZ SŠ B.1.2.)
- applicare la II legge di Newton (FIZ SŠ B.1.3.)
- applicare la III legge di Newton e la legge di conservazione della quantità di moto (FIZ SŠ B.1.4.)
- applicare la legge della conservazione dell'energia (FIZ SŠ D.1.5.)
- analizzare il moto circolare (FIZ SŠ C.1.6.)
- applicare la legge della gravitazione universale ed analizzare il moto della Terra e dei corpi celesti (FIZ SŠ C.1.7.)
- applicare le leggi dell'idrostatica (FIZ SŠ B.2.1.)
- applicare le leggi dell'idrodinamica (FIZ SŠ C.2.2.)
- applicare il modello della struttura corpuscolare della materia (FIZ SŠ C.2.3.)
- analizzare e applicare le leggi dei gas ideali e il modello cinetico–molecolare del gas (FIZ SŠ D.2.4.)
- analizzare i processi e i sistemi termodinamici (FIZ SŠ D.2.5.)
- spiegare i fenomeni elettrici, applicare i concetti e le leggi dell'elettrostatica (FIZ SŠ B.2.6.)
- descrivere il campo elettrico (FIZ SŠ B.2.7.)
- applicare le leggi dell'elettrodinamica nel circuito elettrico (FIZ SŠ C.2.8.)
- descrivere le proprietà del magnete ed analizzare la relazione tra la corrente elettrica e il magnetismo (FIZ SŠ B.3.1.)
- analizzare l'interazione magnetica e spiegare le applicazioni (FIZ SŠ B.3.2.)
- analizzare l'induzione magnetica e le applicazioni (FIZ SŠ B.3.3.)
- analizzare le oscillazioni armoniche (FIZ SŠ C.3.4., FIZ SŠ D.3.4.)
- spiegare l'origine dell'onda ed analizzare le sue proprietà (FIZ SŠ C.3.5., FIZ SŠ D.3.5.)
- analizzare le proprietà ondulatorie del suono (FIZ SŠ C.3.6., FIZ SŠ D.3.6.)

**3** Nel capitolo *Preparazione all'esame* sono dettagliatamente elaborati gli esiti formativi in modo che i candidati siano in grado di valutare il proprio sapere e le proprie abilità.

- 
- 
- applicare le leggi dell'ottica geometrica (FIZ SŠ C.3.7., FIZ SŠ D.3.7.)
  - analizzare la natura ondulatoria della luce (FIZ SŠ C.4.1., FIZ SŠ D.4.1.)
  - spiegare l'origine, le proprietà e le applicazioni delle onde elettromagnetiche (FIZ SŠ C.4.2., FIZ SŠ D.4.2.)
  - analizzare il modello ondulatorio-corpuscolare della luce e della materia (FIZ SŠ A.4.3., FIZ SŠ D.4.3.)
  - analizzare il modello dell'atomo e gli spettri energetici (FIZ SŠ A.4.4., FIZ SŠ D.4.4.)
  - spiegare il modello del nucleo atomico e le reazioni nucleari (FIZ SŠ A.4.5., FIZ SŠ D.4.5.)
  - analizzare il decadimento radioattivo e descrivere gli effetti della radiazione ionizzante sugli organismi viventi (FIZ SŠ B.4.6., FIZ SŠ D.4.6.)
  - spiegare ed applicare le idee fondamentali della teoria della relatività speciale (TRS) (FIZ SŠ C.4.7., FIZ SŠ D.4.7.)
  - descrivere il modello della nascita e della struttura dell'universo (FIZ SŠ B. 4.8., FIZ SŠ D. 4.8.)
- 

### 3 STRUTTURA DELL'ESAME

L'esame di Fisica alla maturità statale comprende in totale 35 quesiti. Nella tabella 2 sono indicate le ripartizioni per ogni sottocampi della verifica.

**Tabella 2** Ripartizione per parti dell'esame

SOTTOCAMPO	PERCENTUALE DEI PUNTI	QUESITI DI TIPO CHIUSO	QUESITI DI TIPO APERTO
MECCANICA	25 %	5	3
TERMODINAMICA	15 %	4	2
ELETTROMAGNETISMO	25 %	5	3
OSCILLAZIONI, ONDE E OTTICA	20 %	5	2
FISICA MODERNA	15 %	5	1
<b>TOTALE</b>	<b>100 %</b>	<b>24</b>	<b>11</b>

Il primo libretto d'esame contiene i quesiti di tipo chiuso (a scelta multipla).

Nella tabella 3 è rappresentata la struttura del primo libretto d'esame.

**Tabella 3** Struttura del primo libretto d'esame

TIPO DI QUESITI	NUMERO DI QUESITI	PERCENTUALE DEL PUNTEGGIO
Quesiti di tipo chiuso (a scelta multipla)	24	40 %

Il secondo libretto d'esame contiene i quesiti di tipo aperto (a risposta lunga).

Nella tabella 4 è rappresentata la struttura del secondo libretto d'esame.

**Tabella 4** Struttura del secondo libretto d'esame

TIPO DI QUESITI	NUMERO DI QUESITI	PERCENTUALE DEL PUNTEGGIO
Quesiti di tipo aperto	11	60 %

## 4 ARTICOLAZIONE DELL'ESAME

L'articolazione dell'esame comprende la durata dell'esame, l'aspetto e il metodo di risoluzione nonché l'occorrente per svolgere l'esame.

### 4.1 DURATA DELL'ESAME

L'esame dura **180 minuti** senza pausa.

Il calendario dello svolgimento dell'esame sarà pubblicato sulla pagina web del Centro Nazionale per la valutazione esterna della formazione ([www.ncvvo.hr](http://www.ncvvo.hr)).

### 4.2 ASPETTO DELL'ESAME E IL METODO DI RISOLUZIONE

I candidati ricevono una busta sigillata nella quale si trovano due libretti d'esame, il libretto delle formule, il foglio per le risposte e alcuni fogli per la brutta copia (separati dai libretti d'esame). Il contenuto della brutta copia **non** verrà valutato.

