



Codice del candidato:

--

**Državni izpitni center**



SESSIONE PRIMAVERILE

# **F I S I C A**

≡ Prova d'esame 2 ≡

**Martedì, 11 giugno 2013 / 90 minuti**

*Al candidato sono consentiti l'uso della penna stilografica o della penna a sfera, della matita HB o B, della gomma, del temperamatite, degli strumenti geometrici e di una calcolatrice tascabile priva di interfaccia grafica o possibilità di calcolo con simboli.*

*Al candidato viene consegnata una scheda di valutazione.*

*Nella prova è inserito un allegato staccabile contenente le costanti e le equazioni.*

## **MATURITÀ GENERALE**

### **INDICAZIONI PER I CANDIDATI**

**Leggete con attenzione le seguenti indicazioni.**

**Non aprite la prova d'esame e non iniziate a svolgerla prima del via dell'insegnante preposto.**

Incollate o scrivete il vostro numero di codice (negli spazi appositi su questa pagina in alto a destra e sulla scheda di valutazione).

In questa prova d'esame troverete 6 problemi; dovrete sceglierne 3 e rispondere alle domande in essi proposte. Il punteggio massimo che potete conseguire è di 45 punti (15 punti per ciascuno dei problemi scelti). Per risolvere i quesiti potete fare uso dei dati ricavabili dal sistema periodico che trovate a pagina 2 nonché delle costanti ed equazioni contenute nell'allegato staccabile.

Nella seguente tabella tracciate una "x" sotto i numeri corrispondenti ai problemi da voi scelti; in mancanza di vostre indicazioni, il valutatore procederà alla correzione dei primi tre problemi in cui avrà trovato dei quesiti risolti.

1.	2.	3.	4.	5.	6.

Scrivete le vostre risposte negli spazi appositamente previsti **all'interno della prova** utilizzando la penna stilografica o la penna a sfera. Scrivete in modo leggibile: in caso di errore, tracciate un segno sulla risposta scorretta e scrivete accanto ad essa quella corretta. Alle risposte e alle correzioni scritte in modo illeggibile verranno assegnati 0 punti.

Le risposte devono riportare tutto il procedimento attraverso il quale si giunge alla soluzione, con i calcoli intermedi e le vostre deduzioni. Nel caso in cui un quesito sia stato risolto in più modi, deve essere indicata con chiarezza la soluzione da valutare. Oltre ai calcoli sono possibili anche altri tipi di risposta (disegno, testo scritto, grafico ecc.).

Abbiate fiducia in voi stessi e nelle vostre capacità. Vi auguriamo buon lavoro.

*La prova si compone di 24 pagine, di cui 3 vuote.*



## Costanti ed equazioni

raggio medio terrestre	$r_T = 6370 \text{ km}$
accelerazione di gravità	$g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$
velocità della luce	$c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$
carica elementare	$e_0 = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ As}$
numero di Avogadro	$N_A = 6,02 \cdot 10^{26} \text{ kmol}^{-1}$
costante universale dei gas	$R = 8,31 \cdot 10^3 \text{ J kmol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
costante gravitazionale	$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$
costante dielettrica	$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ AsV}^{-1} \text{ m}^{-1}$
costante di permeabilità	$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ VsA}^{-1} \text{ m}^{-1}$
costante di Boltzmann	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$
costante di Planck	$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js} = 4,14 \cdot 10^{-15} \text{ eVs}$
costante di Stefan	$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
unità di massa atomica	$m_u = 1 \text{ u} = 1,66054 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931,494 \text{ MeV}/c^2$
energia propria dell'unità di massa atomica	$m_u c^2 = 931,494 \text{ MeV}$
massa dell'elettrone	$m_e = 9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg} = 1 \text{ u}/1823 = 0,5110 \text{ MeV}/c^2$
massa del protone	$m_p = 1,67262 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1,00728 \text{ u} = 938,272 \text{ MeV}/c^2$
massa del neutrone	$m_n = 1,67493 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1,00866 \text{ u} = 939,566 \text{ MeV}/c^2$

