



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
SCUOLA DI SPECIALIZZAZIONE IN FISICA MEDICA

Esame di ammissione a.a. 2018-2019 (12 settembre 2019)

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 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$

1. CHIMICA

In una reazione chimica il riducente è la specie chimica:

- (a) che perde elettroni
- (b) che acquista elettroni
- (c) il cui numero di ossidazione non varia
- (d) il cui numero di ossidazione diminuisce

2. ELETTROSTATICA

L'energia potenziale di quattro cariche puntiformi uguali ($Q = 1,5 \mu\text{C}$) poste ai vertici di un quadrato di lato $\ell = 2 \text{ cm}$ vale:

- (a) $1,4 \times 10^4 \text{ J}$
- (b) 40.15 J
- (c) 5.48 J
- (d) $2.3 \times 10^6 \text{ J}$

3. MECCANICA

Tre punti materiali, aventi rispettivamente massa $m_1 = 1 \text{ kg}$, $m_2 = 5 \text{ kg}$ e $m_3 = 2 \text{ kg}$ si muovono lungo una retta con velocità $v_1 = 4 \text{ m/s}$, $v_2 = -6 \text{ m/s}$ e $v_3 = 5 \text{ m/s}$. La velocità del centro di massa risulta essere:

- (a) 2.0 m/s
- (b) -3.4 m/s
- (c) -2.0 m/s
- (d) 3.4 m/s

4. MECCANICA QUANTISTICA

La lunghezza d'onda di de Broglie λ per una particella di massa $m_p = 2.0 \mu\text{g}$ che abbia una velocità $v_p = 5.0 \text{ m/s}$ è:

- (a) $6.62 \times 10^{-15} \text{ m}$
- (b) $6.62 \times 10^{-20} \text{ m}$
- (c) $6.62 \times 10^{-26} \text{ m}$
- (d) $6.62 \times 10^{-31} \text{ m}$

5. TERMODINAMICA

In una trasformazione ciclica di un gas si ha che:



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

SCUOLA DI SPECIALIZZAZIONE IN FISICA MEDICA

- (a) la variazione di energia interna è nulla
- (b) il lavoro totale è nullo
- (c) il calore complessivamente assorbito è nullo
- (d) la variazione di energia interna è pari al lavoro totale

6. DECADIMENTO RADIOATTIVO

Una sorgente radioattiva è costituita da ^{222}Rn che ha un tempo di dimezzamento di $\tau = 3.823$ d. Dopo quanto tempo un campione di radon ^{222}Rn si è ridotto a 1/10 del valore iniziale?

- (a) 0.3823 d
- (b) 0.4276 d
- (c) 6.8901 d
- (d) 12.6997 d

7. ELETTROMAGNETISMO

Maxwell modifica la legge di Ampere introducendo il termine che prende il nome di "corrente di spostamento". La legge di Ampere assume così la seguente espressione:

- (a) $\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{r} = \mu_0 \left(\sum i + \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt} \right)$
- (b) $\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{r} = \mu_0 \left(\sum i + \epsilon_0 \frac{d\Phi_B}{dt} \right)$
- (c) $\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{r} = \mu_0 \sum i + \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt}$
- (d) $\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{r} = \mu_0 \sum i + \epsilon_0 \frac{d\Phi_B}{dt}$

8. CINEMATICA

Un punto si trova nell'istante iniziale nella posizione $P \equiv (1 \text{ m}, 2 \text{ m}, 0 \text{ m})$ in un sistema di coordinate cartesiane $\{x, y, z\}$ con velocità $\mathbf{v}_0 = 3 \text{ m/s } \hat{i} + 4 \text{ m/s } \hat{k}$. Il punto è sottoposto a un'accelerazione $\mathbf{a} = 6 t \text{ m/s}^3 \hat{j}$. La posizione del punto dopo $\Delta t = 4 \text{ s}$ è:

- (a) $\mathbf{r} = 13 \text{ m } \hat{i} + 194 \text{ m } \hat{j}$
- (b) $\mathbf{r} = 13 \text{ m } \hat{i} + 194 \text{ m } \hat{j} + 16 \text{ m } \hat{k}$
- (c) $\mathbf{r} = 66 \text{ m } \hat{j} + 16 \text{ m } \hat{k}$
- (d) $\mathbf{r} = 13 \text{ m } \hat{i} + 16 \text{ m } \hat{k}$

