

ESAME DI STATO DI ISTRUZIONE SECONDARIA SUPERIORE

Indirizzo: LI02 – SCIENTIFICO
LI03 – SCIENTIFICO - OPZIONE SCIENZE APPLICATE

Tema di: FISICA

ESEMPIO PROVA

Il candidato risolve uno dei due problemi e risponde a 3 quesiti del questionario.

PROBLEMA 1

Un piccolo magnete permanente di massa m viene lasciato cadere liberamente in un tubo verticale e fisso, di materiale isolante come il plexiglas; si osserva che esso cade con la stessa accelerazione g con cui cadrebbe nel vuoto.

Se lo stesso magnete viene lasciato cadere in un tubo di rame di identiche dimensioni, si osserva che la velocità acquistata è inferiore a quella di caduta libera: il magnete si muove molto più lentamente, come se fosse sostenuto da un invisibile paracadute, come illustrato in Fig. 1 per due magneti lasciati cadere nello stesso istante dall'estremo superiore dei due tubi.

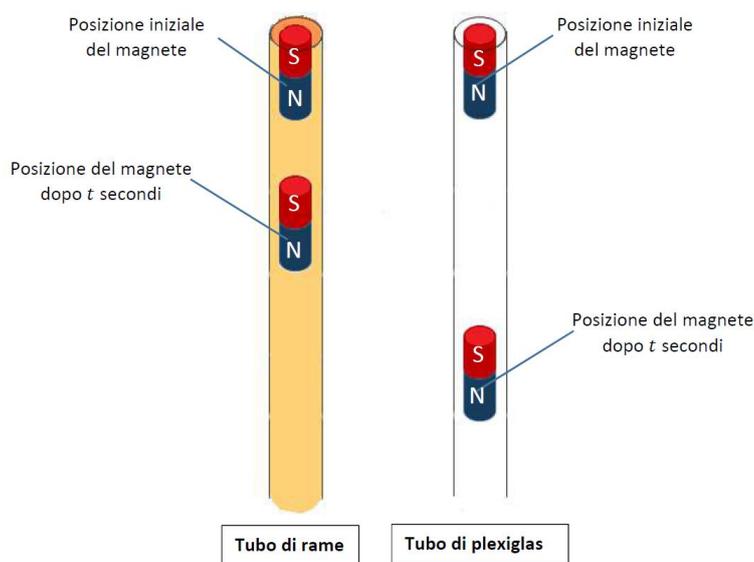


Figura 1

Infatti sul magnete in aggiunta alla forza peso agisce una forza diretta in verso opposto al moto che dipende dalla sua velocità.

Per capire quello che sta succedendo supponi, a un dato istante, di sostituire il tubo metallico con un tubo di plexiglas e di porre due spire conduttrici chiuse di resistenza elettrica R pari a $1,0 \times 10^{-3} \Omega$, una sopra e l'altra sotto il magnete come illustrato in Fig. 2.

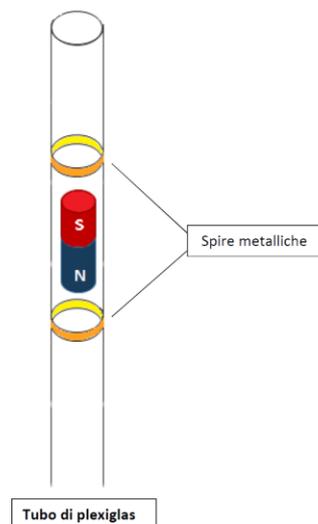


Figura 2

1. Mostra che anche in questo caso il moto del magnete è influenzato da una forza di resistenza passiva come quando cade nel tubo di rame. Spiega qualitativamente l'origine della forza di resistenza passiva e giustifica perché essa dipende dalla velocità. Individua e illustra con un disegno il verso delle correnti indotte nelle spire, spiegando inoltre come variano nel tempo a causa del moto del magnete. Discuti i cambiamenti che si producono se il magnete viene capovolto, in modo che il polo Nord e il polo Sud risultino scambiati.

In laboratorio, studi la velocità di caduta di un magnete di massa $m = (2,35 \pm 0,01)g$ nel tubo di rame misurando con un cronometro il tempo di caduta da diverse altezze.

I dati sperimentali sono riportati nella tabella 1, nella quale h è l'altezza di caduta e Δt il tempo di caduta. L'incertezza sui valori delle distanze è di $0,1 \text{ cm}$ e sui valori dei tempi dell'ordine di $0,1 \text{ s}$.