### Moto

$$s = vt$$

$$s = \bar{v}t$$

$$s = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$$v = v_0 + at$$

$$v^2 = v_0^2 + 2as$$

$$\nu = \frac{1}{t_0}$$

$$\omega = 2\pi\nu$$

$$v_0 = \frac{2\pi r}{t_0}$$

$$a_r = \frac{v_0^2}{r}$$

$$s = s_0 \text{sen } \omega t$$

$$v = \omega s_0 \text{cos } \omega t$$

$$a = -\omega^2 s_0 \text{sen } \omega t$$

### Forza

$$g(r) = g \frac{r_T^2}{r^2}$$

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$\frac{r^3}{t_0^2} = \text{cost.}$$

$$F = ks$$

$$F = pS$$

$$F = k_{\text{att}} F_n$$

$$F = \rho g V$$

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

$$\vec{G} = m\vec{v}$$

$$\vec{F}\Delta t = \Delta\vec{G}$$

$$M = rF \text{sen } \alpha$$

$$\Delta p = \rho gh$$

### Energia

$$A = \vec{F} \cdot \vec{s}$$

$$A = Fs \text{cos } \varphi$$

$$W_c = \frac{mv^2}{2}$$

$$W_p = mgh$$

$$W_{\text{el.}} = \frac{ks^2}{2}$$

$$P = \frac{A}{t}$$

$$A = \Delta W_c + \Delta W_p + \Delta W_{\text{el}}$$

$$A = -p\Delta V$$

**Elettricità**

$$I = \frac{e}{t}$$

$$F = \frac{e_1 e_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

$$\vec{F} = e\vec{E}$$

$$U = \vec{E} \cdot \vec{s} = \frac{A_e}{e}$$

$$E = \frac{e}{2\epsilon_0 S}$$

$$e = CU$$

$$C = \frac{\epsilon_0 S}{l}$$

$$W_e = \frac{CU^2}{2} = \frac{e^2}{2C}$$

$$U = RI$$

$$R = \frac{\rho l}{S}$$

$$U_{\text{ef}} = \frac{U_0}{\sqrt{2}}; I_{\text{ef}} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$$

$$P = UI$$

**Calore**

$$n = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A}$$

$$pV = nRT$$

$$\Delta l = \alpha l \Delta T$$

$$\Delta V = \beta V \Delta T$$

$$A + Q = \Delta W$$

$$Q = cm \Delta T$$

$$Q = qm$$

$$W_0 = \frac{3}{2} kT$$

$$P = \frac{Q}{t}$$

$$P = \lambda S \frac{\Delta T}{\Delta t}$$

$$j = \frac{P}{S}$$

$$j = \sigma T^4$$

**Magnetismo**

$$\vec{F} = I\vec{l} \times \vec{B}$$

$$F = IlB \sin \alpha$$

$$\vec{F} = e\vec{v} \times \vec{B}$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

$$B = \frac{\mu_0 NI}{l}$$

$$M = NISB \sin \alpha$$

$$\Phi = BS \cos \alpha$$

$$U_i = l\omega B$$

$$U_i = \omega SB \sin \omega t$$

$$U_i = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

$$L = \frac{\Phi}{I}$$

$$W_m = \frac{LI^2}{2}$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

**Ottica**

$$n = \frac{c_0}{c}$$

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c_1}{c_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$$

$$\frac{s}{p} = \frac{b}{a}$$

**Onde e oscillazioni**

$$t_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$t_0 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$t_0 = 2\pi \sqrt{LC}$$

