



Codice del candidato:

--

**Državni izpitni center**



M 1 8 1 4 1 1 1 2 1

SESSIONE PRIMAVERILE

# **F I S I C A**

≡ Prova d'esame 2 ≡

**Venerdì, 8 giugno 2018 / 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 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	$c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$
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	$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ As V}^{-1} \text{ m}^{-1}$
costante di permeabilità	$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs A}^{-1} \text{ m}^{-1}$
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**

$$x = vt$$

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

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

$$v = v_0 + at$$

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

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

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

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

**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**

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

$$A = Fs \cos \varphi$$

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

$$W_p = mgh$$

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

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

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

$$A = -p\Delta V$$

**Elettricità**

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

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

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

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

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

$$e = CU$$

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

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

$$U = RI$$

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

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

$$P = UI$$

**Calore**

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

$$pV = nRT$$

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

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

$$L + Q = \Delta W$$

$$Q = cm\Delta T$$

$$Q = qm$$

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

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

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

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

$$j = \sigma T^4$$

**Magnetismo**

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

$$F = IlB \sin \alpha$$

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

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

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

$$M = NISB \sin \alpha$$

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

$$U_i = l v B$$

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

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

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

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

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

**Ottica**

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

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

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

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

**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**

$$W_f = h\nu$$

$$W_f = A_{EST.} + W_C$$

$$W_f = \Delta W_{IN}$$

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

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

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

$$A = N\lambda$$

Non scrivete nel campo grigio.



M 1 8 1 4 1 1 1 2 1 0 5

5/20

# Pagina vuota

**VOLTATE IL FOGLIO.**



## 1. Misurazioni

L'acqua sotterranea si infiltra nelle fondamenta di una cantina e l'umidità, a causa dell'assorbimento capillare, inizia a diffondersi nel muro verso l'alto. Il proprietario preoccupato misura l'altezza  $x$ , raggiunta dal bordo umido, a intervalli di tempo diversi dall'istante in cui l'acqua è entrata nelle fondamenta. I dati sono riportati nella tabella.

1.1. Completate la tabella senza dimenticare l'unità di misura.

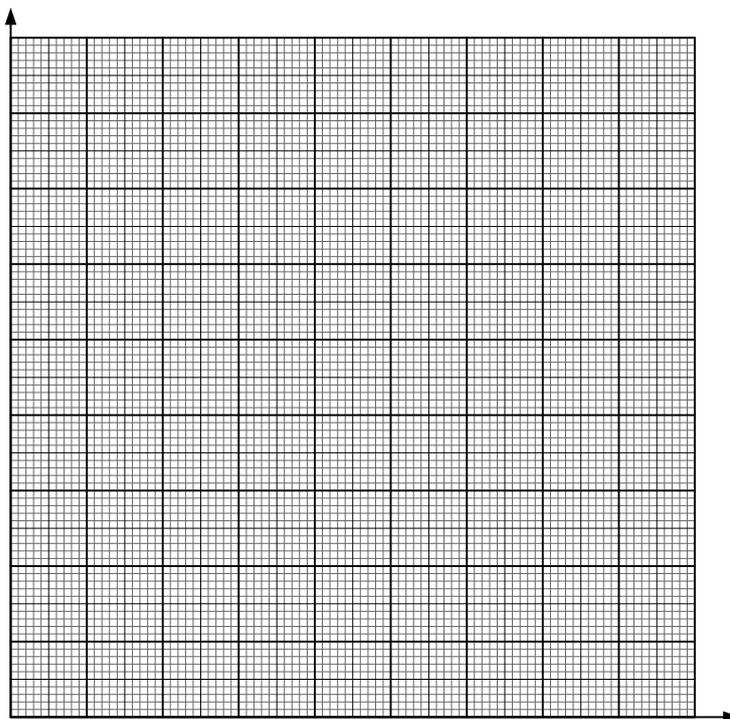
$t$ [min]	$x$ [cm]	$\sqrt{t}$ [ ]
10	6,5	
20	9,0	
30	11,0	
40	12,5	
50	14,0	
60	15,5	

(1 punto)

1.2. Dall'elenco delle misure della tabella determinate e scrivete l'errore assoluto con il quale sono state effettuate le singole misure di  $x$ .

(2 punti)

1.3. Nel sistema di coordinate sottostante rappresentate l'altezza  $x$  in funzione della radice del tempo  $\sqrt{t}$  riportando i punti adatti ricavati dalla tabella, e tracciate la retta che meglio approssima i punti riportati.