**È importante leggere attentamente il testo delle indicazioni generali ed il testo delle indicazioni riguardanti la risoluzione dei quesiti e il contrassegno delle risposte esatte.**

Gli esempi delle indicazioni per la risoluzione dei vari tipi di quesiti si trovano nel capitolo *Esempi di quesiti*.

Nei quesiti di tipo chiuso (a scelta multipla) il candidato deve segnare la risposta esatta con la X sul foglio delle risposte. Se il candidato segna più di una risposta, il quesito sarà valutato con 0 (zero) punti, indipendentemente se tra le risposte segnate c'è anche quella esatta.

Nei quesiti di tipo aperto (a risposta lunga) i candidati scrivono la risposta o il procedimento (se richiesto dal quesito) nel posto previsto nel libretto d'esame.

Nel caso in cui il candidato commetta un errore, deve barrare la risposta errata, metterla fra parentesi, scrivere la risposta esatta e mettere un parafoo (solamente firma breve, non nome e cognome per esteso) accanto alla risposta esatta.

### 4.3 OCCORRENTE

Durante l'esame si può usare la penna a sfera blu o nera. Per l'occorrente di geometria è consentito usare un righello (o triangolo) ma non il goniometro e il compasso. I candidati possono usare la calcolatrice tascabile (scientifica<sup>4</sup>).

Il libretto delle formule, necessario per la risoluzione degli esercizi, è parte integrante del materiale d'esame<sup>5</sup>. Ai candidati è vietato l'uso di altri formulari o contenuti in forma digitale che riguardano la fisica.

<sup>4</sup> vedi capitolo 7. Preparazione all'esame

<sup>5</sup> vedi capitolo 4.2. Schema dell'esame e modalità di risoluzione

## 5 PUNTEGGIO

Il candidato all'esame può realizzare al massimo **60** punti.

### 5.1 VALUTAZIONE DEL PRIMO LIBRETTO D'ESAME

Il primo libretto d'esame contiene **24** quesiti di tipo chiuso (a scelta multipla).

Ogni risposta esatta di un quesito a scelta multipla porta un punto. Il punteggio massimo che il candidato può ricevere dalla risoluzione ottimale del primo libretto d'esame è di 24 punti.

Con questi quesiti si può esaminare qualsiasi dei quattro livelli dei processi cognitivi della tassonomia di Bloom (sapere, comprensione, applicazione, analisi).

### 5.2 VALUTAZIONE DEL SECONDO LIBRETTO D'ESAME

Il secondo libretto d'esame contiene **11** quesiti di tipo aperto (a risposta lunga). Il punteggio massimo che il candidato può ricevere dalla risoluzione ottimale del secondo libretto d'esame è di 36 punti.

I quesiti di tipo aperto possono portare due, tre o quattro punti:

- i quesiti che portano 2 punti richiedono due livelli del processo cognitivo (sapere e comprensione)
- i quesiti che portano 3 punti richiedono tre livelli del processo cognitivo (sapere, comprensione e applicazione)
- i quesiti che portano 4 punti richiedono quattro livelli del processo cognitivo (sapere, comprensione, applicazione e analisi).

Il numero di punti è segnato accanto ad ogni quesito.

La risposta è **completamente esatta** se contiene il risultato esatto ottenuto dall'espressione fisica corrispondente (nell'ambito dell'esito richiesto) e dal procedimento fisico esatto.

La risposta è **parzialmente esatta** se contiene il risultato errato ottenuto dall'espressione fisica corrispondente (nell'ambito dell'esito richiesto) e dal procedimento fisico esatto.

La risposta è **errata** se contiene il risultato esatto o errato ottenuto senza l'uso dell'espressione fisica corrispondente (nell'ambito dell'esito richiesto) e dal procedimento fisico esatto.

Il **risultato esatto** sottintende la scrittura del risultato numerico esatto accompagnato dalla corrispondente unità di misura<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> L'unità di misura corrispondente è l'unità fondamentale o l'unità derivata del sistema SI, accompagnata dal nome e dal simbolo (es: grandezza fisica: pressione, unità: pascal, simbolo: Pa); vedi capitolo 7. Preparazione all'esame

**Il risultato errato** sottintende la scrittura sbagliata del valore numerico ma esatta l'unità di misura oppure la scrittura esatta del valore numerico ma sbagliata l'unità di misura o senza l'unità di misura.

#### **Quesiti che portano 2 punti**

La risposta porta **2 punti** se contiene il risultato esatto ottenuto dall'espressione fisica corrispondente (nell'ambito dell'esito richiesto) e dal procedimento fisico esatto.

La risposta porta **1 punto** se contiene il risultato errato ottenuto dalla corrispondente espressione fisica (nell'ambito dell'esito richiesto) e dal procedimento fisico esatto.

La risposta porta **0 punti** se contiene il risultato (esatto o errato) senza l'uso della corrispondente espressione fisica (nell'ambito dell'esito richiesto) e dal procedimento fisico esatto.

#### **Quesiti che portano 3 o 4 punti**

I quesiti che portano 3 o 4 punti vanno risolti in più passi e/o con più risposte. Se il procedimento di risoluzione consta di più passi, e l'errore in uno dei passi influenza i passi successivi svolti correttamente, si sottrae un punto nel primo passo errato e gli altri passi si valutano come esatti.

## 6 ESEMPI DI QUESITI

In questo capitolo sono elencati vari esempi di quesiti. Accanto ad ogni esempio si trovano le indicazioni per la risoluzione del quesito, la risposta esatta, l'esito formativo richiesto dal quesito, il livello del processo cognitivo e il punteggio.

### 6.1 ESEMPIO DI QUESITO A SCELTA MULTIPLA

Il quesito a scelta multipla comprende un'indicazione (che descrive la modalità di risoluzione del quesito che risulta comune a tutta la serie di quesiti dello stesso tipo), una base (nella quale è formulato il quesito) e inoltre quattro risposte offerte, delle quali solo una è esatta.