$$c = \lambda \nu$$

$$d \sin \alpha = N \lambda$$

$$j = \frac{P}{4\pi r^2}$$

$$\nu = \nu_0 \left(1 \pm \frac{v}{c}\right)$$

$$\nu = \frac{\nu_0}{1 \mp \frac{v}{c}}$$

$$c = \sqrt{\frac{Fl}{m}}$$

$$\sin \varphi = \frac{c}{v}$$

**Fisica moderna**

$$W_f = h\nu$$

$$W_f = L_{\text{est.}} + W_c$$

$$W_f = \Delta W_{\text{in}}$$

$$\Delta W = \Delta mc^2$$

$$N = N_0 2^{-\frac{t}{t_{1/2}}} = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$$

$$A = N \lambda$$

### Problema 1: Misurazioni

Da un pezzo di plastilina abbiamo modellato delle palline di grandezza diversa, pesandone dapprima la massa e poi misurandone più volte il diametro con il calibro a cursore. La bilancia utilizzata pesa la massa con la precisione di 1,0 g. I dati misurati sono stati riportati nella tabella sottostante.

$m$ [g]	$d_1$ [cm]	$d_2$ [cm]	$d_3$ [cm]	$d_4$ [cm]	$d_5$ [cm]	$\bar{d}$ [cm]	$\bar{V}$ [cm <sup>3</sup> ]
90	4,76	4,79	4,95	4,62	4,88		
80	4,50	4,41	4,60	4,69	4,54	4,55	
70	4,62	4,40	4,52	4,58	4,51	4,53	
60	4,18	4,09	4,06	4,22	4,13	4,14	
50	3,90	3,97	3,71	3,89	3,91	3,87	
40	3,70	3,60	3,48	3,64	3,59	3,60	
30	3,12	3,05	3,06	3,09	3,04	3,07	
20	2,87	2,94	3,00	2,89	2,90	2,92	
10	2,27	2,29	2,30	2,26	2,28	2,28	

- 1.1. Calcolate il valore medio del diametro mancante per la prima pallina e scrivetelo nella colonna corrispondente della tabella.

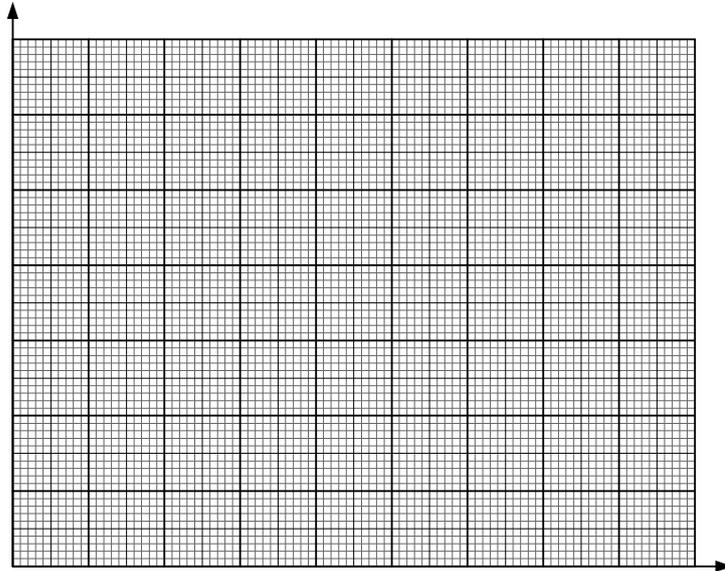
(1 punto)

Il volume di una pallina è calcolato con la formula  $V = \frac{\pi d^3}{6}$ .

- 1.2. Calcolate i volumi medi di ogni pallina e riportateli nell'ultima colonna della tabella.

(1 punto)

- 1.3. Tracciate il grafico che esprima la dipendenza del volume delle palline dalle loro masse. Tracciate, oltre alla retta che meglio interpola i punti, anche le due rette che, partendo dall'origine, raggiungono i punti in modo da ottenere la retta di maggiore e di minore pendenza.



