



## Esame di ammissione a.a. 2023-2024 (9 ottobre 2024)

Unità di Massa Atomica  $1u=931.5 \text{ MeV}/c^2$

Costante di gravitazione universale  $G=6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$

Costante dielettrica del vuoto  $\epsilon_0=8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$

Costante di Planck  $h=6.62 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

Costante universale dei gas  $R=8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

Costante di Boltzmann  $\sigma=1.38 \times 10^{23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$

Permeabilità magnetica del vuoto  $\mu_0=4\pi \times 10^{-7} \text{ H} \cdot \text{m}^{-1}$

Massa dell'elettrone  $m_e=9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$  oppure  $0.511 \text{ MeV}/c^2$

Carica dell'elettrone  $q_e=1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$

Numero di Avogadro  $N_A=6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

### MATEMATICA E PROBABILITÀ

(1) La mediana dei valori 2, 3, 9, 11, 7, 58 è uguale a:

- A. 10
- B. 8
- C. 15
- D. 7.5

(2) In pazienti affetti da un certo tipo di carcinoma la sopravvivenza a un anno dall'intervento chirurgico è del 70%. Dei sopravvissuti il 60% muore entro cinque anni dall'intervento. Quale è la probabilità che un paziente operato per tale carcinoma sopravviva oltre i cinque anni dall'intervento?

- A. 28%
- B. 10%
- C. 13%
- D. 42%

(3) Qual è l'integrale indefinito di  $\int \tanh(x) dx$

- A.  $-\ln |(\sinh x)| + c$
- B.  $\ln |(\cosh x)| + c$
- C.  $-\ln |(\cosh x)| + c$
- D.  $\ln |(\sinh x)| + c$

(4) Qual è l'espressione della distribuzione di Poisson, dove  $\mu$  è il numero medio atteso di eventi nell'intervallo di tempo  $\Delta t$  considerato e  $\nu$  è il numero di eventi in quell'intervallo di tempo  $\Delta t$ .

- A.  $P_{\mu}(\nu) = e^{\mu} \frac{\mu^{\nu}}{\nu!}$
- B.  $P_{\mu}(\nu) = e^{-\nu} \frac{\mu^{\nu}}{\nu!}$
- C.  $P_{\mu}(\nu) = e^{-\mu} \frac{\mu^{\nu}}{\nu!}$
- D.  $P_{\mu}(\nu) = e^{-\nu} \frac{\mu^{\nu}}{\mu!}$

### FISICA GENERALE

(5) Una particella si muove lungo l'asse  $x$  con moto armonico centrato attorno all'origine. All'istante  $t = 0$  la particella si trova nella posizione  $x_0 = 40$  cm ed ha velocità  $v_0 = 5$  m/s. Sapendo che la pulsazione del moto armonico vale  $\omega = (\pi/2)$  s<sup>-1</sup>, l'accelerazione della particella all'istante  $t = 3$  s è:

- A. +7.85 m/s<sup>2</sup>
- B. -5.00 m/s<sup>2</sup>
- C. +5.00 m/s<sup>2</sup>
- D. -2.70 m/s<sup>2</sup>

(6) Una sfera omogenea di raggio  $R = 10$  cm e massa  $m = 20$  kg rotola senza strisciare su una superficie piana orizzontale alla velocità di 2 m/s. Qual è il lavoro che si deve compiere per fermare la sfera. [momento di inerzia della sfera  $I_{CM} = 2/5 m R^2$ ]

- A. 56 J
- B. 40 J
- C. 800 J
- D. 3.4 J

(7) Il periodo di oscillazione di un pendolo costituito da un filo di lunghezza 35 m è:

- A. 2 minuti
- B. 1.2 minuti
- C. 0.02 minuti
- D. 0.2 minuti

(8) Se un cavo conduttore in cui passa corrente non risente di forze magnetiche quando posto in un campo magnetico costante:

- A. il cavo è perpendicolare al campo
- B. il cavo è parallelo al campo
- C. il cavo è arrotolato
- D. il cavo forma un angolo di 270° con il campo

(9) Una carica elettrica  $q$  si trova sul piano  $xy$  e è soggetta ad un potenziale elettrostatico

$$V(x, y) = \frac{A}{4\pi\epsilon_0} (-x^2 + 3xy)$$

Il campo elettrico che agisce sulla carica è:

- A.  $\vec{E}(x, y) = \left( -\frac{A}{4\pi\epsilon_0} (2x - 3y), \frac{A}{4\pi\epsilon_0} 3x \right)$   
 B.  $\vec{E}(x, y) = \left( \frac{A}{4\pi\epsilon_0} (2x - 3y), -\frac{A}{4\pi\epsilon_0} 3x \right)$   
 C.  $\vec{E}(x, y) = \left( -\frac{A}{4\pi\epsilon_0} (2x + 3y), \frac{A}{4\pi\epsilon_0} 3x \right)$   
 D.  $\vec{E}(x, y) = \left( \frac{A}{4\pi\epsilon_0} (2x - 3), \frac{A}{4\pi\epsilon_0} 3x \right)$

