



Codice del candidato:

--

**Državni izpitni center**



SESSIONE AUTUNNALE

# **F I S I C A**

≡ Prova d'esame 2 ≡

**Giovedì, 29 agosto 2019 / 90 minuti**

*Materiali e sussidi consentiti:*

*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.*

*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 20 pagine, di cui 2 vuote.*



**Costanti ed equazioni**

raggio medio terrestre	$r_T = 6370 \text{ km}$
accelerazione di gravità	$g = 9,81 \text{ ms}^{-2}$
velocità della luce	$c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$
carica elementare	$e_0 = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ A s}$
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	$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ A s V}^{-1} \text{ m}^{-1}$
costante di permeabilità	$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ V s A}^{-1} \text{ m}^{-1}$
costante di Boltzmann	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
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**

$$x = x_0 + vt$$

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

$$x = x_0 + v_0t + \frac{at^2}{2}$$

$$v = v_0 + at$$

$$v^2 = v_0^2 + 2ax$$

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

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

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

**Forza**

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

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

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

$$F = kx$$

$$F = pS$$

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

$$F = \rho g V$$

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

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

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

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

$$\Delta p = \rho gh$$

**Energia**

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

$$W = Fs \cos \varphi$$

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

$$W_p = mgh$$

$$W_{\text{el}} = \frac{kx^2}{2}$$

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

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

$$W = -p\Delta V$$

**Elettricità**

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

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

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

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

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

$$e = CU$$

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

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

$$U = RI$$

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

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

$$P = UI$$

**Calore**

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

$$pV = nRT$$

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

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

$$W + Q = \Delta W_{\text{in}}$$

$$Q = cm\Delta T$$

$$Q = qm$$

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

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

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

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

$$j = \sigma T^4$$

**Magnetismo**

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

$$F = IlB \sin \alpha$$

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

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

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

$$M = NISB \sin \alpha$$

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

$$U_i = lvB$$

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

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

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

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

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

**Ottica**

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

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

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

$$\frac{i}{o} = \frac{b}{a}$$

**Onde e oscillazioni**

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

$$x = x_0 \sin \omega t$$

$$v = \omega x_0 \cos \omega t$$

$$a = -\omega^2 x_0 \sin \omega t$$

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

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

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

$$c = \lambda\nu$$

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

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

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

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

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

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

**Fisica moderna**

$$W_f = h\nu$$

$$W_f = W_{\text{est}} + W_C$$

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

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

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

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

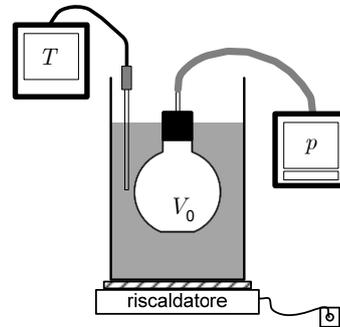
$$A = N\lambda$$



## 1. Misurazioni

Un pallone di vetro chiuso ermeticamente, al quale è collegato un manometro, viene immerso in un riscaldatore elettrico con dell'acqua al suo interno. Quando si riscalda l'acqua nel contenitore, la pressione dell'aria nel pallone aumenta. Nella tabella sono riportati i valori della temperatura dell'acqua e della pressione nel pallone, misurati in istanti diversi.