(4 punti)

- 1.4. Determinate i coefficienti angolari delle tre rette  $\bar{k}$ ,  $k_{\min}$  e  $k_{\max}$ .

(2 punti)

Il coefficiente angolare della retta media  $\bar{k}$  è collegato alla densità della plastilina.

- 1.5. Scrivete la dipendenza tra il valore medio della densità della plastilina e il coefficiente angolare della retta media e calcolate la densità.

(2 punti)

- 1.6. Usando i valori  $k_{\min}$  e  $k_{\max}$  determinate l'errore assoluto e l'errore relativo della densità della plastilina.

(2 punti)

- 1.7. Calcolate quante palline di diametro  $d = 2,0$  cm si possono ottenere da un chilogrammo di plastilina.

(2 punti)

- 1.8. Considerando l'errore di misura della densità della plastilina, è possibile calcolare il numero di palline con una esattezza tale che lo scarto d'errore sia di non più di 15 palline? Argomentate la risposta.

(1 punto)

**Problema 2: Meccanica**

Un treno è costituito da una locomotiva di massa 78 t e da tre vagoni di massa 12 t ciascuno. Il treno parte dalla stazione con un'accelerazione di  $1,8 \text{ m s}^{-2}$  e accelera fino a raggiungere la velocità di  $20 \text{ m s}^{-1}$ , poi viaggia uniformemente alla stessa velocità.

2.1. Calcolate l'intervallo di tempo nel quale il treno accelera.

*(1 punto)*

2.2. Calcolate il percorso coperto dal treno mentre accelerava.

*(1 punto)*

La forza d'attrito che durante il viaggio agisce lungo il binario orizzontale su tutti e tre i vagoni è di 7,1 kN .

2.3. Calcolate con quale forza la locomotiva traina i vagoni durante l'accelerazione.

*(2 punti)*

Due minuti dopo la partenza dalla stazione, il treno percorre una salita.

2.4. Calcolate qual è la velocità media del treno dall'inizio del moto all'istante in cui raggiunge la salita.

*(2 punti)*

Sulla salita, il treno viaggia uniformemente a velocità dimezzata e cioè a  $10 \text{ m s}^{-1}$ . La pendenza della salita è tale che per ogni 1000 m di distanza orizzontale l'altezza aumenta di 25 m. Considerate che la forza d'attrito è la stessa che agisce sul binario orizzontale. Il treno, però, viene frenato, oltre che da questa forza, anche dalla componente del peso del treno parallela alla salita.

2.5. Calcolate quant'è la componente del peso dei vagoni che li frena.

*(1 punto)*

2.6. Calcolate la potenza con cui la locomotiva traina i vagoni lungo la salita verso l'alto.

*(2 punti)*

In cima alla salita il terreno ritorna orizzontale, il binario invece devia in una curva di raggio 120 m. Il treno percorre la curva mantenendo la velocità di  $10 \text{ m s}^{-1}$ .

2.7. Calcolate la forza centripeta che agisce su uno dei vagoni.

*(2 punti)*

Il treno raggiunge la stazione successiva viaggiando alla velocità di  $20 \text{ m s}^{-1}$ , poi frena uniformemente per una distanza di  $60 \text{ m}$  finché la sua velocità diminuisce a  $12 \text{ m s}^{-1}$ .

2.8. Calcolate la forza frenante sul treno.

*(2 punti)*

Quando il treno si ferma, a esso viene agganciato ancora un vagone di massa uguale a quella degli altri vagoni. Il nuovo vagone urta il treno in quiete alla velocità di  $0,50 \text{ m s}^{-1}$  e viene agganciato.

2.9. Calcolate con quale velocità il treno si sposta immediatamente dopo essere stato urtato dal nuovo vagone. Nell'urto, si trascuri l'attrito.