$h \text{ [cm]}$	$\Delta t \text{ [s]}$
80,0	5,7
70,0	5,0
60,0	4,3
50,0	3,6
40,0	2,9
30,0	2,2
20,0	1,5
10,0	0,9
5,0	0,5

Tabella 1

2. Deduci, dai dati riportati in tabella 1, i valori delle velocità medie di caduta dalle diverse altezze. Adoperando tali valori costruisci un grafico della velocità media in funzione dell'altezza, discutine qualitativamente l'andamento e determina il valore limite della velocità. Assumi che la forza di resistenza passiva F_r possa essere approssimata con una forza proporzionale alla velocità v , cioè $F_r = -kv$. Considerando la forza totale agente sul magnete, illustra perché durante il moto la sua velocità aumenta fino a raggiungere una velocità limite. Determina infine il valore numerico di k , utilizzando il valore della velocità limite trovata dal grafico.

3. Discuti il bilancio energetico della situazione problematica proposta, sia nella fase di accelerazione sia quando il magnete raggiunge la velocità limite. Calcola al termine della caduta quanta energia meccanica è stata trasformata in altre forme di energia, specificando in quali forme.

4. Considera ora la situazione semplificata proposta precedentemente al punto 1 in cui il tubo di rame viene sostituito da un tubo di plexiglas e da due spire conduttrici di resistenza elettrica R pari a $1,0 \times 10^{-3} \Omega$.

A partire da considerazioni sulla potenza dissipata determina il valore della corrente che circolerebbe nelle spire se il magnete raggiungesse la stessa velocità limite che raggiunge nel tubo di rame e se la corrente fosse la stessa in entrambe le spire. Utilizza questo valore per determinare la variazione di flusso del campo magnetico nell'unità di tempo che il moto del magnete indurrebbe sulle spire.

Spiega inoltre perché se il tubo di rame (resistività $\rho = 1,68 \times 10^{-8} \Omega m$) viene sostituito con un tubo di alluminio (resistività $\rho = 2,75 \times 10^{-8} \Omega m$), il magnete raggiunge una velocità limite maggiore.

PROBLEMA 2

Nel 1896 l'astronomo Edward Charles Pickering, analizzando lo spettro di emissione della stella Zeta Puppis, scoprì la presenza di alcune righe con lunghezza d'onda uguale a quella prevista dalla serie di Balmer e per questo da lui attribuite alla presenza di idrogeno nella stella. Scoprì inoltre la presenza di altre tre righe spettrali, chiamate righe di Pickering, di lunghezza d'onda λ rispettivamente pari a

$$455,1 \text{ nm} \quad 541,1 \text{ nm} \quad \text{e} \quad 1012,3 \text{ nm}$$

1. Utilizzando il modello atomico di Bohr, descrivi l'origine delle righe dello spettro dell'idrogeno e in analogia formula una possibile spiegazione della origine delle righe di Pickering presenti nello spettro della stella Zeta Puppis. Indica quali informazioni fisiche puoi ricavare dal loro valore numerico.

Pickering dedusse che i valori numerici delle lunghezze d'onda delle righe che portano il suo nome potevano essere ricavati dalla formula di Balmer,

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad n = 3, 4 \dots$$

valida per le righe spettrali dell'idrogeno, utilizzando, però, a differenza di queste, valori di n seminteri.

2. Utilizzando i valori sperimentali dello spettro dell'idrogeno, riportati nella seguente tabella

n	λ (nm)
3	656,3
4	486,1
5	434,1
6	410,2
7	397,0

determina graficamente o analiticamente il valore sperimentale della costante R_H , nota come costante di Rydberg, e calcola poi i valori dei numeri n seminteri a cui corrispondono le righe di Pickering, verificando così la correttezza della sua deduzione.

Le righe di Pickering possono essere ricavate anche da una formula dello stesso tipo di quella di Rydberg, utilizzando un valore diverso per il parametro R_H , che indichiamo con R'_H .

$$\frac{1}{\lambda} = R'_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

in cui gli indici n_1 e n_2 sono numeri interi con

$$n_1 = 1, 2, 3 \dots \dots \quad n_2 = 1, 2, 3 \dots \dots \quad n_2 > n_1$$

3. Dimostra che con $n_1 = 4$ e $R'_H = 4R_H$ si possono determinare valori interi di n_2 che corrispondono a tutte le righe osservate, cioè sia alle righe di Pickering sia a quelle di Balmer dello spettro dell'idrogeno.