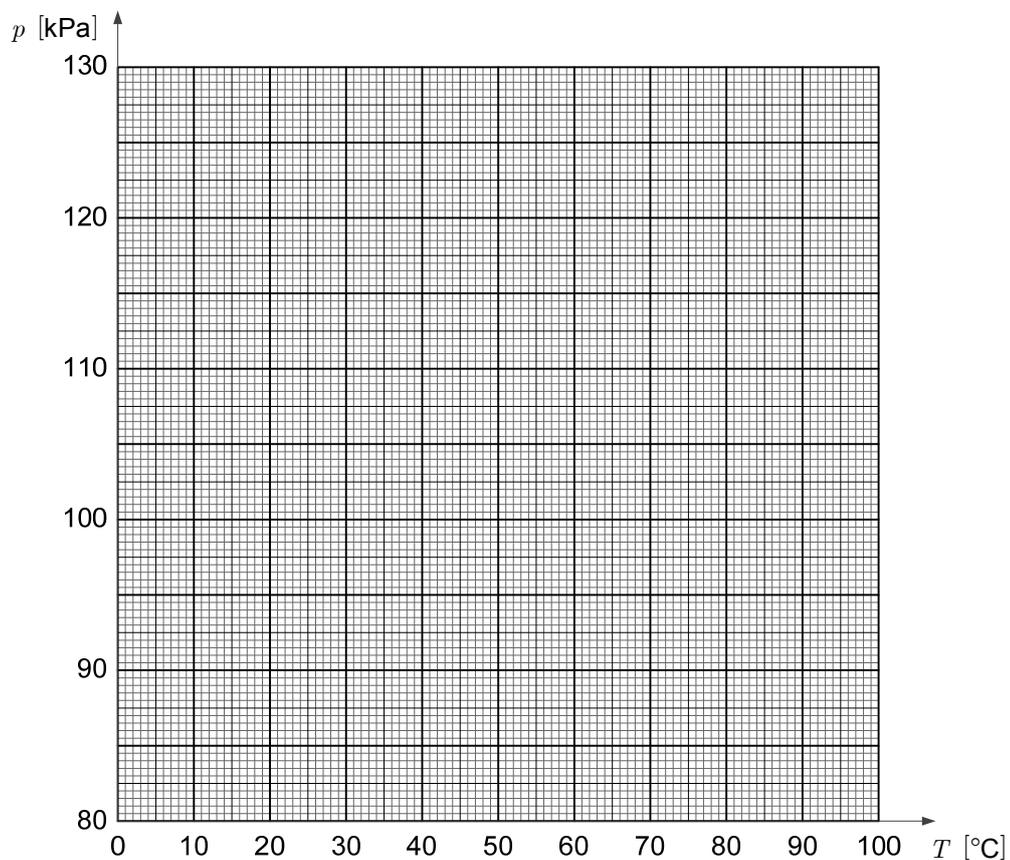
$T$ [°C]	$p$ [kPa]
30	100,1
40	103,1
50	106,2
60	109,0
70	112,3
80	115,2
90	118,2



- 1.1. Calcolate di quanto è aumentata la temperatura durante le misurazioni. Esprimate il risultato in gradi Celsius e in kelvin.

(1 punto)

- 1.2. Tracciate il grafico della pressione dell'aria nel pallone in funzione della temperatura. Tracciate la retta che meglio interpola i punti ricavati dalle misure.



(2 punti)



- 1.3. Calcolate il coefficiente angolare della retta che avete tracciato nel grafico. Indicate nel grafico i punti con i quali avete calcolato il coefficiente angolare. Riportate anche l'unità di misura del coefficiente angolare.

*(2 punti)*

- 1.4. Nell'analisi delle misure consideriamo che la temperatura dell'aria nel pallone sia uguale alla temperatura dell'acqua misurata e che l'equazione di stato dei gas descriva la relazione tra la pressione dell'aria e la temperatura assoluta. Con il coefficiente angolare della retta calcolate la massa dell'aria nel pallone. Il volume del pallone è di 140 ml , la massa di una chilomole d'aria è di 29 kg .

*(2 punti)*

- 1.5. Assumiamo di aver calcolato il coefficiente angolare con l'errore relativo del 3 % , il volume del pallone invece è stato misurato con l'errore assoluto di 2 ml . Basandovi su tali valori, determinate l'errore assoluto della massa dell'aria nel pallone, calcolata in precedenza.

*(3 punti)*



- 1.6. Dal grafico  $p(T)$ , che avete tracciato al quesito 2 di questo problema, leggete il valore della pressione corrispondente alla temperatura di  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  e scrivetelo.

(1 punto)

- 1.7. Dal valore della pressione che avete scritto nel quesito precedente e dal coefficiente angolare che avete calcolato, determinate il valore della temperatura alla quale la retta nel grafico  $p(T)$  raggiungerebbe la pressione pari a zero.