*(2 punti)*

**Problema 3: Termodinamica**

Un recipiente a forma di parallelepipedo, di spigoli  $a = 0,50$  m ,  $b = 0,40$  m e  $c = 0,30$  m , contiene anidride carbonica ( $\text{CO}_2$ ). Quando il recipiente è in equilibrio termico con l'ambiente, la temperatura del gas è di  $12$  °C , mentre la pressione nel recipiente è di  $980$  mbar .

3.1. Calcolate la massa di una kilomole di  $\text{CO}_2$ .

*(1 punto)*

3.2. Calcolate la massa e la densità di  $\text{CO}_2$  nel recipiente.

*(2 punti)*

3.3. Calcolate quante molecole di  $\text{CO}_2$  sono nel recipiente e qual è la velocità di una molecola con energia cinetica media.

*(3 punti)*

Il recipiente con l'anidride carbonica viene riscaldato a  $74\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Considerate che nel processo il recipiente non si dilata.

3.4. Calcolate la pressione nel recipiente riscaldato.

*(2 punti)*

3.5. Calcolate la potenza d'irraggiamento del recipiente nell'ambiente. Tenete conto che la superficie delle pareti del recipiente emette come un corpo nero.

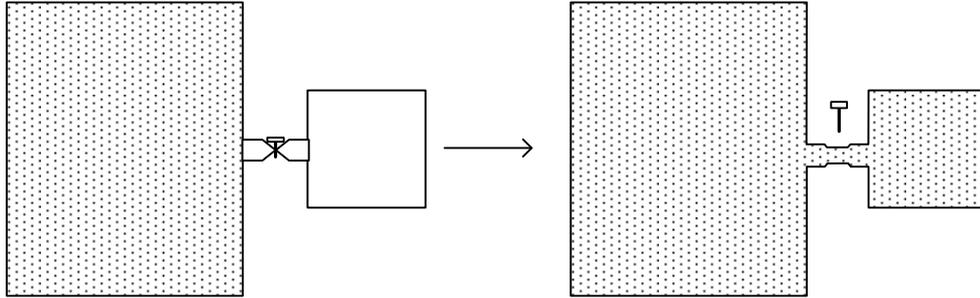
*(3 punti)*

Ad un certo istante cessiamo di riscaldare il recipiente contenente il gas. Non essendo più in equilibrio termico con l'ambiente, la potenza irraggiante è maggiore di quella ricevuta dall'ambiente.

3.6. Calcolate di quanto varia l'energia interna del gas nel recipiente nel primo secondo di chiusura del riscaldamento. Tenete conto che in questo intervallo di tempo il gas si raffredda con la stessa potenza calcolata nel quesito 3.5 e che esso si raffredda solo irraggiando.

*(2 punti)*

Dopo un po' di tempo il recipiente con il gas si raffredda raggiungendo la temperatura ambiente. A questo punto il recipiente con il  $\text{CO}_2$  viene collegato, tramite una valvola, a un secondo recipiente dal quale è stata tolta l'aria. Il volume del secondo recipiente è di  $20 \text{ dm}^3$ . La valvola viene aperta in modo che il  $\text{CO}_2$  si espanda nel secondo recipiente. Nel processo la temperatura del gas non cambia. Il volume del tubo di collegamento con la valvola è trascurabile.



3.7. Calcolate la pressione finale del gas nei due recipienti.

(2 punti)

**Problema 4: Elettricità e magnetismo**

La capacità di un condensatore è di 20 nF .

- 4.1. Calcolate la quantità di carica accumulata nel condensatore, se esso è collegato a una tensione di 10 V .

*(1 punto)*

- 4.2. Calcolate quante cariche elementari sono necessarie per ottenere la quantità di carica posseduta dal condensatore.

*(1 punto)*

Il condensatore è formato da due armature parallele situate alla distanza di 0,10 mm.

- 4.3. Calcolate l'intensità del campo elettrico all'interno del condensatore carico.

*(1 punto)*

- 4.4. Calcolate la superficie di ogni armatura del condensatore.

