



Esame di ammissione a.a. 2020-2021 (7 ottobre 2021)

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 $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$

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

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

1. ELETTROMAGNETISMO

Le equazioni d'onda per il campo elettrico e per il campo magnetico di un'onda elettromagnetica che si propaga nel vuoto hanno le seguenti espressioni:

$$(a) \quad \nabla^2 \mathbf{E} = \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial^2 \mathbf{E}}{\partial t^2}, \quad \nabla^2 \mathbf{B} = \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial^2 \mathbf{B}}{\partial t^2}$$

$$(b) \quad \nabla \mathbf{E} = \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}, \quad \nabla \mathbf{B} = \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$$

$$(c) \quad \nabla^2 \mathbf{E} = \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial^2 \mathbf{E}}{\partial r^2}, \quad \nabla^2 \mathbf{B} = \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial^2 \mathbf{B}}{\partial r^2}$$

$$(d) \quad \nabla \mathbf{E} = \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial r}, \quad \nabla \mathbf{B} = \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial r}$$

2. MECCANICA DEI FLUIDI

In un liquido reale la portata di un tubo in condizioni di moto laminare, con η coefficiente di viscosità, r raggio del tubo, ℓ lunghezza del tubo e Δp la caduta di pressione tra gli estremi del tubo, è data da:

$$(a) \quad Q = \frac{\Delta p \pi r^2}{8 \eta \sqrt{\ell}}$$

$$(b) \quad Q = \frac{\Delta p \pi r^2}{8 \eta \ell}$$

$$(c) \quad Q = \frac{\Delta p \pi r^4}{8 \eta \ell}$$

$$(d) \quad Q = \frac{\Delta p \pi \ell^4}{8 \eta r}$$

3. OTTICA

Una lente è rivestita da un sottile strato di pellicola di indice di rifrazione $n = 1.41$. Quanto dev'essere spesso il rivestimento affinché si abbia un minimo di riflessione per una radiazione incidente normalmente di lunghezza d'onda $\lambda = 510 \text{ nm}$?



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

SCUOLA DI SPECIALIZZAZIONE IN FISICA MEDICA

- (a) $d = 4 \text{ nm}$
- (b) $d = 102 \text{ nm}$
- (c) $d = 300 \text{ nm}$
- (d) $d = 2000 \text{ nm}$

4. MECCANICA

Il centro di massa di un sistema isolato si muove di:

- (a) moto uniformemente accelerato
- (b) moto che dipende dalle forze interne del sistema
- (c) moto circolare uniforme
- (d) **moto rettilineo uniforme**

5. TEORIA CINETICA DEI GAS

Il principio di equipartizione dell'energia afferma che:

- (a) **l'energia cinetica media molecolare corrisponde a una energia media uguale a $\frac{1}{2} K_B T$ per ogni grado di libertà**
- (b) l'energia cinetica media molecolare corrisponde a una energia media uguale a $\frac{2}{3} K_B T$ per ogni grado di libertà
- (c) l'energia cinetica media molecolare non dipende dai gradi di libertà
- (d) l'energia cinetica media molecolare dipende dai gradi di libertà solo per le molecole non monoatomiche

6. ELETTRONICA

In un diodo a giunzione p-n si ha che:

- (a) non ci può essere passaggio di corrente
- (b) **la corrente che passa in caso di polarizzazione inversa ($V < 0$) è trascurabile rispetto alla corrente che fluisce in caso di polarizzazione diretta ($V > 0$)**
- (c) la corrente che passa in caso di polarizzazione diretta ($V > 0$) è trascurabile rispetto alla corrente che fluisce in caso di polarizzazione inversa ($V < 0$)
- (d) il passaggio di corrente è indipendente dalla polarizzazione

7. MATERIALI

Indicare quale di questi materiali è un rivelatore TLD:

- (a) Ge
- (b) GaAs
- (c) **LiF**
- (d) CdZnTe

8. FISICA NUCLEARE

Il radionuclide [I-131] ha:

- (a) 131 elettroni



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

SCUOLA DI SPECIALIZZAZIONE IN FISICA MEDICA

- (b) numero di massa 131
- (c) 131 protoni
- (d) 131 neutroni

9. RADIOBIOLOGIA

L'azione delle radiazioni ionizzanti sull'acqua si esplica mediante la formazione di:

- (a) azoto e radicali liberi
- (b) acido ascorbico e radicali liberi
- (c) ammonio e radicali liberi
- (d) acqua ossigenata e radicali liberi

10. RADIOATTIVITÀ

Determinare l'attività di 1 g di carbonio in un organismo vivente, sapendo che il rapporto fra gli atomi di ^{14}C e ^{12}C è pari a 1.2×10^{-12} (il tempo di dimezzamento del ^{14}C è 5730 anni)

- (a) 0.0000019 Bq
- (b) 0.23 Bq
- (c) 1230 Bq
- (d) 12 Bq

11. FISICA NUCLEARE

Il ^{218}Po decade in ^{214}Pb con un tempo di dimezzamento $\tau_{1/2} = 3.05$ min. Dopo quanto tempo l'attività di un campione di ^{218}Po si è ridotta a 1/100 del suo ammontare iniziale?

- (a) circa 1 anno
- (b) circa 60 minuti
- (c) circa 20 minuti
- (d) circa 20 secondi

12. FISICA ATOMICA

Sapendo che l'energia dell'elettrone dell'atomo di idrogeno nello stato fondamentale ($n=1$) è $E = -13.52$ eV, la frequenza di un fotone per portare l'elettrone dallo stato $n=1$ allo stato $n=2$ è:

- (a) 2.45×10^{15} Hz
- (b) 2.45×10^{-15} Hz
- (c) 1.33×10^{15} Hz
- (d) 0.52×10^{15} Hz

13. RELATIVITÀ

Sapendo che l'energia di un elettrone è 6 volte la sua energia a riposo, la velocità con cui si muove l'elettrone è:

- (a) $v = c$
- (b) $v = 0.550 c$
- (c) $v = 0.986 c$



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
SCUOLA DI SPECIALIZZAZIONE IN FISICA MEDICA

(d) $v = 1.1 c$

14. MATEMATICA

Si consideri il campo vettoriale \mathbf{V} definito in un insieme semplicemente connesso. Quale delle seguenti affermazioni è corretta?

- (a) se \mathbf{V} è conservativo allora $\nabla \times \mathbf{V} = 0$
- (b) se $\nabla \times \mathbf{V} = 0$ allora \mathbf{V} è conservativo
- (c) se \mathbf{V} è conservativo allora $\nabla \times \mathbf{V} \neq 0$
- (d) se $\nabla \times \mathbf{V} \neq 0$ allora \mathbf{V} è conservativo

15. FISICA NUCLEARE

Il processo di annichilazione tra un elettrone e un positrone determina l'emissione di:

- (a) due radiazioni β positive
- (b) due fotoni γ nella stessa direzione e verso opposto
- (c) una radiazione β e una radiazione γ di 511 keV
- (d) due radiazioni, una β positiva e una β negativa

16. FISICA NUCLEARE

Nella transizione isomerica, rispetto al nuclide padre, il nuclide figlio presenta:

- (a) diverso numero di massa, diverso numero atomico e stato energetico
- (b) uguale numero di massa e numero atomico, diverso stato energetico
- (c) uguale numero di massa, diverso numero atomico e stato energetico
- (d) conversione in positrone

17. FISICA MEDICA

Cosa indica la grandezza "dose efficace"?

- (a) descrive l'efficienza dei raggi X di produrre ionizzazione nei tessuti biologici
- (b) è definita tenendo conto sia del tipo di radiazione che della radiosensibilità dei tessuti e degli organi irradiati
- (c) tiene solo conto del tipo di radiazione che irraggia i tessuti biologici
- (d) rappresenta la dose media a un organo o tessuto moltiplicata per un fattore peso adimensionale associato al tipo di radiazione

18. FISICA MEDICA

Quale caratteristica è associabile alla Positron Emission Tomography (PET)?