(2 punti)

- 1.8. Con la progettazione dell'esperimento si è voluto verificare l'ipotesi che la pressione del gas è direttamente proporzionale alla temperatura assoluta. In tal caso, allo zero assoluto la retta che approssima i dati delle misurazioni dovrebbe indicare una pressione uguale a zero. Per spiegare la discordanza tra i risultati delle misurazioni e l'ipotesi è stata proposta la seguente spiegazione:

Durante l'esperimento abbiamo misurato la temperatura dell'acqua, nella quale è immerso il pallone, e non direttamente la temperatura dell'aria. Poiché l'aria era riscaldata dall'acqua che circondava il pallone, in ogni istante la temperatura dell'aria doveva essere un po' minore della temperatura dell'acqua misurata e usata nell'elaborazione dei dati.

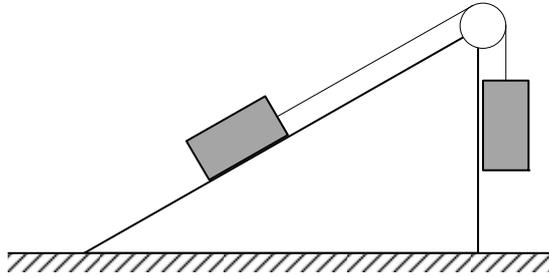
Scrivete se la spiegazione indicata qui sopra può rendere conto dello scostamento dei risultati delle misurazioni dalle ipotesi, e argomentate la vostra risposta.

(2 punti)



## 2. Meccanica

In cima a un piano inclinato di  $30^\circ$  è posta una carrucola leggera, sopra la quale passa un filo con cui sono collegati due corpi uguali, ciascuno di massa  $1,0 \text{ kg}$ .



2.1. Calcolate la forza peso di ciascun corpo.

(1 punto)

2.2. Calcolate la componente dinamica e quella statica della forza peso del corpo sul piano inclinato.

(2 punti)

Il corpo appeso verticalmente pende in modo che inizialmente il suo bordo inferiore si trova a un'altezza di  $1,5 \text{ m}$  rispetto al pavimento. Lasciamo andare i corpi e il corpo sul piano inclinato comincia a muoversi lungo la salita con l'accelerazione di  $1,7 \text{ m s}^{-2}$ .

2.3. Calcolate l'intensità della forza d'attrito tra il corpo e il piano inclinato.

(3 punti)



2.4. Calcolate il coefficiente d'attrito tra il corpo e il piano inclinato.

(2 punti)

2.5. Calcolate la velocità del corpo che si muove verticalmente un istante prima dell'urto con il pavimento.

(2 punti)

2.6. Calcolate l'accelerazione del corpo sul piano inclinato dopo l'istante in cui il corpo che si muove verticalmente ha urtato il pavimento.

(2 punti)

2.7. Calcolate lo spostamento totale del corpo sul piano inclinato dall'inizio del moto fino all'istante in cui raggiunge il punto di massima altezza.

(3 punti)



### 3. Termodinamica

3.1. Scrivete la definizione del flusso di calore e denominate le grandezze in essa presenti.

(1 punto)

In un contenitore ci sono 2,0 litri d'acqua alla temperatura di  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , che è uguale alla temperatura dell'ambiente. La densità dell'acqua è di  $1000\text{ kg m}^{-3}$ .

3.2. Calcolate la massa dell'acqua nel contenitore.

(1 punto)

Il contenitore viene posto sopra una fiamma e in esso si instaura un flusso di calore costante di  $1,0\text{ kW}$ . Il contenitore ha il fondo in ferro, e il suo spessore è di  $5,0\text{ mm}$ . Il coefficiente di conducibilità termica del ferro è di  $80\text{ W m}^{-1}\text{ K}^{-1}$ . La superficie del fondo, attraverso cui fluisce il calore, è di  $100\text{ cm}^2$ .

3.3. Calcolate la temperatura della superficie inferiore del fondo del contenitore nell'istante in cui la temperatura dell'acqua nel contenitore comincia ad aumentare. Assumete che il flusso di calore di  $1,0\text{ kW}$  fluisca tutto attraverso il fondo del contenitore.