Successivamente fu mostrato che l'intero spettro della stella Zeta Puppis era dovuto alla presenza di ioni idrogenoidi (ioni con un solo elettrone esterno e nucleo formato da Z protoni) e non all'idrogeno, e che a questi ioni si poteva applicare il modello atomico di Bohr.

4. Il modello di Bohr fornisce per la costante di Rydberg R_H dell'atomo di idrogeno l'espressione:

$$R_H = \frac{m_e e^4}{8h^3 \epsilon_0^2 c}$$

Considerando le modifiche da introdurre nel modello di Bohr per uno ione idrogenoide, ricava l'espressione della costante R'_H . Confrontando inoltre il valore sperimentale R'_H con il valore ricavato da tale relazione individua il valore di Z e determina così lo ione la cui emissione dà origine allo spettro di Zeta Puppis.

QUESTIONARIO

Quesito n. 1

Dimostra che per immagazzinare una quantità di energia U in un solenoide ideale di volume V nel vuoto, occorre generare al suo interno un campo magnetico B di intensità pari a:

$$B = \sqrt{\frac{2\mu_0 U}{V}}$$

dove μ_0 è la permeabilità magnetica nel vuoto. Calcola l'intensità della corrente elettrica che deve scorrere in un solenoide composto da $N = 500$ spire, di lunghezza $L = 5,0 \text{ cm}$ e volume $V = 20 \text{ cm}^3$ affinché l'energia in esso immagazzinata sia $U = 1,5 \text{ mJ}$.

Quesito n. 2

Un solenoide L_1 ideale si trova all'interno di un secondo solenoide L_2 , anch'esso ideale. Quest'ultimo viene alimentato con una corrente I che cresce linearmente nel tempo nell'intervallo $0 - 30 \mu\text{s}$ secondo l'equazione:

$$I = kt$$

con $k = 0,50 \text{ A/s}$. Ai capi del solenoide interno L_1 , durante l'intervallo di tempo in cui la corrente varia, si misura una forza elettromotrice.

- a) Spiega l'origine della forza elettromotrice e dimostra che essa risulta costante;

- b) calcola il valore del modulo di tale forza elettromotrice nel caso in cui i solenoidi L_1 e L_2 abbiano entrambi un numero di spire pari a 500, lunghezza pari a 5,0 cm, sezione $S_1 = 1,0 \text{ cm}^2$ e $S_2 = 4,0 \text{ cm}^2$ rispettivamente.

Quesito n. 3

Per eseguire analisi spettrometriche di alcune particolari sostanze si utilizzano laser ad argon, che emettono un fascio luminoso verde di lunghezza d'onda 514,5 nm, potenza pari a 1,0 W e sezione di 2,0 mm². Ipotizzando che il fascio sia cilindrico, determina:

- quanta energia è contenuta in un metro di lunghezza del fascio;
- il valore massimo del campo elettrico e di quello magnetico associati al fascio;
- quanti fotoni al secondo vengono emessi dal laser.

Quesito n. 4

In una cella fotoelettrica viene generata una corrente di saturazione $I = 15 \mu\text{A}$ sfruttando l'effetto fotoelettrico. Come catodo viene utilizzato un materiale metallico il cui lavoro di estrazione è di 5,15 eV.

- Determina la lunghezza d'onda massima della radiazione incidente sul catodo capace di estrarre elettroni da esso;
- calcola il numero minimo di fotoni che ogni secondo devono incidere sul catodo, nell'ipotesi che solo il 75% di essi riescano ad estrarre un elettrone.

Quesito n. 5

L'astronave Millennium Falcon della Trilogia originale di Guerre Stellari ha una lunghezza a riposo pari a 34,5 m. L'astronave, in viaggio con velocità 0,90c rispetto a un sistema di riferimento inerziale, incrocia una seconda astronave identica che viaggia in direzione opposta con velocità 0,75c rispetto allo stesso sistema di riferimento inerziale.

Qual è la lunghezza della seconda astronave misurata da un passeggero della prima astronave?

Quesito n. 6

Dimostra che a un elettrone non relativistico, accelerato da fermo mediante una differenza di potenziale ΔV misurata in volt, si può associare un'onda di de Broglie la cui lunghezza d'onda λ può essere espressa dalla formula:

$$\lambda = \sqrt{\frac{1,504}{\Delta V}} \text{ nm}$$

Calcola tale lunghezza d'onda per $\Delta V = 50,0 \text{ V}$.