Le indicazioni per la risoluzione dei quesiti a scelta multipla sono:

Nei seguenti quesiti tra le diverse risposte proposte solo **una** è esatta. Segna la risposta esatta con la X nel foglio delle risposte.

La risposta esatta porta un punto.

#### Quesito:

Un corpo si muove con moto rettilineo uniformemente accelerato. Quale tra le risposte proposte vale per l'intensità complessiva della forza che agisce sul corpo durante il suo moto?

- A. L'intensità complessiva della forza sul corpo aumenta uniformemente.
- B. L'intensità complessiva della forza sul corpo è nulla.
- C. L'intensità complessiva della forza sul corpo diminuisce uniformemente.
- D. L'intensità complessiva della forza sul corpo è costante e diversa da zero.

**RISPOSTA ESATTA:** D

**ESITO FORMATIVO:** applicare la II legge di Newton (FIZ SŠ B.1.3.)

**LIVELLO DI APPRENDIMENTO:** comprensione

**PUNTEGGIO:**

1 punto – risposta esatta

0 punti – senza risposta, risposta errata o segnate più risposte

## 6.2 ESEMPI DI QUESITI A RISPOSTA LUNGA

Il quesito a risposta lunga consta di un'indicazione (che descrive la modalità di risoluzione del quesito che risulta comune a tutta la serie di quesiti di questo tipo) e da una base (nella quale è formulato il quesito).

Le indicazioni per la risoluzione dei quesiti a scelta multipla sono:

Nei seguenti quesiti, nei posti appositi svolgi il procedimento e poi scrivi la risposta.

La risposta esatta porta due, tre o quattro punti.

**Quesito (che porta 2 punti):**

È assegnata l'equazione dell'oscillazione armonica  $y(t) = 2 \text{ cm} \sin(628 \text{ s}^{-1} t)$ . Qual è la frequenza di questa oscillazione?

Procedimento:

Risposta: \_\_\_\_\_

**RISPOSTA ESATTA:**  $f = 100 \text{ Hz}$

**ESITO FORMATIVO:** analizzare l'oscillazione armonica (FIZ SŠ C.3.4. e FIZ SŠ D.3.4.)

**LIVELLO DI APPRENDIMENTO:** comprensione

**PUNTEGGIO:**

a) **2 punti** (il candidato riconosce l'espressione dell'oscillazione armonica e sa interpretare l'equazione): il risultato esatto della frequenza è ottenuto dalla corrispondente espressione fisica (nell'ambito dell'esito formativo) e dal procedimento fisico esatto

b) **1 punto:** risultato errato della frequenza ottenuto dalla corrispondente espressione fisica (nell'ambito dell'esito formativo) e dal procedimento fisico esatto mentre il resto è sbagliato

c) **0 punti:** non c'è risposta o la risposta è errata



**Quesito (che porta 3 punti):**

Due navi di massa  $m$  uguale navigano nel porto l'una verso l'altra con velocità di 2 km/h e 5 km/h. Nel caso che non riescano di evitarsi, si scontrano e dopo lo scontro proseguono la navigazione come un unico corpo. Calcola con quale velocità procedono e in quale direzione si muovono dopo lo scontro anelastico (direzione della nave più veloce o di quella più lenta).

Procedimento:

Risposta: \_\_\_\_\_

**RISPOSTA ESATTA:** 1,5 km/h, direzione della nave più veloce (le navi continuano a navigare nella direzione di quella più veloce)

**ESITO FORMATIVO:** applicare la III legge di Newton (FIZ SŠ B.1.4.)

**LIVELLO DI APPRENDIMENTO:** applicazione

**PUNTEGGI:**

a) **3 punti:**

**1 punto** – esatta l'espressione della legge della conservazione della quantità di moto

**1 punto** – esatto il risultato della velocità delle navi dopo lo scontro anelastico

**1 punto** – esatta la direzione del moto dopo lo scontro in relazione alle direzioni dei moti prima dello scontro

b) **2 punti:**

**1 punto** – esatta l'espressione della legge della conservazione della quantità di moto

**1 punto** – esatto il risultato della velocità dopo lo scontro anelastico

**0 punti** – errata l'interpretazione del risultato

c) **1 punto:**

**1 punto:** – esatta l'espressione della legge della conservazione della quantità di moto

**0 punti:** – errato il risultato della velocità delle navi dopo lo scontro anelastico e sbagliata l'interpretazione del risultato

d) **0 punti:**

errata l'espressione della legge della quantità di moto

**oppure**

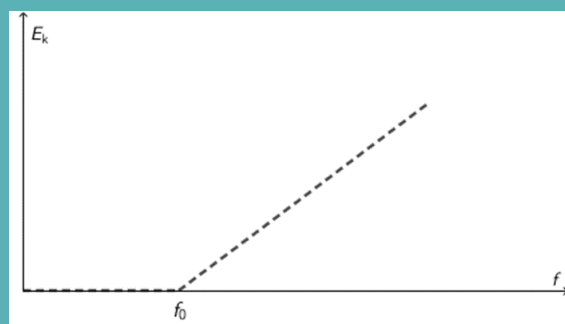
non c'è risposta

**Quesito (che porta 4 punti):**

Una luce monocromatica illumina la superficie di un metallo. Cambiando la frequenza della luce avviene che a frequenze esattamente definite si emettono elettroni dalla superficie del metallo. L'energia cinetica dei fotoelettroni così generati dipende dalla frequenza della luce incidente. Tale dipendenza è rappresentata graficamente. L'equazione corrispondente è:

$$A f = B + E_k \text{ za } f > f_0$$
$$E_k = 0 \text{ za } f \leq f_0$$

dove  $A$  e  $B$  sono costanti positive.