- (a) restituisce la forma e densità di un organo
- (b) sfrutta il diverso poter penetrante delle radiazioni nei tessuti
- (c) consente di rilevare alterazioni metabolico-funzionali dei tessuti
- (d) non richiede l'uso di radiazioni ionizzanti

19. FISICA MEDICA

Il principio ALARA (As Low As Reasonably Achievable) indica:



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

SCUOLA DI SPECIALIZZAZIONE IN FISICA MEDICA

- (a) l'insieme di procedure per rendere più basse possibili le dosi ricevute dai lavoratori e dal pubblico, tenendo in considerazione fattori economici e sociali
- (b) il recepimento di linee guida ministeriali per minimizzare la dose ambientale
- (c) il recepimento di linee guida ministeriali per minimizzare la dose relativa ai lavoratori esposti
- (d) il valore più basso di dose accettabile a fini diagnostici, sulla base dell'indicazione clinica e specifico per il paziente

20. FISICA MEDICA

I radio-farmaci più comunemente utilizzati per la scintigrafia devono emettere principalmente:

- (a) radiazione α
- (b) radiazione β
- (c) radiazione γ
- (d) neutroni

21. STRUMENTAZIONE

Indicare quale tra queste modalità di funzionamento non è attribuibile ai rivelatori a gas:

- (a) camera a ionizzazione
- (b) contatore proporzionale
- (c) contatore a tracce
- (d) contatore Geiger

22. TERMODINAMICA

La variazione di entropia di un gas ideale in una trasformazione isoterma alla $T = 280\text{ K}$ che scambia 7 kJ di calore vale:

- (a) 0 J/K
- (b) 0.04 J/K
- (c) 25 J/K
- (d) non si può determinare

23. FISICA SANITARIA

Indicare quale tra le seguenti non è una grandezza dosimetrica:

- (a) esposizione
- (b) fluenza
- (c) dose
- (d) kerma

24. SPETTROSCOPIA

L'effetto Raman è dovuto a:

- (a) dispersione di radiazione retrodiffusa coerente
- (b) diffusione anelastica di fotoni
- (c) diffusione elastica di fotoni



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

SCUOLA DI SPECIALIZZAZIONE IN FISICA MEDICA

(d) processo di radioluminescenza

25. MATEMATICA

Indicare l'equazione del moto armonico semplice:

(a) $f''(t) - \omega^2 f'(t) = 0$

(b) $f''(t) + \omega^2 f'(t) = 0$

(c) $f''(t) - \omega^2 f(t) = 0$

(d) $f''(t) + \omega^2 f(t) = 0$

26. ELETTROMAGNETISMO

Indicare l'espressione del potenziale elettrico $\varphi(r)$ generato da un dipolo elettrico:

(a) $\frac{\mathbf{p} \cdot \hat{\mathbf{r}}}{4\pi\epsilon_0 r^2}$

(b) $\frac{\mathbf{p} \times \hat{\mathbf{r}}}{4\pi\epsilon_0 r^2}$

(c) $\frac{\mathbf{p} \cdot \hat{\mathbf{r}}}{4\pi\epsilon_0 r}$

(d) $\frac{\mathbf{p} \times \hat{\mathbf{r}}}{4\pi\epsilon_0 r}$

27. MECCANICA

La potenza generata dal motore di un aeroplano in volo è 4.2×10^6 W. Calcolare la spinta sviluppata dal motore se la velocità di volo dell'aeroplano è uguale a 84 km/h:

(a) 5.00×10^4 N

(b) 1.39×10^4 N

(c) 0.05×10^4 N

(d) 0.0139×10^4 N

28. STATISTICA

Dato un insieme di numeri che identificano un insieme di dati relativi a situazioni differenti, a cosa corrisponde la mediana?

