



Codice del candidato:

--

**Državni izpitni center**



M 2 0 1 4 1 1 1 2 1

SESSIONE PRIMAVERILE

# **F I S I C A**

≡ Prova d'esame 2 ≡

**Venerdì, 12 giugno 2020 / 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.*

*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.

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 all'interno della prova, **nei riquadri appositamente previsti**, 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 3 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	$e_0 = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ As}$
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**

$$x = x_0 + vt$$

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

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

$$v = v_0 + at$$

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

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

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

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

**Forza**

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

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

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

$$F = kx$$

$$F = pS$$

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

$$F = \rho gV$$

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

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

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

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

$$\Delta p = \rho gh$$

**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

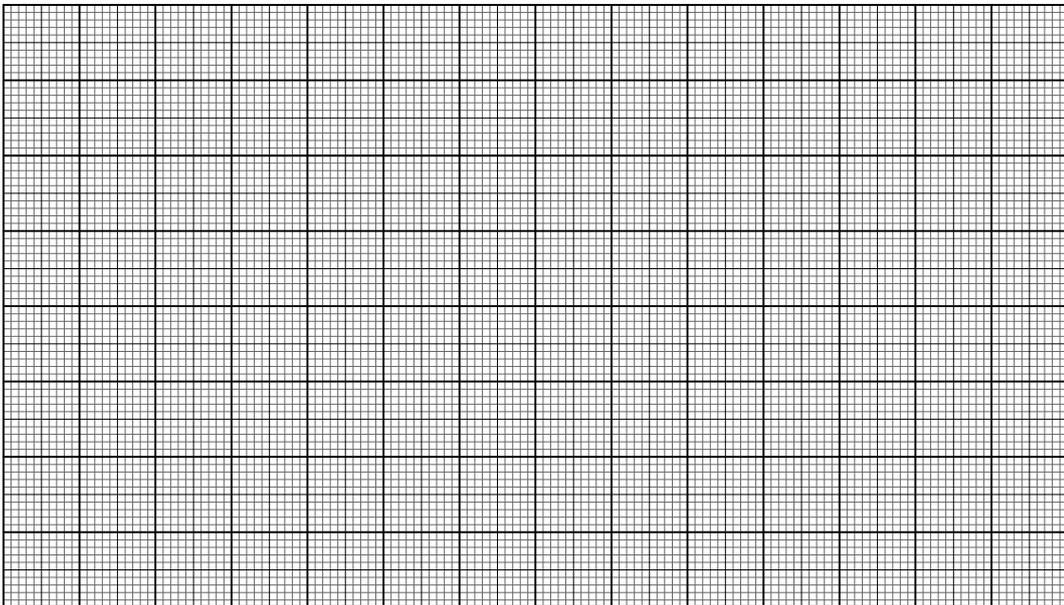
Fissiamo un manometro sulla punta di una siringa, in modo che la siringa sia ermeticamente chiusa. Aumentiamo il volume dell'aria nella siringa a temperatura costante e misuriamo la pressione dell'aria. Le misurazioni sono riportate nella tabella sottostante.

Num. della misurazione	$V$ [ml]	$p$ [kPa]	$p^{-1} \left[ \frac{1}{\text{kPa}} \right]$
1	4,0	176	
2	8,0	97,8	
3	12	68,0	
4	16	51,8	
5	20	41,5	

- 1.1. Calcolate i valori inversi della pressione dell'aria e scriveteli nella quarta colonna della tabella qui sopra.

(1 punto)

- 1.2. Tracciate il grafico dei valori inversi della pressione dell'aria  $p^{-1}$  nella siringa in funzione del volume  $V$ . Tracciate la retta che meglio interpola i dati ottenuti.



(3 punti)



- 1.3. Calcolate il coefficiente angolare della retta che avete tracciato nel grafico. Evidenziate i due punti con i quali avete calcolato il coefficiente angolare. Scrivete inoltre l'unità di misura del coefficiente angolare.

*(2 punti)*

- 1.4. Durante le misurazioni la temperatura dell'aria nella siringa era di  $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Calcolate la massa dell'aria nella siringa basandovi sul coefficiente angolare. Si assuma che la massa di una chilomole d'aria equivalga esattamente a  $29,0\text{ kg}$ .

*(2 punti)*

- 1.5. La temperatura dell'aria è stata misurata con l'errore di  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Calcolate l'errore relativo della temperatura dell'aria espressa in kelvin e scrivete il valore della temperatura dell'aria nella siringa con l'errore relativo nella forma convenzionale.

*(2 punti)*



- 1.6. Supponete di aver determinato il coefficiente angolare della retta con l'errore dello 0,7 % di precisione. Calcolate l'errore relativo e l'errore assoluto della massa dell'aria nella siringa che avete calcolato alla domanda 1.4.