ALLEGATO:**Valori delle costanti fisiche**

Costante Fisica	Simbolo	Valore	Unità di misura
Velocità della luce nel vuoto	c	299 792 458	m s^{-1}
Costante di Planck	h	$6,626070040(81)\times 10^{-34}$	J s
Carica dell'elettrone	e	$1,602 176 6208(98)\times 10^{-19}$	C
Massa dell'elettrone	m_e	$9,109 383 56(11)\times 10^{-31}$	kg
Costante dielettrica del vuoto	ϵ_0	$8,854 187 817. \dots \times 10^{-12}$	F m^{-1}
Permeabilità magnetica del vuoto	μ_0	$12,566 370 614. \dots \times 10^{-7}$	N A^{-2}
Costante di Boltzman	k	$1,380 648 52(79)\times 10^{-23}$	J K^{-1}
Numero di Avogadro	N_A	$6,022 140 857(74)\times 10^{23}$	mol^{-1}

Nota: Le cifre su cui si ha indeterminazione sui valori delle singole costanti fisiche sono tra parentesi.

La velocità della luce, la permeabilità magnetica del vuoto e la costante dielettrica del vuoto hanno valori esatti senza errore.

Durata massima della prova: 6 ore.

È consentito l'uso della calcolatrice non programmabile.

È consentito l'uso del dizionario bilingue (italiano-lingua del paese di provenienza) per i candidati di madrelingua non italiana. Non è consentito lasciare l'Istituto prima che siano trascorse 3 ore dalla dettatura del tema.

ISTRUZIONI per la compilazione

Il presente documento si compone di due parti, una (sezione A) relativa alla valutazione dei problemi, e una (sezione B) relativa alla valutazione dei quesiti.

Gli indicatori della rubrica (sezione A) sono descritti in quattro livelli; a ciascun livello sono assegnati dei punteggi, il valor massimo del punteggio della sezione A è 75. Nel problema è richiesto allo studente di rispondere a **4 quesiti** che rappresentano le **evidenze** rispetto alle quali si applicano **i quattro indicatori di valutazione**:

1. lo studente **esamina la situazione fisica proposta e riconosce modelli o analogie o leggi formulando ipotesi esplicative** adatte alle richieste secondo 4 livelli di prestazione (L1, L2, L3, L4 in ordine crescente) ai quali è assegnato un punteggio all'interno della fascia;
2. lo studente **formalizza la situazione problematica applicando gli strumenti matematici e disciplinari rilevanti** per ottenere il risultato di ogni singola richiesta secondo 4 livelli di prestazione (L1, L2, L3, L4 in ordine crescente) ai quali è assegnato un punteggio all'interno della fascia;
3. lo studente **interpreta e elabora i dati proposti**, anche di natura sperimentale, **verificandone la pertinenza al modello scelto** secondo 4 livelli di prestazione (L1, L2, L3, L4 in ordine crescente) ai quali è assegnato un punteggio all'interno della fascia;
4. lo studente **descrive il processo risolutivo adottato e comunica con un linguaggio specifico** i risultati ottenuti **valutando la coerenza** con la situazione problematica proposta secondo 4 livelli di prestazione (L1, L2, L3, L4 in ordine crescente) ai quali è assegnato un punteggio all'interno della fascia.

La colonna **evidenze** individua quale/i dei 4 quesiti del problema sia/siano direttamente connesso/i all'indicatore; un quesito può afferire a più indicatori.

La griglia della sezione B ha indicatori che **afferiscono alla sfera della conoscenza, dell'abilità di applicazione e di calcolo e permette di valutare i sei quesiti di cui lo studente ne deve svolgere tre a sua scelta.**

Per ciascuno dei sei quesiti è stabilita la fascia di punteggio per ogni indicatore. Il totale del punteggio per ogni quesito è **25**, e dovendone lo studente risolvere **tre su sei**, il punteggio massimo relativo ai quesiti è **75, questo implica un ugual peso dato alla soluzione del problema e dei quesiti.**

Infine è fornita la scala di conversione dal punteggio (max 150) al voto in quindicesimi (max 15/15).