(a) alla somma di tutti i dati diviso il numero di casi analizzati

(b) alla radice quadrata della somma dei quadrati di tutti i dati diviso il numero di casi analizzati

(c) al rapporto tra la media e i casi analizzati

(d) il numero che compare in posizione centrale quando i dati vengono strutturati in ordine crescente (se i dati sono pari corrisponde alla media tra i due numeri centrali)

29. MECCANICA

Una moneta viene lanciata in aria e raggiunge, rispetto alla quota iniziale, l'altezza massima di 6 m. Determinare la velocità con cui è stata lanciata:

(a) 0.0 m/s



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

SCUOLA DI SPECIALIZZAZIONE IN FISICA MEDICA

- (b) 21.68 m/s
- (c) 7.44 m/s
- (d) 10.84 m/s

30. FISICA QUANTISTICA

Raggi X di lunghezza d'onda $\lambda = 1.14 \times 10^{-11}$ m vengono diffusi da elettroni liberi in un metallo. Determinare la lunghezza d'onda λ' dei raggi X diffusi a un angolo $\theta = \pi/2$ dalla direzione di incidenza supponendo che ciascun elettrone sia inizialmente in quiete.

(variazione della lunghezza d'onda nella diffusione Compton $\lambda' - \lambda = \frac{h}{mc}(1 - \cos\theta)$)

- (a) 1.38×10^{-11} m
- (b) 0.91×10^{-11} m
- (c) 1.5×10^{-9} m
- (d) 1.8×10^{-7} m

31. TERMODINAMICA

Indicare i valori della temperatura e della pressione del punto triplo dell'acqua:

- (a) $T = 273$ °C; $p = 1 \times 10^5$ Pa
- (b) $T = 0.01$ °C; $p = 611$ Pa
- (c) $T = 0.01$ °C; $p = 1 \times 10^5$ Pa
- (d) $T = 100$ °C; $p = 1 \times 10^5$ Pa

32. TERMODINAMICA

Si consideri un sistema termodinamico, indicare quale affermazione è errata:

(Convenzioni adottate: calore assorbito da parte del sistema $Q > 0$; lavoro compiuto dal sistema sull'ambiente $W > 0$)

- (a) in una trasformazione termodinamica il calore scambiato e il lavoro compiuto non sono variabili di stato
- (b) in una trasformazione termodinamica isoterma reversibile il calore scambiato è uguale al lavoro compiuto
- (c) in una trasformazione termodinamica la differenza fra il calore scambiato e il lavoro compiuto non è una variabile di stato
- (d) in un ciclo termodinamico il calore scambiato è uguale al lavoro compiuto

33. ELETTROFISIOLOGIA

Il potenziale di membrana di un neurone a riposo misura circa:

- (a) $|\Delta V| = 70$ mV
- (b) $|\Delta V| = 800$ mV
- (c) $|\Delta V| = 5$ V
- (d) $|\Delta V| = 1$ kV



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
SCUOLA DI SPECIALIZZAZIONE IN FISICA MEDICA

34. MECCANICA DEI FLUIDI

In un tubo di Venturi la pressione è più elevata:

- (a) dove la sezione del tubo è minore
- (b) la pressione è costante in tutto il tubo
- (c) dove la velocità del fluido è maggiore
- (d) dove la sezione del tubo è maggiore

35. OTTICA

In un esperimento di diffrazione alla Bragg su un cristallo utilizzando fotoni di lunghezza d'onda $\lambda = 0.12 \text{ nm}$ si osserva il primo massimo d'interferenza costruttiva in corrispondenza a un angolo $\vartheta = 35^\circ$. Qual è il valore della distanza d tra i piani del reticolo cristallino?

- (a) $d = 40.05 \text{ nm}$
- (b) $d = 40.05 \mu\text{m}$
- (c) $d = 0.104 \text{ nm}$
- (d) $d = 0.104 \mu\text{m}$