(3 punti)

- 1.7. Nel grafico la retta  $p^{-1}(V)$  che meglio interpola i dati delle misurazioni non interseca l'origine del sistema d'assi, contrariamente a quanto ci si aspetterebbe nella trasformazione di un gas ideale a temperatura costante. Un alunno propone come spiegazione di ciò il fatto che la temperatura dell'aria nella siringa sia aumentata nel corso delle misurazioni. Scrivete se con questa interpretazione si può spiegare lo spostamento della retta e argomentate la risposta.

(2 punti)



## 2. Meccanica

Su un camion vi è una cassa a forma di parallelepipedo di larghezza 1,0 m, lunghezza 1,0 m e altezza 2,0 m. Il centro di massa della cassa coincide con il suo baricentro geometrico. La massa della cassa è di 400 kg. Il coefficiente di adesione tra il fondo del vano di trasporto del camion e la cassa è di 0,40.

2.1. Calcolate il peso della cassa.

(1 punto)

Il camion accelera uniformemente dallo stato di quiete fino alla velocità di 50 km/h sulla distanza di 150 m.

2.2. Calcolate l'accelerazione del camion.

(2 punti)

2.3. Calcolate il lavoro ricevuto dalla cassa durante l'accelerazione descritta sopra. Supponete che la velocità della cassa durante l'accelerazione sia uguale alla velocità del camion.

(2 punti)

2.4. Il fondo del vano di trasporto è orizzontale, la cassa è al centro del fondo e non è appoggiata alle pareti del vano di trasporto. Confermate con il calcolo che durante l'accelerazione descritta sopra la cassa non scivola lungo il fondo del vano di trasporto.

(3 punti)



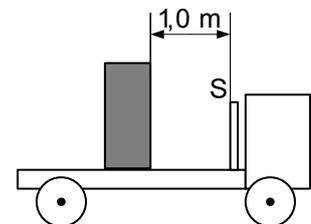
- 2.5. Calcolate la decelerazione del camion alla quale la cassa inizierebbe a scivolare lungo la base d'appoggio.

(2 punti)

- 2.6. Calcolate il momento della forza con cui bisogna agire sulla cassa in quiete per fare sì che essa si rovesci ruotando intorno al suo bordo inferiore anteriore. Calcolate l'intensità della forza che genera un tale momento, se la forza agisce sul centro di massa della cassa in direzione orizzontale e se l'asse di rotazione coincide con il bordo inferiore anteriore della cassa.

(2 punti)

- 2.7. Il camion viaggia alla velocità di 50 km/h. La cassa è in quiete nel vano di trasporto alla distanza di 1,0 m dalla parete S del camion, come mostra la figura. Il camion comincia a frenare e la cassa scivola lungo il fondo del vano di trasporto con l'accelerazione di  $2,6 \text{ m/s}^2$  rispetto alla base d'appoggio urtando la parete S ancora prima che il camion si fermi. Calcolate l'impulso della forza con la quale la cassa agisce sulla parete S del camion durante l'urto. La cassa non rimbalza dalla parete.



(3 punti)



### 3. Termodinamica

3.1. Scrivete con l'equazione la legge dell'energia e denominate le grandezze in essa presenti.

(1 punto)

Un recipiente di volume  $280 \text{ cm}^3$  contiene dell'elio (He) alla temperatura di  $306 \text{ K}$  e alla pressione  $p_0 = 1,0 \text{ bar}$ .

3.2. Calcolate la quantità di sostanza dell'elio contenuto nel recipiente.

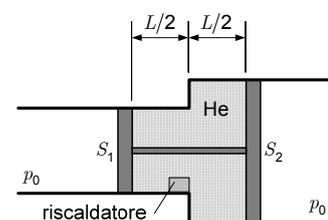
(2 punti)

3.3. Calcolate il numero di atomi di elio contenuti nel recipiente.

(2 punti)

Il recipiente che contiene l'elio è costituito da due tubi ermeticamente giuntati, con le sezioni  $S_1 = 30 \text{ cm}^2$  e  $S_2 = 40 \text{ cm}^2$ , chiusi da due stantuffi collegati con un'asta rigida di lunghezza  $L = 8,0 \text{ cm}$  (si veda lo schizzo). Gli stantuffi sono equidistanti dalla giuntura dei tubi. All'esterno degli stantuffi l'aria ha la pressione costante  $p_0 = 1,0 \text{ bar}$ . I tubi e gli stantuffi sono dei buoni isolanti termici. Gli stantuffi si possono spostare senza attrito e nonostante ciò hanno una buona tenuta ermetica.

Alla giuntura dei tubi è posto un riscaldatore con il quale riscaldiamo l'elio alla temperatura di  $339 \text{ K}$ . Durante il riscaldamento gli stantuffi si spostano di  $3,0 \text{ cm}$  verso destra, in modo che la pressione dell'elio uguagli la pressione dell'aria all'esterno  $p_0$ .



Lo schizzo non è disegnato in scala.