- A.** Esprimi  $f_0$  mediante le costanti  $A$  e  $B$ . Spiega il significato fisico di  $A$ ,  $B$  e  $f_0$ .
- B.** Nel caso si usi un secondo metallo avente proprietà diverse dal primo, disegna come risulterebbe la dipendenza dell'energia cinetica dei fotoelettroni dalla frequenza della luce incidente  $E_k = f(f)$  e confronta con il grafico precedente.

**RISPOSTA ESATTA:**

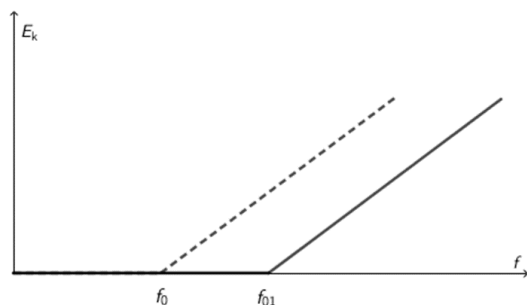
**A.**  $f_0 = \frac{B}{A}$

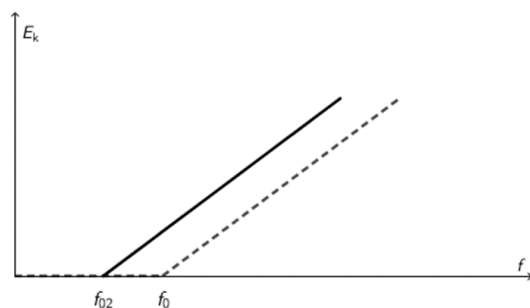
$f_0$  – frequenza limite

$A$  – costante di Planck

$B$  – lavoro di emissione del metallo

**B.**





Non conoscendo il lavoro di emissione del secondo metallo non possiamo sapere se la frequenza è maggiore o minore della frequenza limite del primo metallo, per cui si può disegnare uno dei due grafici proposti.

**ESITO FORMATIVO:** analizzare il modello ondulatorio – corpuscolare della luce e della materia (FIZ SŠ A.4.3. e FIZ SŠ D.4.3.)

**LIVELLO DI APPRENDIMENTO:** analisi

**PUNTEGGIO:**

a) **4 punti:**

**1 punto** – esatta la frequenza  $f_0$  espressa mediante le costanti  $A$  e  $B$

**1 punto** – esatta la formulazione del significato fisico di  $A$ ,  $B$  e  $f_0$

**1 punto** – esatto il grafico della dipendenza  $E_c = f(f)$

**1 punto** – esatti l'interpretazione e il confronto dei due grafici di dipendenza  $E_c = f(f)$

b) **3 punti**

**1 punto** – esatta la frequenza  $f_0$  espressa mediante le costanti  $A$  e  $B$

**1 punto** – esatta la formulazione del significato fisico di  $A$ ,  $B$  e  $f_0$

**1 punto** – esatto il grafico della dipendenza  $E_c = f(f)$

**0 punti** – errati l'interpretazione e il confronto dei due grafici di dipendenza  $E_c = f(f)$

**oppure**

**1 punto** – esatta la frequenza  $f_0$  espressa mediante le costanti  $A$  e  $B$

**1 punto** – esatto il grafico di dipendenza  $E_c = f(f)$

**1 punto** – esatti l'interpretazione e il confronto dei due grafici di dipendenza  $E_c = f(f)$

**0 punti** – errata la formulazione del significato fisico di  $A$ ,  $B$  e  $f_0$

**oppure**

**1 punto** – esatta la formulazione del significato fisico di  $A$ ,  $B$  e  $f_0$

**1 punto** – esatto il grafico di dipendenza  $E_c = f(f)$

**1 punto** – esatti l'interpretazione e il confronto dei due grafici di dipendenza  $E_c = f(f)$

**0 punti** – errata la frequenza  $f_0$  espressa mediante le costanti  $A$  e  $B$

**c) 2 punti:**

**1 punto** – esatta la frequenza  $f_0$  espressa mediante le costanti  $A$  e  $B$

**1 punto** – esatta la formulazione del significato fisico di  $A$ ,  $B$  e  $f_0$

**0 punti** – errato il grafico di dipendenza  $E_c = f(f)$  ed errata l'interpretazione del confronto dei due grafici di dipendenza  $E_c = f(f)$

**oppure**

**1 punto** – esatta la frequenza  $f_0$  espressa mediante le costanti  $A$  e  $B$

**1 punto** – esatto il grafico di dipendenza  $E_c = f(f)$

**0 punti** – errata la formulazione del significato fisico di  $A$ ,  $B$  e  $f_0$  ed errata l'interpretazione del confronto dei due grafici di dipendenza  $E_c = f(f)$

**oppure**

**1 punto** – esatta la formulazione del significato fisico di  $A$ ,  $B$  e  $f_0$

**1 punto** – esatto il grafico di dipendenza  $E_c = f(f)$

**0 punti** – errata la frequenza  $f_0$  espressa mediante le costanti  $A$  e  $B$  ed errata l'interpretazione del confronto dei grafici di dipendenza  $E_c = f(f)$

**d) 1 punto :**

esatta la frequenza  $f_0$  espressa mediante le costanti  $A$  e  $B$

**oppure**

esatta la formulazione del significato fisico di  $A$ ,  $B$  e  $f_0$

**oppure**

esatto il grafico di dipendenza  $E_c = f(f)$

**e) 0 punti:**

tutte le risposte sono errate

**oppure**

senza risposta

## 7 PREPARAZIONE PER L'ESAME

La letteratura occorrente per la preparazione dell'esame di Fisica alla maturità statale consiste nei libri approvati dal Ministero della scienza e dell'istruzione per lo scorso quadriennio scolastico ed in altri materiali (eserciziari, sussidiari, ecc.) approvati dall'Agenzia per l'educazione e la formazione.

L'elenco dei libri approvati si trova sul sito web del Ministero della scienza e l'educazione ([www.mzo.hr](http://www.mzo.hr)), mentre l'elenco degli altri materiali approvati si trova sul sito web dell'Agenzia per l'educazione e la formazione ([www.azoo.hr](http://www.azoo.hr)).