(10) Se alla distanza di 50 cm da una distribuzione rettilinea di carica il modulo del campo elettrico è  $5 \times 10^4$  N/C la densità lineare di carica è:

- A.  $1.39 \times 10^{-6}$  C/m  
 B.  $1.429 \times 10^{-4}$  C/m  
 C.  $7.85 \times 10^4$  C/m  
 D.  $2.78 \times 10^{-2}$  C/m

(11) Nel caso di un materiale diamagnetico la permeabilità magnetica  $\mu$  è:

- A.  $\mu = 1$   
 B.  $\mu \gtrsim 1$   
 C.  $\mu \lesssim 1$   
 D.  $\mu \gg 1$

(12) Un oggetto è posto a 20 cm di distanza dal vertice di uno specchio convesso di raggio  $R=1$ m. Si dica se l'immagine è reale o virtuale, diritta o rovesciata, rimpicciolita o ingrandita.

- A. Virtuale, diritta, rimpicciolita  
 B. Virtuale, diritta, ingrandita  
 C. Virtuale, rovesciata, rimpicciolita  
 D. Reale, rovesciata, ingrandita

(13) Un oggetto luminoso di dimensioni trasversali non nulle è posto alla sinistra di una lente convergente di distanza focale  $f_1 = 10$  cm ad una distanza dalla lente di 40 cm. Una seconda lente convergente di distanza focale  $f_2 = 20$  cm è posta alla destra della prima ad una distanza  $d = 30$  cm. Qual è l'ingrandimento dell'immagine?

- A. 2  
 B. -2  
 C. 1/3  
 D. -6

(14) Un condensatore di 50 pF è caricato con una ddp di 70 V. Il generatore viene quindi staccato e il condensatore viene collegato in parallelo a un secondo condensatore che inizialmente è scarico. Calcolare la capacità del secondo condensatore quando la differenza di potenziale misurata è 50V.

- A. 20 pF  
 B. 3.5 nF  
 C. 70 pF  
 D. 200 nF

(15) Una piccola diga larga  $L = 5$  m e alta  $H = 3$  m è riempita d'acqua. Calcolare a quale forza è sottoposta la diga.

- A.  $73.6 \cdot 10^3$  N
- B.  $73.6 \cdot 10^4$  N
- C.  $2.21 \cdot 10^5$  N
- D.  $1.74 \cdot 10^6$  N

(16) Fra tutte le seguenti grandezze fisiche esiste una relazione di proporzionalità diretta, tranne che in un caso. Quale?

- A. Differenza di pressione tra l'interno e l'esterno di una bolla di sapone e il raggio della bolla
- B. Differenza di pressione idrostatica a due livelli di quota fissati in un liquido e densità del liquido
- C. Portata e gradiente di pressione nel regime laminare di un fluido in un condotto
- D. Portata e gradiente di pressione nel regime turbolento di un fluido in un condotto

(17) Considerato che la portata sanguigna media a riposo vale 5 L/min e la velocità media nei capillari, assunta la loro sezione media individuale pari a  $10^{-11}$  m<sup>2</sup>, è stimata in 0.5 mm/s, il numero stimabile di capillari in un individuo è dell'ordine di:

- A. 100 milioni
- B. 100 miliardi
- C. 10 milioni
- D. 10 miliardi

(18) L'espressione del calore specifico  $c_v$  a volume costante in termini di  $\gamma$  e della costante universale  $R$  è:

- A.  $c_v = \frac{R}{\gamma-1}$
- B.  $c_v = \frac{\gamma R}{1-\gamma}$
- C.  $c_v = \frac{R}{1-\gamma}$
- D.  $c_v = \frac{\gamma R}{\gamma-1}$

(19) Una macchina termica lavora tra le temperature di 100 °C e 0 °C. Il massimo rendimento è pari a:

- A. 27%
- B. 62.4%
- C. 10%
- D. 45%

(20) Nella trasformazione di ghiaccio in acqua l'entropia del sistema acqua-ghiaccio:

- A. diminuisce
- B. aumenta
- C. rimane invariata
- D. dipende dalla quantità di ghiaccio

## FISICA MODERNA E NUCLEARE

(21) La più semplice funzione d'onda normalizzata che descrive lo stato 1s dell'idrogeno ha la seguente espressione (con  $a_0$  raggio di Bohr):

A.  $\psi_{1s}(r) = \frac{1}{\sqrt{\pi a_0^3}} e^{-r/a_0}$

B.  $\psi_{1s}(r) = \frac{1}{\sqrt{\pi a_0^3}} e^{-r^2/a_0}$

C.  $\psi_{1s}(r) = \frac{1}{\sqrt{\pi a_0^3}} e^{r/a_0}$

D.  $\psi_{1s}(r) = \frac{1}{\sqrt{\pi a_0^3}} e^{r^2/a_0}$

(22) Il tempo di dimezzamento del nucleo radioattivo del radio  ${}^{226}_{88}\text{Ra}$  è  $1.6 \times 10^3$  anni. Quanto vale la costante di decadimento di questo nucleo?