3.4. Calcolate il volume dell'elio dopo il riscaldamento.

(2 punti)

3.5. Calcolate la variazione dell'energia interna dell'elio.

(2 punti)

3.6. Calcolate il lavoro compiuto dall'elio durante lo spostamento degli stantuffi.

(3 punti)

3.7. Calcolate la potenza del riscaldatore se è stato acceso per 25 s.

(3 punti)



#### 4. Elettricità e magnetismo

Un condensatore con la capacità di 470 nF viene elettrizzato con una tensione di 1,5 V.

4.1. Calcolate la quantità di carica sul condensatore.

(2 punti)

4.2. Calcolate l'energia del condensatore elettrizzato.

(2 punti)

Al condensatore, elettrizzato con la tensione di 1,5 V, colleghiamo un solenoide di induttanza 5,0 H. Il solenoide e il condensatore formano così un circuito elettrico oscillante. Nei quesiti successivi assumete che l'oscillazione non sia smorzata.

4.3. Calcolate il periodo di oscillazione del circuito elettrico oscillante così formato.

(2 punti)

4.4. Calcolate l'ampiezza della corrente elettrica che percorre il solenoide.

(2 punti)



- 4.5. Calcolate il flusso magnetico attraverso il solenoide quando questo è percorso da una corrente di intensità  $0,35 \text{ mA}$ .

*(2 punti)*

- 4.6. Calcolate l'intervallo di tempo minimo in cui l'intensità della corrente elettrica nel circuito elettrico oscillante aumenta da zero a  $0,35 \text{ mA}$ .

*(2 punti)*

- 4.7. Calcolate qual è la tensione sul condensatore quando il solenoide è percorso da una corrente di intensità  $0,35 \text{ mA}$ .

*(3 punti)*



## 5. Oscillazioni, onde e ottica

- 5.1. Scrivete l'equazione per il periodo di oscillazione di un oscillatore massa-molla e descrivete le grandezze che in essa compaiono.

(1 punto)

- 5.2. A una molla verticale con il coefficiente elastico di  $50 \text{ N m}^{-1}$ , fissata all'estremità superiore, è appeso un peso di massa  $0,10 \text{ kg}$ . Appendiamo alla molla un altro peso uguale. Calcolate di quanto si allunga ulteriormente la molla a causa del peso che è stato aggiunto.

(2 punti)

Appendiamo alla molla un terzo peso uguale e teniamo i pesi in modo che la molla non si allunghi ulteriormente. Lasciamo andare i pesi in modo che inizino a oscillare in direzione verticale. La posizione da cui abbiamo lasciato andare i pesi è la posizione estrema superiore.

- 5.3. Calcolate l'allungamento complessivo della molla quando l'oscillatore è nella posizione di equilibrio.

(1 punto)

- 5.4. Scrivete l'ampiezza di oscillazione e calcolate il periodo di oscillazione.

(3 punti)



- 5.5. Calcolate dopo quanto tempo l'energia cinetica dei pesi raggiunge per la prima volta il valore massimo, a partire dall'istante in cui l'oscillatore inizia a oscillare.

(1 punto)

- 5.6. Calcolate l'energia cinetica massima dell'oscillatore.

(3 punti)

Nell'istante in cui i pesi sono nella posizione estrema inferiore, uno dei pesi si stacca in modo che sulla molla restino soltanto due pesi.

- 5.7. Scrivete la nuova ampiezza di oscillazione dell'oscillatore con due pesi.

(2 punti)

- 5.8. Calcolate qual è l'energia elastica massima della molla.

(2 punti)



## 6. Fisica moderna e astronomia

- 6.1. Scrivete con l'equazione la legge di gravitazione e denominate le grandezze in essa presenti.

(1 punto)

- 6.2. Scrivete l'equazione che esprime la dipendenza tra l'accelerazione radiale e il periodo di un corpo che si muove di moto circolare.

(1 punto)

- 6.3. La Luna compie un giro intorno alla Terra in 27 giorni. La massa della Terra è di  $6,0 \cdot 10^{24}$  kg. Calcolate la distanza tra la Terra e la Luna.

(3 punti)

- 6.4. Calcolate l'intervallo di tempo in cui la luce viaggia dalla Terra alla Luna.

(2 punti)



- 6.5. L'accelerazione di gravità sulla superficie della Luna è di  $1,6 \text{ m s}^{-2}$ , il raggio della Luna invece è di 1740 km. Calcolate la massa della Luna.

(3 punti)

- 6.6. Alla distanza alla quale si trova la Luna, la densità del flusso luminoso della luce solare è  $j = 1,3 \text{ kW m}^{-2}$ . Calcolate il flusso luminoso ricevuto dalla Luna.

(2 punti)

- 6.7. Calcolate la temperatura sulla superficie della Luna, alla quale questa irraggerebbe la stessa potenza irraggiante che riceve dal Sole. Supponete che la temperatura sia uguale su tutta la superficie della Luna, e che la Luna emetta come un corpo nero. La superficie di una sfera è  $S = 4\pi r^2$ .

(3 punti)



**Pagina vuota**



**Pagina vuota**



**Pagina vuota**