9. DINAMICA

Un ragazzo di massa m si trova in un ascensore che si muove verso l'alto con moto uniformemente accelerato con accelerazione a . In un sistema di riferimento non inerziale con l'asse verticale rivolto verso l'alto, la reazione vincolare N esercitata sul ragazzo è:

- (a) $N = mg - ma$
- (b) $N = mg + ma$
- (c) $N = -mg + ma$
- (d) $N = 0$

10. MECCANICA DEI FLUIDI

Un corpo è immerso nell'acqua per 1/4 del suo volume. La densità del corpo è:



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

SCUOLA DI SPECIALIZZAZIONE IN FISICA MEDICA

- (a) il doppio di quella dell'acqua
- (b) 1/4 di quella dell'acqua
- (c) non si può determinare
- (d) la metà di quella dell'acqua

11. MATEMATICA

Nella regressione lineare di una serie di dati sperimentali y_i il metodo dei minimi quadrati richiede la determinazione dei parametri a e b mediante la minimizzazione della seguente somma:

(a) $S = \sum_{i=1}^N (y_i - a x_i - b)^2$

(b) $S = \sum_{i=1}^N y_i^2 - (a x_i - b)^2$

(c) $S = \sum_{i=1}^N (y_i - a x_i - b)$

(d) $S = \sum_{i=1}^N y_i^2 - a x_i^2 - b^2$

12. MATEMATICA

Data la funzione $f = x^2 + y^2 + z^2$ la normale al piano tangente nel punto $Q \equiv (1, -1, 2)$ è:

(a) $\mathbf{N} = 1 \hat{\mathbf{i}} - 1 \hat{\mathbf{j}} + 2 \hat{\mathbf{k}}$

(b) $\mathbf{N} = 2 \hat{\mathbf{i}} - 2 \hat{\mathbf{j}} + 4 \hat{\mathbf{k}}$

(c) $\mathbf{N} = -1 \hat{\mathbf{i}} + 1 \hat{\mathbf{j}} - 2 \hat{\mathbf{k}}$

(d) $\mathbf{N} = -2 \hat{\mathbf{i}} + 2 \hat{\mathbf{j}} - 4 \hat{\mathbf{k}}$

13. MATEMATICA

Nella forma $z = x + yi$ il numero complesso z avente modulo $|z| = \pi$ e argomento $\arg(z) = \frac{\pi}{6}$ è:

(a) $z = \frac{\pi\sqrt{3}}{4} + \frac{\pi}{4}i$

(b) $z = \frac{\pi\sqrt{3}}{2} - \frac{\pi}{2}i$

(c) $z = \frac{\pi\sqrt{3}}{4} - \frac{\pi}{4}i$

(d) $z = \frac{\pi\sqrt{3}}{2} + \frac{\pi}{2}i$

14. TERMODINAMICA

Una bombola d'aria utilizzata da un sommozzatore è riempita alla pressione $p_0 = 20.0$ MPa, alla temperatura $T_0 = 20^\circ\text{C}$. La valvola di sicurezza della bombola è tarata in modo da aprirsi alla pressione $p_c = 24.5$ MPa. La bombola piena viene lasciata al sole. La temperatura alla quale si apre la valvola è:

(a) 65°C

(b) 86°C



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

SCUOLA DI SPECIALIZZAZIONE IN FISICA MEDICA

- (c) 98 °C
- (d) 105 °C

15. MECCANICA DEI FLUIDI

Una bilancia a due bracci è in equilibrio avendo appeso alle estremità dei bracci due blocchi della stessa massa, uno di alluminio e l'altro di ferro. Se i due blocchi vengono immersi in acqua l'equilibrio viene mantenuto?

- (a) sì, perché le forze si equilibrano
- (b) sì, perché i blocchi hanno la stessa massa
- (c) **no, perché i blocchi ricevono una diversa spinta idrostatica**
- (d) no, perché la spinta che riceve l'oggetto di ferro è maggiore di quella che riceve l'oggetto di alluminio

16. MECCANICA

Il momento di inerzia I di un cilindro pieno in ottone di altezza $H = 800$ mm e diametro $D = 60$ mm rispetto al suo asse geometrico di rotazione vale:

$$[\rho_{\text{ott}} = 8491 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}]$$

- (a) $1.73 \times 10^{-2} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$
- (b) $5.76 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$
- (c) $4.32 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$
- (d) **$8.64 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$**