(3 punti)



- 1.4. Calcolate il coefficiente angolare della retta del grafico al quesito 3 di questo problema. Indicate nel grafico i due punti con i quali avete calcolato il coefficiente angolare. Non dimenticatevi di scrivere l'unità di misura del coefficiente.

(2 punti)

- 1.5. Considerate che avete letto i valori di  $x$ , con i quali avete calcolato il coefficiente della retta al quesito 4 di questo problema, con un errore assoluto di 0,5 cm. Calcolate l'errore relativo  $r_x$  che avete usato nel calcolo del coefficiente. Considerate che l'errore relativo usato  $r_{\sqrt{t}}$  è uguale all'errore relativo  $r_x$ , e calcolate l'errore assoluto del coefficiente della retta.

(4 punti)

- 1.6. Valutate dal grafico quando l'umidità raggiungerà l'altezza di 16 cm.

(2 punti)

- 1.7. Il proprietario ha misurato erroneamente l'altezza perché non ha tenuto conto dello spessore del pavimento, che è di 5 cm. Se ciascun dato dell'altezza nella tabella fosse stato maggiore di 5 cm, il coefficiente angolare della retta al quesito 3 di questo problema sarebbe stato diverso? Motivate la vostra risposta.

(1 punto)



## 2. Meccanica

Un'automobile di massa 1,5 tonnellate viaggia su di una strada orizzontale alla velocità di  $90 \text{ km h}^{-1}$ . La vettura traina un rimorchio di massa 700 kg. Il coefficiente d'adesione tra le gomme e la strada è  $k_i = 0,8$ .

2.1. Calcolate quanti metri percorre l'automobile ogni secondo.

(1 punto)

2.2. Calcolate l'energia cinetica totale dell'automobile assieme al rimorchio.

(1 punto)

L'automobile inizia a frenare. La maggiore decelerazione possibile è quella permessa dal coefficiente d'adesione. Sia l'automobile che il rimorchio sono equipaggiati di freni su tutte le ruote.

2.3. Calcolate la decelerazione dell'automobile assieme al rimorchio.

(2 punti)

2.4. Calcolate dopo quanto tempo l'automobile si fermerà.

(2 punti)

L'automobile e il rimorchio, in quiete, iniziano ad accelerare. L'azione viene prodotta dal motore che durante tutto il moto accelerato eroga una potenza di 40 kW.

2.5. Calcolate dopo quanto tempo l'automobile e il rimorchio raggiungeranno la velocità di  $90 \text{ km h}^{-1}$ .

(2 punti)



2.6. Calcolate la forza media che produce l'accelerazione dell'automobile con il rimorchio.

(2 punti)

Quando l'automobile raggiunge la velocità di  $90 \text{ km h}^{-1}$ , inizia nuovamente a frenare. Durante l'accelerazione i freni del rimorchio si sono rotti. L'automobile frena con la massima decelerazione possibile, permessa dal coefficiente d'adesione tra le gomme dell'automobile e la strada.

2.7. Calcolate la forza d'adesione che agisce sull'automobile durante la decelerazione.

(1 punto)

2.8. Calcolate la decelerazione con la quale l'automobile e il rimorchio si fermano.

(2 punti)

2.9. Calcolate di quanto è più lungo il percorso di frenata in questo caso rispetto a quello del primo esempio, quando anche il rimorchio poteva frenare.

(2 punti)



### 3. Termodinamica

- 3.1. Scrivete la definizione del calore specifico e spiegate le grandezze fisiche che appaiono nell'espressione.

(1 punto)

Un recipiente contiene 1,2 kg d'acqua. La massa del recipiente è di 1,5 kg, ed esso è costituito da una sostanza il cui calore specifico è di 490 J/kgK. Il calore specifico dell'acqua è di 4200 J/kgK. Poniamo il recipiente con l'acqua sul fornello e riscaldiamo il recipiente con l'acqua fino alla temperatura di 98 °C, alla quale l'acqua bolle. All'inizio dell'osservazione, il recipiente e l'acqua hanno una temperatura di 95 °C.

- 3.2. Calcolate quanto calore deve assorbire l'acqua per riscaldarsi da 95 °C a 98 °C.

(1 punto)

- 3.3. Calcolate quanto calore devono assorbire il recipiente e l'acqua per riscaldarsi da 95 °C a 98 °C.

(2 punti)

Quando l'acqua inizia a bollire, ogni 5,0 s evaporano 1,5 g d'acqua. Il calore latente di ebollizione dell'acqua è di 2,26 MJ/kg.

- 3.4. Calcolate la quantità di calore che l'acqua deve assorbire o acquistare ogni 5,0 s per avere un'evaporazione così veloce.