Sezione A : VALUTAZIONE DEL PROBLEMA

Indicatori	Livello	Descrittori	Evidenze	Punti	Punteggio
Esaminare la situazione fisica proposta formulando le ipotesi esplicative attraverso modelli o analogie o leggi	L1	Analizza in modo superficiale o frammentario il contesto teorico o sperimentale proposto; dai dati numerici o dalle informazioni non riesce a dedurre il modello o le analogie o la legge che esplicita la situazione problematica; individua nessuna o solo alcune delle grandezze fisiche necessarie.	<ul style="list-style-type: none"> • Riconosce che l'induzione elettromagnetica è all'origine della forza di resistenza passiva che agisce sul magnete. • Descrive la variazione di flusso del campo magnetico del magnete attraverso ciascuna spira conduttrice sia in avvicinamento che in allontanamento da essa. • Mette in evidenza e giustifica, in base alla legge di Faraday-Neumann, che l'intensità di corrente indotta nelle spire dipende dalla velocità di caduta del magnete. • Utilizza la legge di Lenz per giustificare il verso delle correnti indotte nelle spire. • Spiega che anche se il magnete viene capovolto il suo moto viene ugualmente ostacolato dalla presenza delle spire conduttrici mettendo in risalto le differenze rispetto alla situazione precedente. 	0-4	
	L2	Analizza in modo parziale il contesto teorico o sperimentale proposto; dai dati numerici o dalle informazioni deduce, in parte o in modo non completamente corretto , il modello o le analogie o la legge che esplicita la situazione problematica; individua solo alcune delle grandezze fisiche necessarie.		5-9	
	L3	Analizza in modo completo anche se non critico il contesto teorico o sperimentale proposto; dai dati numerici o dalle informazioni deduce il modello o le analogie o la legge che esplicita quasi correttamente la situazione problematica; individua tutte le grandezze fisiche necessarie.		10-14	
	L4	Analizza in modo completo e critico il contesto teorico o sperimentale proposto; dai dati numerici o dalle informazioni deduce correttamente il modello o le analogie o la legge che esplicita la situazione problematica; individua tutte le grandezze fisiche necessarie.		15-18	
Formalizzare situazioni problematiche e applicare gli strumenti matematici e disciplinari rilevanti per la loro risoluzione	L1	Individua una formulazione matematica non idonea, in tutto o in parte , a rappresentare il fenomeno fisico, usa un simbolismo solo in parte adeguato, non mette in atto il procedimento risolutivo richiesto dal tipo di relazione matematica individuata.	<ul style="list-style-type: none"> • Discute il bilancio energetico della situazione problematica proposta, sia nella fase di accelerazione sia quando il magnete raggiunge la velocità limite. • Calcola al termine della caduta quanta energia meccanica è stata trasformata in altre forme di energia, specificando in quali forme. • Calcola l'intensità di corrente che circola nelle due spire quando il magnete raggiunge la stessa velocità limite che raggiunge nel tubo di rame. 	0-4	
	L2	Individua una formulazione matematica parzialmente idonea a rappresentare il fenomeno fisico, usa un simbolismo solo in parte adeguato , mette in atto parte del procedimento risolutivo richiesto dal tipo di relazione matematica individuata.		5-10	
	L3	Individua una formulazione matematica idonea a rappresentare il fenomeno fisico anche se con qualche incertezza , usa un simbolismo adeguato, mette in atto un adeguato procedimento risolutivo richiesto dal tipo di relazione matematica individuata.		11-16	