*(2 punti)*

- 4.5. Calcolate l'energia del campo elettrico nel condensatore carico.

*(1 punto)*

Al condensatore carico viene collegato un solenoide. L'induttività del solenoide è di 0,30 H.

4.6. Disegnate uno schizzo del condensatore e del solenoide nel circuito oscillante.

*(1 punto)*

4.7. Calcolate la corrente massima che attraversa il solenoide.

*(2 punti)*

4.8. Calcolate il flusso magnetico attraverso il solenoide, quando questo viene percorso dalla corrente massima.

*(1 punto)*

4.9. Calcolate la frequenza di oscillazione della tensione nel condensatore.

*(2 punti)*

Tenete conto che il circuito elettrico oscillante è una sorgente di onde elettromagnetiche, che hanno la stessa frequenza del circuito elettrico oscillante.

4.10. Calcolate la lunghezza d'onda dell'onda elettromagnetica emessa dal circuito elettrico oscillante.

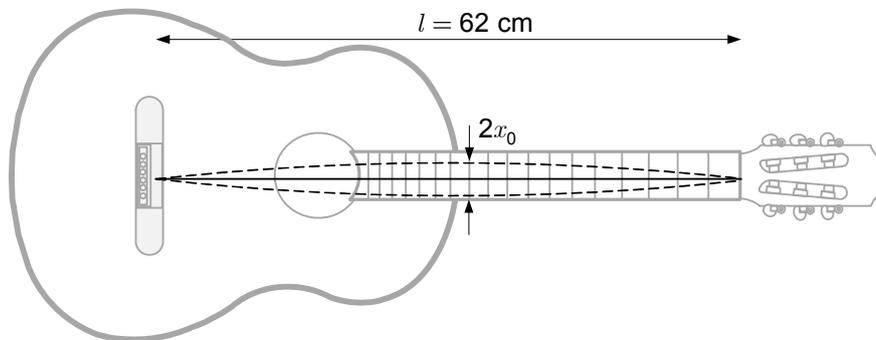
*(2 punti)*

4.11. Come cambia la lunghezza d'onda dell'onda elettromagnetica emessa dal circuito elettrico oscillante se diminuiamo la distanza tra le armature del condensatore? Argomentate la risposta.

*(1 punto)*

### Problema 5: Oscillazioni e onde

Una corda musicale lunga  $62,0\text{ cm}$  è fissata a una chitarra e oscilla come mostra la figura (linea a trattini). L'ampiezza delle oscillazioni del punto nel centro della corda musicale è  $x_0 = 1,0\text{ mm}$ , la frequenza delle oscillazioni della corda musicale è  $196\text{ Hz}$ . La corda musicale ha una massa di  $0,90\text{ g}$ .



5.1. Calcolate il periodo d'oscillazione della corda musicale.

(1 punto)

5.2. Calcolate la velocità massima del punto nel centro della corda musicale. Indicate in quale posizione (estrema, di equilibrio) si trova la corda musicale quando la sua velocità è massima.

(2 punti)

5.3. Calcolate l'accelerazione massima del punto centrale della corda musicale. Indicate in quale posizione (estrema, di equilibrio) si trova la corda musicale quando la sua accelerazione è massima.

(2 punti)

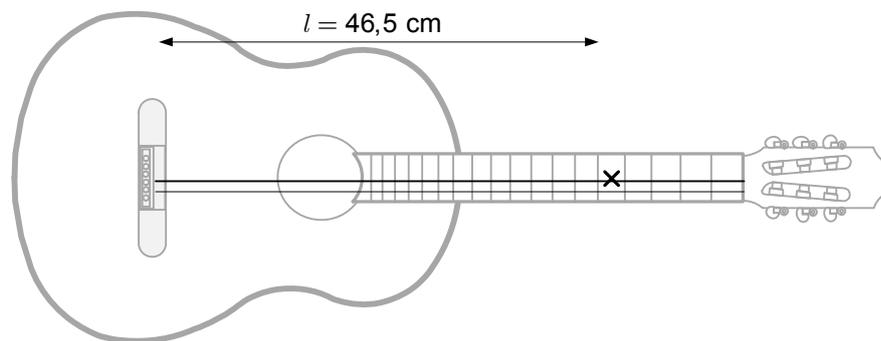
5.4. Calcolate la lunghezza d'onda e la velocità dell'onda sulla corda musicale quando essa oscilla alla frequenza di  $196\text{ Hz}$ .