(1 punto)



Il riscaldatore, con il quale forniamo calore all'acqua, emette un flusso termico di 700 W. Il flusso termico emesso dal riscaldatore passa attraverso il fondo del recipiente, avente lo spessore di 10 mm. Il coefficiente di conducibilità termica del recipiente è di 80 W/mK. Il fondo del recipiente è circolare e ha un raggio di 8,0 cm.

- 3.5. Calcolate la temperatura della parte inferiore del fondo del recipiente quando l'acqua bolle uniformemente.

(3 punti)

- 3.6. Calcolate il flusso termico emesso dal riscaldatore durante l'ebollizione e non utilizzabile per l'evaporazione dell'acqua, che nel processo rappresenta una perdita.

(2 punti)

- 3.7. Uno dei fattori che producono perdite di calore durante il riscaldamento dell'acqua con il riscaldatore è l'irraggiamento dalle pareti del recipiente, la cui area è di 5,0 dm<sup>2</sup>. Le pareti sono costituite da metallo lucido, che emettono per irraggiamento solamente l' 8,0 % del calore che emetterebbero se fossero un corpo nero. Calcolate quale flusso di calore emette il recipiente per irraggiamento. Considerate che la temperatura del recipiente è di 98 °C, mentre la temperatura dell'ambiente è di 20 °C.

(3 punti)



- 3.8. Il riscaldamento dell'acqua e del recipiente da  $95\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $98\text{ }^{\circ}\text{C}$ , esaminato al quesito 3 di questo problema, è durato 27 s. In base ai dati dei quesiti precedenti valutate se l'irraggiamento produce le perdite di calore maggiori durante il riscaldamento descritto. Tenete conto che durante l'irraggiamento, nello stesso tempo, il recipiente perdeva lo stesso flusso termico calcolato nel quesito precedente.

*(2 punti)*



M 1 8 1 4 1 1 1 2 1 1 3

**Pagina vuota**



#### 4. Elettricità e magnetismo

Il vento solare è un flusso di particelle cariche che si allontana dal Sole. Ogni secondo il Sole emette approssimativamente  $6,2 \cdot 10^{35}$  protoni.

4.1. Calcolate la corrente elettrica che corrisponde a questo flusso numerico di protoni.

(2 punti)

4.2. Calcolate il raggio del conduttore di sezione circolare attraverso il quale passerebbe una tale corrente elettrica, a condizione che per ogni millimetro quadrato di sezione passi al massimo una corrente di 10 A.

(2 punti)

4.3. Calcolate la tensione ai capi del conduttore, collegato tra il Sole e la Terra, che spingerebbe la corrente attraverso di esso. Considerate che il conduttore sia costituito di rame di resistività  $1,7 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$ . La distanza tra il Sole e la Terra è di 150 milioni di chilometri.

(2 punti)

4.4. Il vento solare è neutro. Quali altre componenti dell'atomo sono presenti nel vento solare?

(1 punto)



La velocità media delle particelle nel vento solare è di 400 km/s.

4.5. Calcolate l'energia cinetica dei protoni aventi tale velocità ed esprimetela in elettronvolt.

*(3 punti)*

4.6. Calcolate in quanto tempo un protone percorre la distanza tra il Sole e la Terra. Tale intervallo di tempo è più lungo di quello impiegato dalla Terra per fare un giro attorno al suo asse? Argomentate la risposta.

*(2 punti)*

Il protone entra nell'atmosfera terrestre al polo nord, dove la densità del campo magnetico è di 3,5 nT.

4.7. Calcolate la forza massima e l'accelerazione con le quali tale campo magnetico agisce sul protone. Da che cosa dipende l'intensità della forza, se escludiamo il valore della densità del campo magnetico e il valore della velocità?

*(3 punti)*



## 5. Oscillazioni, onde e ottica

- 5.1. Scrivete la definizione dell'indice di rifrazione e denominate le grandezze fisiche che compaiono nell'espressione.

(1 punto)

La luce rossa di un puntatore laser ha la lunghezza d'onda di 650 nm.

- 5.2. Calcolate la frequenza della luce del puntatore laser.

(1 punto)

Illuminiamo con il puntatore laser un bastoncino di vetro di forma cilindrica di lunghezza 500 mm e con il raggio della base di 29,0 mm, in modo che la luce cada perpendicolarmente sulla base del bastoncino. La figura mostra solamente una parte del bastoncino.



- 5.3. Calcolate la velocità della luce nel vetro e l'indice di rifrazione del vetro, se la luce impiega 2,50 ns per attraversare il bastoncino.