	L4	Individua una formulazione matematica idonea e ottimale a rappresentare il fenomeno fisico, usa un simbolismo necessario, mette in atto il corretto e ottimale procedimento risolutivo richiesto dal tipo di relazione matematica individuata.		17-21	
Interpretare e/o elaborare i dati proposti, anche di natura sperimentale, verificandone la pertinenza al modello scelto	L1	Fornisce una spiegazione sommatoria o frammentaria del significato dei dati o delle informazioni presenti nel testo, non è in grado di riunire gli elementi acquisiti al fine di delineare una struttura organizzata e coerente alla situazione problematica proposta.	<ul style="list-style-type: none"> • Deduce, dai dati di tabella, le velocità medie di caduta del magnete nel tubo di rame, dalle diverse altezze. • Costruisce un grafico della velocità media in funzione dell'altezza. • Describe l'andamento del grafico e determina il valore limite della velocità del magnete. • Spiega perché la velocità del magnete aumenta fino a raggiungere una velocità limite. • Determina il valore numerico della costante k di proporzionalità tra l'intensità della forza frenante e la velocità del magnete, utilizzando il valore della velocità limite determinato dal grafico. • Spiega perché se il tubo di rame viene sostituito con un tubo di alluminio di identiche dimensioni, il magnete raggiunge una velocità limite maggiore. 	0-4	
	L2	Fornisce una spiegazione parzialmente corretta del significato dei dati o delle informazioni presenti nel testo, è in grado solo parzialmente di riunire gli elementi acquisiti al fine di delineare una struttura organizzata e coerente alla situazione problematica proposta.		5-10	
	L3	Fornisce una spiegazione corretta del significato dei dati o delle informazioni presenti nel testo, è in grado di riunire gli elementi acquisiti al fine di delineare una struttura organizzata e coerente alla situazione problematica proposta, anche se con qualche incertezza .		11-16	
	L4	Fornisce una spiegazione corretta ed esaustiva del significato dei dati o delle informazioni presenti nel testo, è in grado, in modo critico ed ottimale , di riunire gli elementi acquisiti al fine di delineare una struttura organizzata e coerente alla situazione problematica proposta.		17-21	
Descrivere il processo risolutivo adottato e comunicare i risultati ottenuti valutandone la coerenza con la situazione problematica proposta	L1	Giustifica in modo confuso e frammentato le scelte fatte sia per la definizione del modello o delle analogie o della legge, sia per il processo risolutivo adottato; comunica con linguaggio scientificamente non adeguato le soluzioni ottenute di cui non riesce a valutare la coerenza con la situazione problematica; non formula giudizi di valore e di merito complessivamente sulla soluzione del problema.	<ul style="list-style-type: none"> • Motiva le scelte effettuate sulla base dei dati forniti, delle ipotesi formulate e del modello esplicativo adottato e in particolare: <ul style="list-style-type: none"> a) comunica i dati sperimentali ottenuti dai quali individua una forza frenante di origine elettromagnetica ed una velocità limite. b) valuta che il modello dell'induzione elettromagnetica, semplificato con le spire nel plexiglas, interpreta i valori sperimentali. c) valuta che l'energia meccanica iniziale del magnete viene quasi completamente dissipata in energia elettromagnetica. • Comunica adoperando il linguaggio specifico. 	0-3	
	L2	Giustifica in modo parziale le scelte fatte sia per la definizione del modello o delle analogie o della legge, sia per il processo risolutivo adottato; comunica con linguaggio scientificamente non adeguato le soluzioni ottenute di cui riesce a valutare solo in parte la coerenza con la situazione problematica; formula giudizi molto sommari di valore e di merito complessivamente sulla soluzione del problema.		4-7	
	L3	Giustifica in modo completo le scelte fatte sia per la definizione del modello o delle analogie o della legge, sia per il processo risolutivo adottato; comunica con linguaggio scientificamente adeguato anche se con qualche incertezza le soluzioni ottenute di cui riesce a		8-11	

		valutare la coerenza con la situazione problematica; formula giudizi un po' sommari di valore e di merito complessivamente sulla soluzione del problema.		
	L4	Giustifica in modo completo ed esauriente le scelte fatte sia per la definizione del modello o delle analogie o della legge, sia per il processo risolutivo adottato; comunica con linguaggio scientificamente corretto le soluzioni ottenute di cui riesce a valutare completamente la coerenza con la situazione problematica; formula correttamente ed esaustivamente giudizi di valore e di merito complessivamente sulla soluzione del problema.		12-15
TOTALE				