(2 punti)

5.5. Calcolate la forza con la quale è tesa la corda musicale.

(2 punti)

Premiamo la corda musicale in un punto compreso tra le sue due estremità, in modo che la lunghezza della parte di corda che oscilla liberamente diminuisca a 46,5 cm.



5.6. Calcolate di quanti Hz cambia la frequenza d'oscillazione fondamentale della corda musicale.

(2 punti)

5.7. Mentre la corda musicale di cui abbiamo ridotto la lunghezza sta oscillando, osserviamo che si mette a oscillare anche la corda situata al di sotto di essa. Denominate e descrivete il fenomeno osservato.

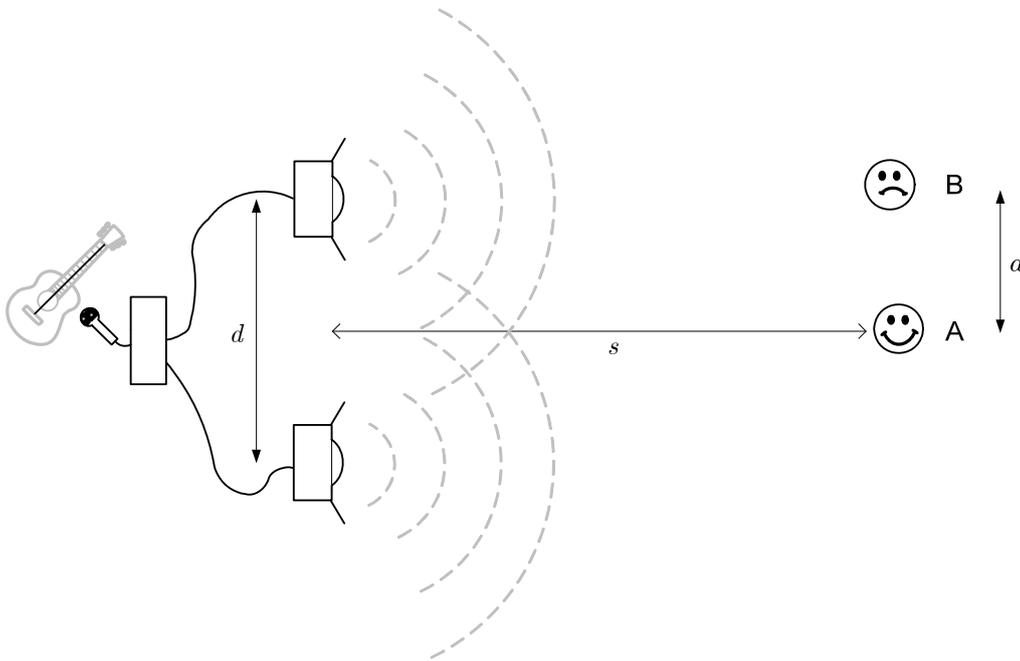
(1 punto)

La velocità di propagazione del suono nell'aria è di  $340 \text{ m s}^{-1}$ .

- 5.8. Calcolate la lunghezza d'onda del suono emesso dalla corda musicale quando essa oscilla alla frequenza di  $196 \text{ Hz}$ .