Le modalità di superamento dell'esame di Maturità statale come pure le misure espresse in caso di comportamento inopportuno degli allievi, sono definite dal Regolamento inerente il superamento dell'esame di Maturità statale (Gazzetta Ufficiale 1/13, 41/19, 127/19, 55/20, 53/21, 126/21 e 19/23).

I titoli ed i simboli delle grandezze fisiche e delle unità di misura nel catalogo d'esame sono conformi all'attuale Regolamento delle unità di misura (NN, n. 88/15.) e il Regolamento dei cambiamenti delle unità di misura (NN, n. 16/20. (secondo la Legge delle misurazioni NN, n. 163/03. e le aggiunte corrispondenti fino a NN, n. 111/18.)).

Nel capitolo 7.1, nella tabella 5 sono indicati gli campi e sottocampi della verifica e sono elaborati gli esiti formativi.

Una buona conoscenza degli campi e sottocampi della verifica faciliterà ai candidati la risoluzione esatta dei quesiti all'esame. L'elenco degli esiti formativi di ogni sottocampo può servire ai candidati come verifica delle proprie competenze acquisite.

Lo svolgimento degli esperimenti in Fisica è molto importante e ci si aspetta che i candidati nell'insegnamento quadriennale abbiano avuto la possibilità di partecipare alla dimostrazione di esperimenti e di misurazioni elementari.

A causa delle differenze esistenti tra le singole scuole, sia nell'attrezzatura dei laboratori che nel numero di ore di Fisica, non sono definiti gli esperimenti obbligatori che deve svolgere ogni candidato e neanche il numero degli esperimenti.

Nel capitolo 7.2. si trova l'elenco degli esperimenti raccomandati in base al curriculum approvato per la materia Fisica. Gli esiti formativi previsti si realizzano facilmente se si passa dal concreto all'astratto. Perciò è importantissimo che i candidati durante lo studio quadriennale esaminano da soli i fenomeni fisici al fine di ottenere abilità sperimentali e sviluppare le competenze fisiche. All'esame **non** si verificherà la conoscenza degli esperimenti elencati, ma si verificherà il livello delle abilità sperimentali mediante l'elaborazione tabellare e grafica dei risultati delle misurazioni, l'uso e la comprensione degli errori di misurazione, l'uso delle variabili, ecc. come pure l'interpretazione fisica del risultato dell'esperimento, il che è proprio la ragione dello svolgimento dell'esperimento.

Ai candidati si raccomanda:

- di esaminare gli esempi concettuali e numerici (che si trovano nel catalogo d'esame)

- di risolvere gli esami precedenti e simili tipi di quesiti presenti nei vari libri ed esercitarsi
- di svolgere gli esperimenti verificando le variabili, di rappresentare il risultato con il debito errore di misurazione, l'elaborazione tabellare e grafica del risultato di misurazione e di argomentare i risultati ottenuti.

Durante l'esame è consentito l'uso della calcolatrice tascabile del tipo *Scientific* la quale può avere:

- la funzione esponenziale (tasto  $10^x$ )
- la funzione logaritmica (tasto  $\log x$ )
- le funzioni trigonometriche (tasti  $\sin$ ,  $\cos$ ,  $\tan$ ).

La calcolatrice tascabile **non deve** avere la possibilità:

- di connessione con un altro apparecchio
- l'uso della scheda di memoria
- di calcoli simbolici – programmazione
- di soluzioni grafiche (ad es. il simbolo *Graphic* o il tasto *GRAPH*)
- le derivate e gli integrali.

L'insegnante di turno segnerà il tipo (nome e simbolo) della calcolatrice tascabile che il candidato userà all'esame sul foglio dove vengono censite tutte le calcolatrici tascabili che i candidati useranno durante l'esame.

In allegato all'esempio d'esame campione si trova il libretto delle formule che i candidati riceveranno assieme ai materiali d'esame.

## 7.1 ELABORAZIONE DEGLI ESITI FORMATIVI

Nell'elaborazione degli esiti formativi il sintagma “analizza fisicamente” sottintende uno o più dei seguenti esiti:

- 1 risolve le situazioni-problema dei fenomeni fisici applicando solo concetti fisici
- 2 risolve numericamente e algebricamente le situazioni-problema applicando le leggi fisiche
- 3 rappresenta graficamente i dati della rappresentazione tabellare
- 4 collega i dati del grafico ai fenomeni fisici
- 5 rappresenta in modo tabellare i dati della rappresentazione grafica
- 6 esamina ed analizza la rappresentazione grafica e identifica i fenomeni fisici
- 7 stabilisce l'espressione fisica (formulazione matematica) in base alla rappresentazione grafica
- 8 stabilisce l'espressione fisica (formulazione matematica) in base alla rappresentazione tabellare.

L'esito formativo “risolve i problemi fisici” comprende tutti gli esiti formativi ed è descritto alla fine della tabella 5.

**Tabella 5** Elaborazione degli esiti formativi

CAMPO: MOTO		
SOTTOCAMPO	ESITO FORMATIVO	ELABORAZIONE DELL'ESITO
Meccanica	Analizza il moto rettilineo (FIZ SŠ C.1.1. )	♦ analizza fisicamente esempi del moto rettilineo uniforme
		♦ analizza fisicamente esempi del moto rettilineo uniformemente accelerato/ ritardato
CAMPO: INTERAZIONE; MOTO		
Meccanica	Applica la I legge di Newton (FIZ SŠ B.1.2.)	♦ applica il concetto della I legge di Newton
	Applica la II legge di Newton (FIZ SŠ B.1.3.)	♦ applica contemporaneamente l'azione di più forze al corpo e le rappresenta con il diagramma delle forze
		♦ analizza fisicamente la II legge di Newton all'esempio della forza di gravità, della forza elastica e della forza di attrito
		♦ analizza fisicamente il moto nel campo della forza di gravità (caduta libera, lancio verticale e orizzontale)