Sezione A :VALUTAZIONE DEL PROBLEMA 2

Indicatori	Livello	Descrittori	Evidenze	Punti	Punteggio
Esaminare la situazione fisica proposta formulando le ipotesi esplicative attraverso modelli o analogie o leggi	L1	Analizza in modo superficiale o frammentario il contesto teorico o sperimentale proposto; dai dati numerici o dalle informazioni non riesce a dedurre il modello o le analogie o la legge che esplicita la situazione problematica; individua nessuna o solo alcune delle grandezze fisiche necessarie.	<ul style="list-style-type: none"> • Descrive la quantizzazione dell'energia dell'elettrone nell'atomo di idrogeno prevista dal modello di Bohr. • Descrive l'emissione di fotoni di energia ben definita dall'atomo di idrogeno come conseguenza del passaggio dell'elettrone tra due diversi livelli di energia. • Mette in relazione l'energia dei fotoni emessi con la relativa lunghezza d'onda. • Ipotizza, in analogia con il modello di Bohr, che le righe di Pickering vengono emesse nel passaggio di un elettrone tra due diversi livelli di energia. • Formula una possibile spiegazione sull'origine delle righe di Pickering. 	0-4	
	L2	Analizza in modo parziale il contesto teorico o sperimentale proposto; dai dati numerici o dalle informazioni deduce, in parte o in modo non completamente corretto , il modello o le analogie o la legge che esplicita la situazione problematica; individua solo alcune delle grandezze fisiche necessarie.		5-9	
	L3	Analizza in modo completo anche se non critico il contesto teorico o sperimentale proposto; dai dati numerici o dalle informazioni deduce il modello o le analogie o la legge che esplicita quasi correttamente la situazione problematica; individua tutte le grandezze fisiche necessarie.		10-14	
	L4	Analizza in modo completo e critico il contesto teorico o sperimentale proposto; dai dati numerici o dalle informazioni deduce correttamente il modello o le analogie o la legge che esplicita la situazione problematica; individua tutte le grandezze fisiche necessarie.		15-18	
Formalizzare situazioni problematiche e applicare gli strumenti matematici e disciplinari rilevanti per la loro risoluzione	L1	Individua una formulazione matematica non idonea, in tutto o in parte , a rappresentare il fenomeno fisico, usa un simbolismo solo in parte adeguato, non mette in atto il procedimento risolutivo richiesto dal tipo di relazione matematica individuata.	<ul style="list-style-type: none"> • Calcola dalle lunghezze d'onda di Pickering la differenza di energia tra i livelli dell'atomo che le emette. • Deduce, sostituendo R_H con $R'_H=4R_H$ nella formula di Balmer, una nuova formula che mette in relazione $\frac{1}{\lambda}$ con $1/\left(\frac{n}{2}\right)^2$. • Applica il modello di Bohr per dedurre l'espressione dei livelli di energia di un atomo idrogenoide. • Deduce, in funzione di Z, l'espressione dell'energia dei fotoni emessi da un atomo idrogenoide. • Deduce l'espressione di R'_H per un atomo idrogenoide. • Deduce che l'atomo idrogenoide che emette le righe di Pickering ha Z=2 e quindi è un atomo di elio ionizzato. 	0-4	
	L2	Individua una formulazione matematica parzialmente idonea a rappresentare il fenomeno fisico, usa un simbolismo solo in parte adeguato , mette in atto parte del procedimento risolutivo richiesto dal tipo di relazione matematica individuata.		5-10	
	L3	Individua una formulazione matematica idonea a rappresentare il fenomeno fisico anche se con qualche incertezza , usa un simbolismo adeguato, mette in atto un adeguato procedimento risolutivo richiesto dal tipo di relazione matematica individuata.		11-16	
	L4	Individua una formulazione matematica idonea e ottimale a rappresentare il fenomeno fisico, usa un simbolismo necessario, mette in atto il corretto e ottimale procedimento risolutivo richiesto dal tipo di relazione matematica individuata.		17-21	
	L1	Fornisce una spiegazione sommatoria o frammentaria del significato dei dati o delle informazioni presenti nel testo, non è in grado di riunire gli elementi acquisiti al fine di		0-4	