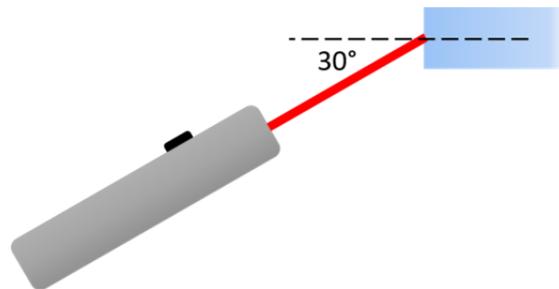
(2 punti)

- 5.4. Calcolate la frequenza e la lunghezza d'onda della luce laser nel vetro.

(2 punti)



Spostiamo il puntatore laser in modo che il raggio di luce laser cada nel centro della base del bastoncino di vetro con un angolo d'incidenza di  $30^\circ$ . La figura mostra solamente una parte del bastoncino di vetro.



- 5.5. Parte della luce si riflette dalla superficie. Calcolate l'angolo tra il raggio incidente e il raggio riflesso.

(1 punto)

- 5.6. Calcolate con quale angolo d'incidenza il raggio rifratto colpisce il bordo superiore del bastoncino. L'indice di rifrazione dell'aria è di 1,00.

(3 punti)

Il raggio di luce laser si riflette totalmente dal bordo superiore del bastoncino.

- 5.7. Spiegate perché avviene la riflessione totale e argomentate quanto affermate con il calcolo.

(3 punti)

- 5.8. Calcolate quante volte il raggio si rifletterà dal bordo del bastoncino di vetro prima di uscire dal bastoncino.

(2 punti)

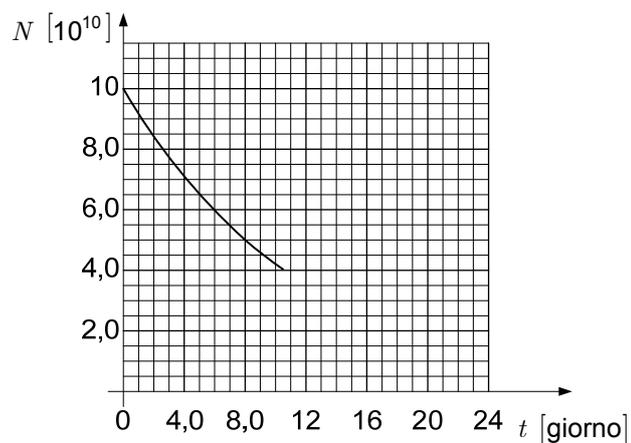


## 6. Fisica moderna e astronomia

- 6.1. Osserviamo un campione di nuclei radioattivi. Scrivete di quanto cambia il numero dei nuclei radioattivi osservati in un tempo di dimezzamento o decadimento.

(1 punto)

- 6.2. La figura mostra una parte del grafico che esprime la dipendenza dal tempo del numero di nuclei radioattivi del campione. Leggete dal grafico il tempo di dimezzamento e scrivetelo.



(1 punto)

- 6.3. Calcolate il numero di nuclei nel campione dopo 16 e 24 giorni, riportate i valori nel grafico e tracciate la curva che meglio interpola i punti.

(3 punti)

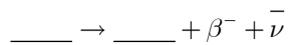


- 6.4. Nella tabella sottostante sono riportati i tempi di dimezzamento di nuclei diversi. Scrivete quali nuclei compongono il campione osservato.

nucleo	$^{24}\text{Na}$	$^{222}\text{Rn}$	$^{131}\text{I}$	$^{32}\text{P}$	$^{109}\text{Cd}$
$t_{1/2}$	15 ore	3,6 giorni	8,0 giorni	14 giorni	1,3 anni

(1 punto)

- 6.5. I nuclei radioattivi nel campione osservato decadono per decadimento beta. Scrivete la reazione di tale decadimento.



(2 punti)

- 6.6. Calcolate la massa del campione iniziale di nuclei radioattivi. Leggete i dati dal grafico.

(2 punti)

- 6.7. Durante il decadimento beta, esaminato al quesito 5 del problema, si liberano 971 keV di energia. Questa energia si libera complessivamente nel decadimento gamma? Argomentate la risposta.

(1 punto)

- 6.8. Calcolate la massa che corrisponde all'energia di 971 keV.

(2 punti)

- 6.9. Calcolate la massa dell'atomo il cui nucleo decade per decadimento beta (si veda il quesito 5), se la massa dell'atomo neutralizzato che si ottiene è 130,905082 u.

(2 punti)



**Pagina vuota**