CAMPO: INTERAZIONE		
SOTTOCAMPO	ESITO FOMATIVO	ELABORAZIONE DELL'ESITO
Meccanica	Applica la III legge di Newton e la legge di conservazione della quantità di moto (FIZ SŠ B.1.4.)	♦ applica il concetto della III legge di Newton
		♦ collega l'impulso della forza al cambiamento della quantità di moto
		♦ applica il concetto della legge di conservazione della quantità di moto
CAMPO: ENERGIA		
Meccanica	Applica la legge della conservazione dell'energia (FIZ SŠ D.1.5.)	♦ analizza fisicamente la legge della conservazione dell'energia
		♦ analizza fisicamente i concetti di energia e lavoro
		♦ analizza fisicamente i concetti di potenza e rendimento
		♦ analizza fisicamente i concetti dei vari tipi di energia meccanica
CAMPO: MOTO		
Meccanica	Analizza il moto circolare (FIZ SŠ C.1.6.)	♦ analizza fisicamente esempi del moto circolare uniforme
CAMPO: MOTO; INTERAZIONE		
Meccanica	Applica la legge di gravitazione e analizza il moto della Terra e dei corpi celesti (FIZ SŠ C.1.7.)	♦ analizza fisicamente la legge di gravitazione di Newton ♦ analizza fisicamente il moto del satellite
CAMPO: INTERAZIONE		
Meccanica	Applica le leggi dell'idrostatica (FIZ SŠ B.2.1.)	♦ analizza fisicamente la pressione (idrostatica, atmosferica, idraulica)
		♦ analizza fisicamente la spinta
		♦ analizza fisicamente l'azione della forza su un corpo immerso in un fluido
CAMPO: INTERAZIONI, MOTO		
Meccanica	Applica le leggi dell'idrodinamica (FIZ SŠ C.2.2.)	♦ analizza fisicamente il moto dei fluidi ideali (equazione di continuità e equazione di Bernoulli)



CAMPO: STRUTTURA DELLA MATERIA; ENERGIA		
Termodinamica	applica il modello corpuscolare della struttura della materia (FIZ SŠ C.2.3.)	<ul style="list-style-type: none"><li>◆ analizza fisicamente le leggi della dilatazione termica dei corpi solidi e liquidi (lineare e volumica)</li><li>◆ spiega la struttura della materia, la diffusione, il moto browniano, gli stati di aggregazione</li></ul>
CAMPO: STRUTTURA DELLA MATERIA; ENERGIA		
SOTTOCAMPO	ESITO FORMATIVO	ELABORAZIONE DELL'ESITO
Termodinamica	Analizza e applica le leggi dei gas e il modello cinetico molecolare del gas ideale (FIZ SŠ D.2.4.)	<ul style="list-style-type: none"><li>◆ analizza fisicamente i cambiamenti di stato del gas ideale (leggi dei gas)</li></ul>
		<ul style="list-style-type: none"><li>◆ analizza fisicamente il modello della teoria cinetico-molecolare dei gas sul modello del gas ideale</li></ul>
CAMPO: ENERGIA		
Termodinamica	Analizza le trasformazioni termodinamiche e i processi (FIZ SŠ D.2.5.)	<ul style="list-style-type: none"><li>◆ analizza fisicamente il concetto di lavoro di un gas, di calore e di energia interna</li></ul>
		<ul style="list-style-type: none"><li>◆ analizza fisicamente i cambiamenti degli stati di aggregazione</li></ul>
		<ul style="list-style-type: none"><li>◆ analizza fisicamente il lavoro delle macchine termiche</li></ul>
		<ul style="list-style-type: none"><li>◆ analizza fisicamente la I legge della termodinamica</li></ul>
CAMPO: INTERAZIONE		
Elettromagnetismo	Spiega i fenomeni elettrostatici, applica i concetti e le leggi dell'elettrostatica (FIZ SŠ B.2.6.)	<ul style="list-style-type: none"><li>◆ analizza fisicamente i concetti fondamentali e le leggi dell'elettrostatica</li></ul>
	Descrive il campo elettrico (FIZ SŠ B.2.7.)	<ul style="list-style-type: none"><li>◆ analizza fisicamente il campo elettrico</li></ul>
		<ul style="list-style-type: none"><li>◆ analizza fisicamente il moto di una particella elettrizzata nel campo elettrico</li></ul>
		<ul style="list-style-type: none"><li>◆ analizza fisicamente il concetto di capacità elettrica e le grandezze elettrostatiche collegate al condensatore piano</li></ul>
		<ul style="list-style-type: none"><li>◆ analizza fisicamente il concetto di tensione elettrica e di potenziale elettrico</li></ul>

CAMPO: ENERGIA; MOTO		
Elettromagnetismo	Applica le leggi dell'elettrodinamica nel circuito elettrico (FIZ SŠ C.2.8.)	◆ analizza fisicamente il concetto di corrente elettrica
		◆ analizza fisicamente il concetto di resistenza elettrica
		◆ analizza fisicamente la legge di Ohm
		◆ analizza fisicamente la dipendenza tra l'intensità di corrente, la tensione e la resistenza nei circuiti elettrici
		◆ interpreta fisicamente il lavoro e la potenza nel circuito elettrico
CAMPO: MOTO; ENERGIA		
SOTTOCAMPO	ESITO FORMATIVO	ELABORAZIONE DELL'ESITO
Elettromagnetismo	Descrive i magneti ed analizza la relazione tra corrente elettrica e magnetismo (FIZ SŠ B.3.1.)	◆ analizza fisicamente il campo magnetico dei magneti permanenti
		◆ analizza fisicamente il campo magnetico della corrente elettrica
CAMPO: INTERAZIONE; MOTO; ENERGIA		
Elettromagnetismo	Analizza l'interazione magnetica e descrive le applicazioni (FIZ SŠ B.3.2.)	◆ applica i termini fisici per le leggi di Ampere e di Lorentz
		◆ analizza il moto di una particella elettrizzata nel campo magnetico
CAMPO: MOTO; ENERGIA		
Elettromagnetismo	Analizza l'induzione elettromagnetica e la sua applicazione (FIZ SŠ B.3.3.)	◆ analizza fisicamente l'induzione elettromagnetica
		◆ applica la leggi di Faraday e di Lorentz
		◆ applica le grandezze fisiche fondamentali nell'espressione della corrente alternata
		◆ confronta le proprietà delle correnti continua e alternata, applica il principio di funzionamento dei generatori elettrici, dei motori elettrici e dei trasformatori, applica la reattanza capacitiva e induttiva