A.  $1.4 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$

B.  $1.4 \times 10^5 \text{ s}^{-1}$

C.  $1.4 \times 10^{-11} \text{ s}^{-1}$

D.  $1.4 \times 10^{11} \text{ s}^{-1}$

(23) La trasformazione della coordinata tempo per due sistemi di riferimento inerziali con gli assi paralleli e aventi una velocità relativa lungo la direzione x ( $x'$ ) è:

A.  $t' = \frac{t - \frac{v}{c^2}x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

B.  $t' = \frac{t}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

C.  $t' = \frac{t - \frac{v}{c^2}y}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

D.  $t' = \frac{\frac{v^2}{c^2}t}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

(24) Se un nucleo emette una particella alfa ( ${}^4_2\text{He}$ ) in un decadimento spontaneo perde:

A. un protone e un neutrone

B. un protone e due neutroni

C. due protoni e un neutrone

D. due protoni e due neutroni

(25) L'esperimento di Stern-Gerlach (1922) in fisica atomica ha dimostrato:

:

- A. la quantizzazione del momento angolare
- B. la carica dell'elettrone
- C. la massa del neutrone
- D. la quantizzazione dei livelli energetici degli elettroni

### FISICA MEDICA e SANITARIA

(26) Cosa è il  $CTDI_{vol}$ ?

- A. Una stima della dose al paziente utilizzata in tomografia computerizzata
- B. Un indice indicativo della modulazione della corrente in CT
- C. È il  $CTDI_w$  (weighted) normalizzato per il volume del paziente
- D. È un indice di dose utilizzato in tomografia computerizzata ed è in relazione diretta con la dose al paziente

(27) Quali tra le seguenti affermazioni è falsa?

- A. La dose efficace dipende dal tipo di radiazione ionizzante utilizzata
- B. La dose efficace tiene conto delle diverse radiosensibilità dei tessuti
- C. La dose equivalente tiene conto delle diverse radiosensibilità dei tessuti
- D. La unità di misura della dose efficace è la stessa di quella della dose equivalente

(28) La procedura di pre-campionamento della MTF in immagini digitali permette:

- A. Di elidere il fenomeno dell'"aliasing" che è causa di scarsa accuratezza nella valutazione della risoluzione spaziale
- B. Di avere una immagine ad un campionamento maggiore rispetto ad i limiti del pixel del rivelatore
- C. Di avere una immagine ad un campionamento minore rispetto ad i limiti del pixel del rivelatore
- D. Di ridurre il rumore nella valutazione della risoluzione spaziale

(29) Da quale dei seguenti fattori NON dipende la risoluzione spaziale di uno scanner di tomografia computerizzata elicoidale?

- A. La tensione del tubo a raggi X
- B. La corrente erogata
- C. Lo spessore dello scintillatore del rivelatore
- D. L'algoritmo di ricostruzione tomografica

(30) Cosa descrive la formula di Klein-Nishina?

- A. La probabilità che un fotone x ha di interagire per effetto Compton nella materia attraversata
- B. La probabilità che un fotone x ha di interagire per effetto fotoelettrico nella materia attraversata
- C. La probabilità che un fotone x ha di interagire per effetto Rayleigh nella materia attraversata
- D. Un modello per la sezione d'urto differenziale di un fotone scatterato in seguito ad interazione con un elettrone libero

(31) Quale dei seguenti parametri non influenza il contrasto nell'immagine radiografica bidimensionale?

- A. La dose
- B. I materiali componenti il volume irraggiato
- C. La tensione del tubo
- D. Il tipo di rivelatore

(32) Cosa sono i dinodi?

- A. Componenti elettronici non lineari, che permettono la fluenza della corrente in una sola direzione
- B. Componenti di un sistema di rivelazione nella PET che permettono di trasdurre l'energia dei fotoni incidenti sul fotomoltiplicatore in un segnale elettrico
- C. Dispositivi elettronici usati per il pulse-shaping del segnale in uscita del fotomoltiplicatore
- D. Elettrodi che utilizzati in serie in un fotomoltiplicatore permettono l'amplificazione del segnale elettrico

(33) Quali dei seguenti non è un rumore presente in radiografia digitale?

- A. Rumore termico
- B. Rumore anatomico
- C. Rumore poissoniano
- D. Rumore digitale

(34) Cosa è una LOR?

- A. La Linea di Risposta, ed identifica il percorso che compiono i due fotoni gamma emessi in seguito all'annichilazione verso il rivelatore in PET
- B. La Linea di Risposta, ovvero la linea che collega tutti i fotomoltiplicatori che vengono interessati dai fotoni emessi in seguito ad una annichilazione in PET
- C. Un artefatto dovuto ad un pixel non funzionante in tomografia computerizzata
- D. La linea che identifica i fotoni diffusi in PET e permette di eliderli attraverso una analisi digitale

(35) Quale è la fonte di diritto più attuale nella legislazione italiana che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione a radiazioni ionizzanti?

- A. La direttiva 2013/59/Euratom
- B. Il decreto legislativo 31 luglio 2020 n. 101
- C. Il decreto legislativo 230/95
- D. Il decreto legislativo 258/2022 (decreto ALARA)