(1 punto)

Registriamo questo suono (un tono di frequenza costante) con un microfono e lo trasmettiamo attraverso due altoparlanti posti alla distanza  $d = 3,0 \text{ m}$ . Nello spazio davanti agli altoparlanti si trovano due ascoltatori distanti  $s = 10 \text{ m}$  dagli altoparlanti. L'ascoltatore A sente un suono potente, l'ascoltatore B non sente quasi alcun suono.



- 5.9. Calcolate la più piccola distanza possibile  $a$  tra gli ascoltatori, alla quale si verifica il fenomeno appena descritto.

(2 punti)

**Problema 6: Fisica moderna**

Un laser di potenza  $5,0 \text{ mW}$  emette luce monocromatica di frequenza  $5,6 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ .

- 6.1. Calcolate la lunghezza d'onda della luce e determinate il suo colore (violetta, verde oppure rossa).

(2 punti)

- 6.2. Calcolate l'energia dei fotoni di questa luce.

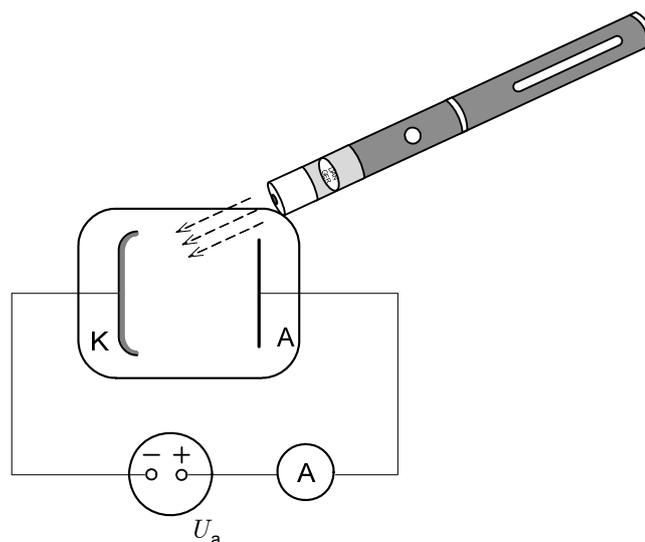
(1 punto)

- 6.3. Calcolate il numero di fotoni che il laser emette in  $1,0 \text{ s}$ .

(1 punto)

Indirizziamo il fascio di luce dal laser verso il catodo di una fotocellula. Il lavoro di estrazione del metallo con il quale è fatto il catodo è di  $1,5 \text{ eV}$ . Collegiamo la fotocellula alla tensione di  $2,4 \text{ V}$  come mostra la figura.

- 6.4. Denominate il fenomeno che si manifesta e scrivete la condizione che deve soddisfare l'energia dei fotoni affinché il fenomeno avvenga.



(2 punti)

Ogni centesimo fotone emesso dal laser espelle un elettrone dal catodo.

6.5. Calcolate la corrente che attraversa la fotocellula.

*(2 punti)*

6.6. Calcolate la velocità massima possibile degli elettroni, quando essi lasciano il catodo della fotocellula.

*(2 punti)*

6.7. Calcolate con quale velocità gli elettroni colpiscono l'anodo della fotocellula (considerate che  $U_a = 2,4 \text{ V}$ ).

*(2 punti)*

6.8. Calcolate il valore limite della tensione d'arresto con la quale la corrente nella fotocellula viene bloccata.

*(1 punto)*

- 6.9. Che cosa dobbiamo fare affinché nella stessa fotocellula aumenti il valore limite della tensione d'arresto?

*(1 punto)*

Sostituiamo il primo laser con un altro che emette luce della stessa frequenza, ma con potenza maggiore del precedente ( 20 mW ).

- 6.10. Descrivete come questo fatto influenza il valore della velocità massima possibile degli elettroni, quando essi lasciano il catodo della fotocellula. Tale velocità è stata da voi calcolata in risposta al quesito 6.6.

*(1 punto)*

**Pagina vuota**

# Pagina vuota

**Pagina vuota**