Oscillazioni, onde e ottica	Analizza l'oscillazione armonica (FIZ SŠ C.3.4., FIZ SŠ D.3.4.)	♦ analizza fisicamente l'oscillazione di un corpo fissato ad una molla
		♦ analizza fisicamente l'oscillazione del pendolo matematico
		♦ analizza fisicamente l'oscillazione nel circuito oscillante LC
		♦ analizza in modo concettuale l'oscillazione forzata e smorzata
CAMPO: INTERAZIONE; MOTO; ENERGIA		
Oscillazioni, onde e ottica	Descrive l'origine dell'onda ed analizza le proprietà dell'onda (FIZ SŠ C.3.5., FIZ SŠ D.3.5.)	♦ analizza fisicamente l'origine e la propagazione dell'onda
		♦ analizza fisicamente le proprietà delle onde meccaniche (riflessione, rifrazione, interferenza)
	Analizza le proprietà ondulatorie del suono (FIZ SŠ C.3.6., FIZ SŠ D.3.6.)	♦ analizza fisicamente le proprietà ondulatorie del suono
		♦ analizza fisicamente l'origine dell'onda stazionaria
		♦ analizza fisicamente l'applicazione dell'effetto Doppler
CAMPO: MOTO; ENERGIA		
SOTTOCAMPO	ESITO FORMATIVO	ELABORAZIONE DELL'ESITO
Oscillazioni, onde e ottica	Applica le leggi dell'ottica geometrica (FIZ SŠ C.3.7., FIZ SŠ D.3.7. )	♦ analizza fisicamente le leggi della riflessione della luce e applica la riflessione della luce allo specchio piano
		♦ analizza fisicamente le leggi della rifrazione della luce e le applica alla rifrazione della luce attraverso una lastra trasparente piana a facce parallele e alle lenti
	Analizza la natura ondulatoria della luce (FIZ SŠ C.4.1., FIZ SŠ D.4.1.)	♦ analizza fisicamente le proprietà ondulatorie della luce (diffrazione, interferenza, polarizzazione, dispersione)
	Descrive l'origine, le proprietà e l'applicazione delle onde elettromagnetiche (FIZ SŠ C.4.2., FIZ SŠ D.4.2.)	♦ analizza fisicamente le onde elettromagnetiche ♦ analizza fisicamente lo spettro elettromagnetico

CAMPO: STRUTTURA DELLA MATERIA, ENERGIA		
Fisica moderna	Analizza il modello ondulatorio – corpuscolare della luce e della materia (FIZ SŠ A.4.3., FIZ SŠ D.4.3.)	◆ analizza fisicamente l'effetto fotoelettrico
		◆ analizza fisicamente il modello ondulatorio – corpuscolare della radiazione elettromagnetica e della materia
		◆ analizza fisicamente il modello ondulatorio – corpuscolare della materia
	Analizza il modello dell'atomo e gli spettri energetici (FIZ SŠ A.4.4., FIZ SŠ D.4.4.)	◆ analizza fisicamente il modello dell'atomo di Bohr
	Descrive il modello del nucleo atomico e le reazioni nucleari (FIZ SŠ A.4.5., FIZ SŠ D.4.5.)	◆ analizza fisicamente le reazioni nucleari
		◆ analizza fisicamente il principio di equivalenza tra massa e energia
Analizza il decadimento radioattivo e descrive gli effetti delle radiazioni ionizzanti sugli organismi viventi (FIZ SŠ B.4.6., FIZ SŠ D.4.6.)	◆ analizza fisicamente la legge del decadimento radioattivo	
	◆ analizza fisicamente i tipi di radiazioni ionizzanti e i loro effetti sugli organismi viventi	
CAMPO: MOTO; ENERGIA		
Fisica moderna	Descrive e applica le idee fondamentali della teoria della relatività speciale (TRS) (FIZ SŠ C.4.7., FIZ SŠ D.4.7.)	◆ analizza fisicamente i concetti della TRS (dilatazione del tempo, contrazione dello spazio, energia relativistica, energia a riposo della particella)
CAMPO: INTERAZIONE; ENERGIA		
SOTTOCAMPO	ESITO FORMATIVO	ELABORAZIONE DELL'ESITO FORMATIVO
Fisica moderna	Descrive il modello dell'origine e della struttura dell'universo (FIZ SŠ B 4.8 FIZ SŠ D 4.8.)	◆ descrive il modello dell'origine e della struttura dell'universo

CAMPO: TUTTI		
Tutti i sottoambiti	Risolve i problemi fisici	♦ visualizza la situazione–problema
		♦ identifica il fine della soluzione del problema
		♦ cerca le informazioni necessarie e i concetti fisici da applicare
		♦ prepara un piano per la risoluzione del problema
		♦ conclude qualitativamente applicando le leggi e i concetti fisici
		♦ modella matematicamente la situazione e calcola le grandezze fisiche necessarie
		♦ valute le situazioni fisiche
		♦ interpreta e applica le diverse forme delle grandezze fisiche
		♦ applica e trasforma le unità di misura
		♦ valuta il procedimento e il risultato

L'applicazione delle competenze matematiche e sperimentali è sottointesa in tutti gli campi e sottocampi elencati. Nella tabella 6 sono elaborati tutti gli esiti formativi collegati all'applicazione delle competenze matematiche e sperimentali e delle abilità fisiche.