17. MECCANICA QUANTISTICA

Le energie degli stati stazionari di un atomo sono espresse dalla seguente relazione:

$$E_n = -\frac{m_e Z^2 e^4}{8 \epsilon_0 h^2} \frac{1}{n^2}$$

L'energia per rimuovere l'elettrone da uno ione He^+ nel suo stato fondamentale è:

- (a) **54.24 eV**
- (b) $1.5 \times 10^{-3} \text{ eV}$
- (c) 340.8 eV
- (d) 2170 eV

18. ELETTRONICA

Una giunzione p-n agisce essenzialmente come:

- (a) resistenza
- (b) induttore
- (c) capacitore
- (d) **diode raddrizzatore**

19. FISICA NUCLEARE

In passato la sorgente normale per la radioterapia era il ^{60}Co . Il tempo di dimezzamento che controlla il processo di decadimento β del ^{60}Co è 5.27 y. I nuclei radioattivi di ^{60}Co sono presenti in una sorgente da 6000 Ci sono:

$$[1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}]$$

- (a) 5.33×10^{10}
- (b) 5.33×10^{16}



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
SCUOLA DI SPECIALIZZAZIONE IN FISICA MEDICA

- (c) 5.33×10^{22}
(d) 5.33×10^{31}

20. MATEMATICA

L'integrale indefinito

$$\int \frac{dx}{x^2 \sqrt{a^2 - x^2}}$$

vale:

- (a) $-\frac{x}{a^2 \sqrt{a^2 - x^2}} + C$
(b) $\frac{x}{a^2 \sqrt{a^2 - x^2}} + C$
(c) $\frac{\sqrt{a^2 - x^2}}{a^2 x} + C$
(d) $-\frac{\sqrt{a^2 - x^2}}{a^2 x} + C$

21. MATEMATICA

Il limite

$$\lim_{x \rightarrow 2} \frac{x - 2}{x^2 - 4}$$

vale:

- (a) ∞
(b) $\frac{1}{4}$
(c) 0
(d) $\frac{1}{2}$

22. OTTICA

Un sistema ottico a due fenditure è illuminato da una luce monocromatica di lunghezza d'onda $\lambda = 532$ nm. La distanza fra le fenditure è $d = 0.1$ mm e lo schermo su cui vengono proiettate le figure di interferenza è posto alla distanza $D = 60$ cm. La distanza tra due massimi consecutivi è data da:

- (a) 0.32 mm
(b) 3.2 mm
(c) 32.0 mm
(d) 320.0 mm

23. INTERAZIONE RADIAZIONE MATERIA

Gli elettroni nell'orbitale 1s del carbonio nella grafite hanno un'energia di legame pari a $E_b = 284.8$ eV. La funzione lavoro per estrarre un elettrone dalla superficie del campione in un determinato apparato sperimentale è $\Phi \simeq 4.5$ eV. In un processo di interazione lineare, l'energia dei fotoni $h\nu$ per estrarre un fotoelettrone dal livello 1s dev'essere:

- (a) $h\nu \geq 280.3$ eV
(b) $h\nu = 4.5$ eV
(c) $h\nu \geq 289.3$ eV



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

SCUOLA DI SPECIALIZZAZIONE IN FISICA MEDICA

(d) $h\nu = 284.8 \text{ eV}$

24. ELETTROMAGNETISMO

La seguente espressione della componente del campo elettrico di un'onda elettromagnetica

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}, t) = E_0 [\cos(\omega t - kz) \hat{\mathbf{i}} + \sin(\omega t - kz) \hat{\mathbf{j}}]$$

rappresenta:

- (a) un'onda piana polarizzata linearmente
- (b) un'onda sferica
- (c) un'onda piana polarizzata circolarmente
- (d) un'onda piana non polarizzata

25. TERMODINAMICA

L'enunciato del secondo principio della termodinamica utilizzando il concetto di entropia per una qualsiasi trasformazione termodinamica che evolva tra due stati di equilibrio ha la seguente formulazione:

- (a) $\Delta S_{\text{universo}} = \Delta S_{\text{sistema}} + \Delta S_{\text{ambiente}} \geq 0$
- (b) $\Delta S_{\text{universo}} = \Delta S_{\text{sistema}} + \Delta S_{\text{ambiente}} = 0$
- (c) $\Delta S_{\text{universo}} = \Delta S_{\text{sistema}} + \Delta S_{\text{ambiente}} \leq 0$
- (d) $\Delta S_{\text{universo}} = \Delta S_{\text{sistema}} + \Delta S_{\text{ambiente}} < 0$