(3 punti)

3.4. Calcolate l'intervallo di tempo in cui l'acqua si riscalda fino a raggiungere il punto di ebollizione. Il calore specifico dell'acqua è di  $4200\text{ J kg K}^{-1}$ .

(3 punti)



- 3.5. Calcolate la quantità di calore che deve ricevere l'acqua affinché evapori completamente. Il calore latente di ebollizione dell'acqua è di  $2,26 \text{ MJ kg}^{-1}$ .

(1 punto)

- 3.6. Calcolate il lavoro compiuto dall'acqua di massa  $2,0 \text{ kg}$  durante l'ebollizione, considerando che essa si espande isotermicamente nell'aria alla pressione atmosferica normale e alla temperatura di ebollizione. Assumete che il volume iniziale dell'acqua sia irrilevante.

(4 punti)

- 3.7. Calcolate il flusso di calore con cui irradiano le pareti del contenitore quando questo è alla temperatura di ebollizione. Considerate che il contenitore sia un corpo nero di superficie  $0,10 \text{ m}^2$ .

(2 punti)



#### 4. Elettricità e magnetismo

4.1. Scrivete la definizione di corrente elettrica e denominate le grandezze in essa presenti.

(1 punto)

Le armature circolari di un condensatore dal diametro di 50 cm, sono poste alla distanza di 6,0 cm e sono collegate alla tensione di 10 kV.

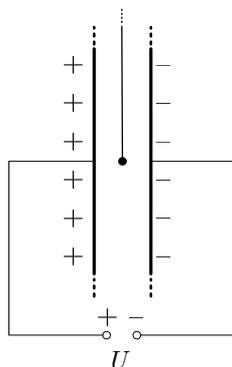
4.2. Calcolate l'intensità del campo elettrico nel condensatore.

(2 punti)

4.3. Calcolate la quantità di carica elettrica sul condensatore.

(2 punti)

Una piccola sfera di materiale conduttore di massa di 1,0 g è appesa a un lungo filo leggero di materiale non conduttore, in modo che essa si trovi esattamente al centro (v. figura) del condensatore del quesito 2 di questo problema. Prima di essere inserita nel condensatore, la sfera è neutra.



4.4. A causa del campo elettrico, sulla superficie della sfera si ridistribuiscono le cariche positive e negative. Denominate questo fenomeno.

(1 punto)



4.5. Scrivete qual è la risultante delle forze elettriche che agiscono sulla sfera.

(1 punto)

La sfera viene illuminata con un fascio di luce UV che, per effetto fotoelettrico, espelle  $10^9$  elettroni dalla sua superficie.

4.6. Calcolate la quantità di carica elettrica sulla sfera e l'intensità della forza elettrica che agisce sulla sfera. Scrivete in quale verso agisce questa forza.

(3 punti)

La sfera accelera verso un'armatura e la urta. Durante l'urto, una quantità di carica elettrica si sposta sulla sfera in modo che, subito dopo il contatto con l'armatura, la sfera abbia la quantità di carica di  $1,8 \text{ nAs}$  dello stesso segno della carica dell'armatura contro la quale urta. Per questo motivo l'armatura respinge la sfera, che accelera verso l'armatura opposta. La stessa cosa si ripete a ogni urto successivo della sfera contro le armature, perciò la sfera rimbalza tra le armature.

4.7. Calcolate l'intervallo di tempo tra due urti successivi della sfera contro le armature. Nel calcolo, considerate che il moto della sfera tra le armature è rettilineo, che gli urti hanno una durata molto breve e che gli urti della sfera contro le armature sono del tutto anelastici, ovvero che dopo ogni urto la sfera è in quiete e viene accelerata dalla forza elettrica.

(3 punti)

Nel circuito rappresentato nella figura colleghiamo un amperometro, in modo che lo strumento misuri la corrente elettrica attraverso il condensatore.

4.8. Calcolate l'intensità media della corrente elettrica misurata dall'amperometro mentre la sfera rimbalza tra le armature.