**Tabella 6** Competenze matematiche e sperimentali e abilità fisiche

ESITO FORMATIVO	ELABORAZIONE DELL'ESITO
conoscenza delle grandezze fisiche e le loro unità di misura nel sistema SI	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ applicare i simboli e le unità di misura SI alle grandezze fisiche</li> <li>♦ distinguere le grandezze scalari e vettoriali</li> <li>♦ trasformare le unità di misura</li> <li>♦ adoperare la scrittura del numero mediante le potenze del numero 10</li> <li>♦ conoscere ed usare correttamente i prefissi decimali nelle unità di misura (pico, nano, micro, milli, centi, deci, deca, hecto, chilo, mega)</li> </ul>
applicare le abilità sperimentali elementari	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ ideare semplici esperimenti e misurazioni</li> <li>♦ determinare il valore medio della misurazione</li> <li>♦ determinare l'errore assoluto massimo della misurazione</li> <li>♦ esprimere il risultato della misurazione assieme all'errore corrispondente</li> <li>♦ rappresentare graficamente l'interdipendenza delle grandezze fisiche</li> <li>♦ valutare ed interpretare i risultati delle misurazioni</li> </ul>
applicare le competenze matematiche basilari nel contesto della fisica	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ leggere i valori delle grandezze dal grafico</li> <li>♦ disegnare il grafico dell'interdipendenza di due grandezze in base ai dati</li> <li>♦ determinare il coefficiente di direzione della retta e interpretare il suo significato nel caso di dipendenza lineare di due grandezze</li> <li>♦ usare le competenze matematiche basilari nei problemi fisici: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ usare la calcolatrice tascabile</li> <li>◦ usare le tabelle e i diagrammi</li> <li>◦ disegnare i grafici dei quesiti proposti</li> <li>◦ interpretare i grafici</li> <li>◦ trasformare le frazioni decimali in percentuali e viceversa</li> <li>◦ determinare il valore medio e interpretare il suo significato</li> <li>◦ trasformare un'espressione matematica</li> <li>◦ risolvere un sistema lineare a più incognite</li> <li>◦ risolvere un'equazione di secondo grado a una incognita</li> <li>◦ applicare la proporzionalità diretta e inversa</li> <li>◦ sommare e sottrarre i vettori</li> <li>◦ usare le funzioni trigonometriche</li> <li>◦ usare le funzioni logaritmiche ed esponenziali</li> <li>◦ calcolare l'area e il perimetro del triangolo, cerchio e rettangolo</li> <li>◦ calcolare l'area della superficie totale ed il volume del cubo, del cilindro e della sfera</li> </ul> </li> </ul>

## 7.2 ELENCO DEGLI ESPERIMENTI PROPOSTI

- 1 Esamina il moto vario (introduzione della velocità istantanea).
- 2 Esamina il moto sotto l'azione di una forza costante.
- 3 Misura il tempo di reazione.
- 4 Esamina la forza elastica e misura la costante della molla.
- 5 Esamina la forza di attrito.
- 6 Applica la legge della conservazione dell'energia.
- 7 Applica la legge della conservazione della quantità di moto.
- 8 Esamina il moto dei corpi celesti mediante simulazione computerizzata.
- 9 Esamina la dipendenza tra la gittata e la velocità iniziale nel lancio orizzontale.
- 10 Misura la densità di un corpo / liquido mediante la spinta.
- 11 Misura la forza della spinta.
- 12 Esamina la legge di Pascal e le sue applicazioni.
- 13 Esamina come dipende la pressione di un gas dal volume a temperatura costante
- 14 Misura come dipende il volume di un gas dalla temperatura a pressione costante.
- 15 Esamina i cambiamenti dell'energia interna al passaggio di calore.
- 16 Esamina come la resistenza dipende dal tipo di materiale, dall'area della sezione trasversale e dalla lunghezza del conduttore.
- 17 Misura le proprietà dell'intensità e della tensione della lampadina.
- 18 Misura la resistenza interna della pila.
- 19 Esamina la trasformazione dell'energia elettrica in calore.
- 20 Esamina lo scorrimento dei fluidi.
- 21 Esamina come dipende la pressione del gas dalla temperatura a volume costante.
- 22 Esamina la trasformazione dell'energia meccanica in calore.
- 23 Esamina i circuiti elettrici con due o tre resistori collegati in serie / parallelo.
- 24 Esamina l'azione di un magnete permanente su materiali diversi.
- 25 Analizza l'azione del numero di spire del solenoide sull'intensità dell'elettromagnete.
- 26 Misura il campo magnetico della Terra.
- 27 Esamina come dipende la tensione indotta dal numero di spire del trasformatore.
- 28 Misura come dipende il periodo di oscillazione dalla lunghezza del pendolo.
- 29 Misura l'accelerazione della caduta libera con l'aiuto del pendolo.

- 30 Misura come il periodo dell'oscillazione dipende dalla massa del peso.
- 31 Esamina la diffrazione e l'interferenza delle onde sull'acqua.
- 32 Esamina le condizioni dell'origine dell'onda stazionaria acustica.
- 33 Misura la velocità del suono con il metodo dell'eco.
- 34 Misura la velocità del suono con l'aiuto del diapason e la colonna d'aria.
- 35 Misura l'indice di rifrazione del vetro / plastica.
- 36 Esamina la riflessione della luce e l'immagine nello specchio piano.
- 37 Misura la distanza focale della lente convergente.
- 38 Misura come dipende la lunghezza d'onda delle onde sonore dalla frequenza.
- 39 Esamina l'effetto della gabbia di Faraday.
- 40 Esamina le frange di interferenza di Young.
- 41 Misura la costante del reticolo ottico.
- 42 Misura l'angolo di Brewster per il vetro.
- 43 Misura la deviazione del piano di polarizzazione.
- 44 Esamina l'effetto fotoelettrico.