26. TEORIA CINETICA DEI GAS

Utilizzando il teorema dell'equipartizione dell'energia, l'espressione dell'energia interna media E_{int} di una singola molecola di un gas ideale monoatomico alla temperatura T è:

- (a) $\frac{1}{2}kT$
- (b) $\frac{3}{2}kT$
- (c) $\frac{5}{2}kT$
- (d) non si può calcolare

27. MATEMATICA

La seguente relazione

$$\oint_{\Gamma} \mathbf{F} \cdot d\mathbf{S} = \iint_S \nabla \times \mathbf{F} \cdot \mathbf{n} dS$$

dove S indica una qualsiasi superficie avente come linea chiusa Γ rappresenta:

- (a) il teorema della divergenza
- (b) il teorema di Stokes
- (c) il teorema di Gauss
- (d) la relazione non è corretta

28. FISICA MEDICA

In un esame PET con 18 fluorodesossiglucosio (^{18}F -FDG) mediamente la dose assorbita è:

- (a) compresa tra 2 e 15 mSv
- (b) inferiore a 1 mSv
- (c) compresa tra 160 e 150 mSv
- (d) superiore a 1 Sv



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

SCUOLA DI SPECIALIZZAZIONE IN FISICA MEDICA

29. FISICA NUCLEARE

Un nuclide con 13 protoni e 15 neutroni viene rappresentato nel modo seguente:

- (a) ^{28}Al
- (b) ^{15}Al
- (c) ^{28}Fe
- (d) ^{13}Fe

30. FISICA NUCLEARE

L'energia che viene rilasciata quando un nucleo di ^{235}U si scinde per formare un nucleo di ^{140}Xe , uno di ^{92}Sr e 3 neutroni è pari a:

(energia di legame per nucleone $E_B/A(^{235}\text{U}) = 7.59 \text{ MeV}$, $E_B/A(^{140}\text{Xe}) = 8.29 \text{ MeV}$, $E_B/A(^{92}\text{Sr}) = 8.65 \text{ MeV}$)

- (a) non può essere determinata
- (b) 1418.85 MeV
- (c) 0 MeV
- (d) 172.75 MeV

31. FISICA ATOMICA

L'effetto Compton è descritto dalla seguente espressione:

(λ_C lunghezza d'onda Compton)

- (a) $\Delta\lambda = \lambda_C (1 - \cos \vartheta)$
- (b) $\Delta\lambda = \lambda_C (2 \cos \vartheta - 1)$
- (c) $\Delta\lambda = \lambda_C \cos \vartheta$
- (d) $\Delta\lambda = \frac{\lambda_C}{1 - \cos \theta}$

32. MECCANICA DEI FLUIDI

Un tubo orizzontale a sezione costante ha una strozzatura nella parte centrale. Nel tubo scorre un fluido ideale. La pressione è maggiore:

- (a) nella parte di tubo con sezione minore
- (b) nella parte di tubo con sezione maggiore
- (c) non c'è differenza tra le diverse sezioni del tubo
- (d) dipende dalla velocità del fluido

33. TERMODINAMICA

La disuguaglianza di Clausius estesa a cicli con qualunque numero di sorgenti discrete ha la seguente espressione:

- (a) $\oint \frac{\delta Q_i}{T_i} = 0$
- (b) $\oint \frac{\delta Q_i}{T_i} \geq 0$
- (c) $\oint \frac{\delta Q_i}{T_i} \leq 0$
- (d) $\oint \frac{\delta Q_i}{T_i} > 0$

34. MECCANICA

Il centro di massa di un sistema di punti materiali di massa totale M si muove come un punto materiale di massa M cui sia applicato:

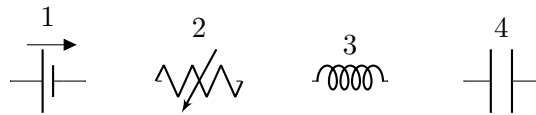


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
SCUOLA DI SPECIALIZZAZIONE IN FISICA MEDICA

- (a) la risultante delle forze interne
- (b) la risultante delle forze esterne
- (c) la somma vettoriale della risultante delle forze interne e forze esterne
- (d) dipende dal sistema di punti materiali

35. ELETTROMAGNETISMO

Tra i simboli di elementi circuitali sotto riportati quello che indica un condensatore è il numero:



- (a) n.1
- (b) n.2
- (c) n.3
- (d) n.4