(2 punti)



## 5. Oscillazioni, onde e ottica

- 5.1. Scrivete se il suono è un'onda longitudinale oppure trasversale e argomentate la vostra risposta.

*(2 punti)*

- 5.2. Scrivete qual è la velocità del suono nell'aria a temperatura ambiente.

*(1 punto)*

- 5.3. Un diapason emette un suono di lunghezza d'onda 17 cm . Il suono si propaga nell'aria che è a temperatura ambiente. Calcolate la frequenza di questo suono.

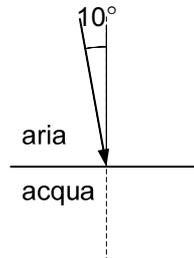
*(1 punto)*

- 5.4. Un ascoltatore si muove alla velocità di  $15 \text{ m s}^{-1}$  verso il diapason, che emette il suono per un intervallo di tempo di 2,0 s . Calcolate la frequenza del suono percepito dall'ascoltatore e per quanto tempo l'ascoltatore sente questo suono.

*(3 punti)*



Il suono emesso dal diapason viene indirizzato verso la superficie dell'acqua all'angolo di  $10^\circ$  rispetto alla normale, come mostrato nella figura sottostante. La velocità del suono nell'acqua è di  $1400 \text{ m s}^{-1}$ .



- 5.5. Calcolate l'angolo rispetto alla normale con il quale il suono si propaga nell'acqua. Nella figura qui sopra, tracciate il raggio corrispondente e contrassegnate l'angolo calcolato.

(2 punti)

- 5.6. Calcolate la lunghezza d'onda del suono e scrivete la frequenza del suono, emesso dal diapason, nell'acqua.

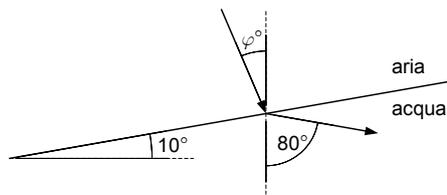
(2 punti)

- 5.7. L'angolo al quale il suono si propaga nell'aria viene aumentato da  $10^\circ$  a  $30^\circ$ . Descrivete e argomentate con il calcolo, che cosa accade con la propagazione del suono nell'acqua quando l'angolo d'incidenza del suono è di  $30^\circ$ .

(2 punti)



- 5.8. In un dato istante l'acqua viene accelerata e la sua superficie si inclina in modo che il suono si propaghi nell'acqua a un angolo di  $80^\circ$  rispetto alla normale. Calcolate l'angolo  $\varphi$  rispetto alla normale, a cui il suono si propaga nell'aria, se la superficie dell'acqua è inclinata di  $10^\circ$ , come mostrato nella figura.



(2 punti)

**6. Fisica moderna e astronomia**

6.1. Scrivete la legge di gravitazione e denominate le grandezze in essa presenti.

(1 punto)

La Terra gira intorno al Sole alla distanza di  $1,5 \cdot 10^{11}$  m .

6.2. Calcolate l'accelerazione centripeta con cui la Terra gira intorno di Sole.

(2 punti)

6.3. Calcolate la massa del Sole.

(2 punti)

La densità del flusso luminoso emesso dal Sole, quando raggiunge la Terra, è di  $1400 \text{ W/m}^2$  .

6.4. Calcolate la potenza d'irraggiamento del Sole.

(2 punti)



6.5. Calcolate il raggio del Sole, se la temperatura della sua superficie è di 6000 K .

(3 punti)

6.6. Calcolate la potenza d'irraggiamento di un chilogrammo di Sole.

(2 punti)

6.7. Calcolate il flusso di energia scambiato, tramite l'irraggiamento, tra l'ambiente e un chilogrammo di una persona di 70 chilogrammi, se la temperatura della persona è di 37 °C mentre la temperatura dell'ambiente è di 20 °C . Nel calcolo considerate il modello in cui la persona è trattata come un corpo nero sferico di 70 litri. La superficie della sfera è  $4\pi r^2$ , il volume della sfera è  $\frac{4}{3}\pi r^3$ .

(3 punti)



**Pagina vuota**



**Pagina vuota**