Interpretare e/o elaborare i dati proposti, anche di natura sperimentale, verificandone la pertinenza al modello scelto		delineare una struttura organizzata e coerente alla situazione problematica proposta.	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizza la formula di Balmer e i dati della tabella per calcolare analiticamente o graficamente il valore sperimentale di R_H. • Determina il valore sperimentale di R_H con il giusto numero di cifre significative. • Utilizza il valore sperimentale di R_H per determinare i valori dei numeri n seminteri corrispondenti, secondo la formula di Balmer, alle righe di Pickering. 		
	L2	Fornisce una spiegazione parzialmente corretta del significato dei dati o delle informazioni presenti nel testo, è in grado solo parzialmente di riunire gli elementi acquisiti al fine di delineare una struttura organizzata e coerente alla situazione problematica proposta.		5-10	
	L3	Fornisce una spiegazione corretta del significato dei dati o delle informazioni presenti nel testo, è in grado di riunire gli elementi acquisiti al fine di delineare una struttura organizzata e coerente alla situazione problematica proposta, anche se con qualche incertezza .		11-16	
	L4	Fornisce una spiegazione corretta ed esaustiva del significato dei dati o delle informazioni presenti nel testo, è in grado, in modo critico ed ottimale , di riunire gli elementi acquisiti al fine di delineare una struttura organizzata e coerente alla situazione problematica proposta.		17-21	
Descrivere il processo risolutivo adottato e comunicare i risultati ottenuti valutandone la coerenza con la situazione problematica proposta	L1	Giustifica in modo confuso e frammentato le scelte fatte sia per la definizione del modello o delle analogie o della legge, sia per il processo risolutivo adottato; comunica con linguaggio scientificamente non adeguato le soluzioni ottenute di cui non riesce a valutare la coerenza con la situazione problematica; non formula giudizi di valore e di merito complessivamente sulla soluzione del problema.	<ul style="list-style-type: none"> • Illustra che per n_2 pari e maggiore di 4 la nuova formula descrive le righe di Balmer. • Illustra che per n_2 dispari e maggiore di 4 la nuova formula descrive le righe di Pickering. • Esprime proprie valutazioni sulla correttezza delle deduzioni di Pickering. • Motiva le scelte effettuate sulla base dei dati forniti, delle ipotesi formulate e del modello esplicativo adottato. • Comunica con un linguaggio specifico adeguato. 	0-3	
	L2	Giustifica in modo parziale le scelte fatte sia per la definizione del modello o delle analogie o della legge, sia per il processo risolutivo adottato; comunica con linguaggio scientificamente non adeguato le soluzioni ottenute di cui riesce a valutare solo in parte la coerenza con la situazione problematica; formula giudizi molto sommari di valore e di merito complessivamente sulla soluzione del problema.		4-7	
	L3	Giustifica in modo completo le scelte fatte sia per la definizione del modello o delle analogie o della legge, sia per il processo risolutivo adottato; comunica con linguaggio scientificamente adeguato anche se con qualche incertezza le soluzioni ottenute di cui riesce a valutare la coerenza con la situazione problematica; formula giudizi un po' sommari di valore e di merito complessivamente sulla soluzione del problema.		8-11	
	L4	Giustifica in modo completo ed esauriente le scelte fatte sia per la definizione del modello o delle analogie o della legge, sia per il processo risolutivo adottato; comunica con linguaggio scientificamente corretto le soluzioni ottenute di cui riesce a valutare completamente la coerenza con la situazione problematica; formula correttamente ed esaustivamente giudizi di valore e di merito complessivamente sulla soluzione del problema.		12-15	
TOTALE					

Sezione B: VALUTAZIONE DEI QUESITI

Indicatori	Quesiti (Valore massimo attribuibile 75/150 = 25x3)						Punteggio sez. B
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	
COMPRESIONE e CONOSCENZA <i>Comprende la richiesta.</i> <i>Conosce i contenuti.</i>	(0-7) —	(0-6) —	(0-5) —	(0-6) —	(0-7) —	(0-7) —	
ABILITA' LOGICHE e RISOLUTIVE <i>È in grado di separare gli elementi dell'esercizio evidenziandone i rapporti.</i> <i>Usa un linguaggio appropriato.</i> <i>Sceglie strategie risolutive adeguate.</i>	(0-6) —	(0-6) —	(0-5) —	(0-6) —	(0-3) —	(0-6) —	
CORRETTEZZA dello SVOLGIMENTO <i>Esegue calcoli corretti.</i> <i>Applica Tecniche e Procedure, anche grafiche, corrette.</i>	(0-3) —	(0-4) —	(0-6) —	(0-7) —	(0-6) —	(0-3) —	
ARGOMENTAZIONE <i>Giustifica e Commenta le scelte effettuate.</i>	(0-6) —	(0-4) —	(0-5) —	(0-3) —	(0-5) —	(0-6) —	
VALUTAZIONE <i>Formula autonomamente giudizi critici di valore e di metodo.</i>	(0-3) —	(0-5) —	(0-4) —	(0-3) —	(0-4) —	(0-3) —	
Punteggio totale quesito							

Calcolo del punteggio Totale

PUNTEGGIO SEZIONE A(PROBLEMA)	PUNTEGGIO SEZIONE B(QUESITI)	PUNTEGGIO TOTALE

Tabella di conversione dal punteggio grezzo al voto in quindicesimi

<i>Punteggio Totale</i>	0-4	5-10	11-18	19-26	27-34	35-43	44-53	54-63	64-74	75-85	86-97	98-109	110-123	124-137	138-150
<i>Voto</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15