

EXEMPLE DE INTREBARI TEST GRILA

(nu vor fi exact aceste intrebari)

FIZICA NUCLEARA

- 1.-Energia de legatura in cazul deuterionului, fata de energia cuantei gama emise la formarea acestuia dintr-un proton in repaus si un neutron termic este :
 - a) egala
 - b) foarte putin mai mare**
 - c) cu cateva procente mai mica
- 2.- Energia de legatura specifica pentru elementele din jurul Fe ($Z \in 24-30$) este:
 - a) mai mare ca cea corespunzatoare U**
 - b) mai mica decat cea corespunzatoare He
 - c) de 5 MeV/nucleon
- 3.- Fisiunea nucleara conduce la:
 - a) aparitia unor fragmente mai usoare fara degajare de energie
 - b) degajare mare de energie, masa fragmentelor fiind egala cu cea a nucleului care fisioneaza
 - c) obtinerea unor fragmente de fisiune a caror masa insumata este mai mica decat cea a nucleului fisinat si care sunt si β^- radioactive**
- 4.- Relatia : $Z = A / (1.98 + 0.015 A^{2/3})$
 - a) se aplica tuturor nucleelor(stabile si radioactive)
 - b) numai nucleelor stabile**
 - c) este datorata faptului ca fortele nucleare au raza mica de actiune
- 5.- Raspandirea nucleelor stabile de tipul impar-impar in natura
 - a) este mai mare decat a celor de tipul par-par
 - b) este comparabila c cea a nucleelor de tip par-impar
 - c) exista numai 5 asemenea specii nucleare**
- 6.- Termenul de forma $\beta A^{2/3}$ din formula energiei de legatura:
 - a) poate lipsi in unele cazuri
 - b) se datorteaza situatii speciale a nucleonilor de la suprafata**
 - c) reflecta caracterul de schimb al fortelor nucleare
- 7.- Interactiunea electrostatică a protonilor dintr-un nucleu
 - a) mareste stabilitatea acestuia
 - b) face nucleele de tipul par-par mai instabile
 - c) introduce termenul de forma $\gamma Z^2 / A^{1/3}$ in energia de legatura**
- 8.- Termenul de asimetrie din formula semiempirica a masei
 - a) este o consecinta a caracterului de schimb al fortelor nucleare**
 - b) a fost introdus de Fermi in 1942
 - c) este nul in cazul nucleului $^{18}_8\text{O}$
- 9.- Cu ce precizie se calculeaza masele atomice folosind formula semiempirica a masei
 - a) cu eroare de cca 10%
 - b) eroarea este mai mica decat 10^{-6} %
 - c) aproximativ 0.01 %**
- 10.- Care sunt cuantele de schimb in interiorul nucleului
 - a) mezonii Π**
 - b) mezonii μ
 - c) cuarcii

- 11.- Care a fost primul element radioactiv descoperit
- Ra
 - U**
 - Th
- 12.- Daca N_d reprezinta numarul de nuclee care s-au dezintegrat dupa timpul t si N_0 cel existent la $t = 0$, care este legatura corecta dintre ele
- $N_d = N_0 e^{-\lambda t}$
 - $N_d/N_0 = 1 - e^{-\lambda t}$**
 - $N_d \cdot N_0 = N_0 e^{-\lambda t}$
- 13.- Intre numarul de nuclee radioactive (N) si activitatea (A) a acestora exista relatia
- $A = (\ln 2 / T_{1/2}) N$**
 - $A = \ln 2 / N$
 - $A = \ln 2 / \lambda N$
- 14.- Neutrino are urmatoarele proprietati:
- are spinul $1/2$ si sarcina leptonica 1**
 - are masa zero si sarcina pozitiva
 - este emis de catre nucleu prin radiatii γ
- 15.- Care dintre radiatii au spectru discret de energie
- radiatiile α si γ**
 - radiatiile α si β
 - radiatiile β si γ
- 16.- Unitatea de masura pentru activitate (Bq) reprezinta
- activitatea unui gram de Ra
 - activitatea unui gram de U
 - o dezintegrare pe secunda**
- 17.- In care caz se stabileste un echilibru secular intre parintele (A) si fiica (B)
- $\lambda_A > \lambda_B$
 - $\lambda_A = \lambda_B$
 - $\lambda_A \ll \lambda_B$**
- 18.- Relatia $[1/(\lambda_B - \lambda_A)] \ln \lambda_B/\lambda_A$ in cazul a doua specii (A) si (B) genetic legate ne da:
- timpul dupa care se obtine echilibrul tranzient sau secular
 - timpul dupa care activitatea elementului generator scade la jumatate
 - timpul dupa care activitatea speciei B este maxima**
- 19.- Avem dezintegrarea
- $$\begin{array}{ccc}
 {}^{214}_{84}\text{Po} & \xrightarrow{\alpha} & {}^{210}_{82}\text{Pb} \\
 T_{1/2} = 0.15 \text{ ms} & & T_{1/2} = 22 \text{ ani}
 \end{array}$$
- se stabileste un echilibru radioactiv intr-un timp foarte scurt
 - dupa cateva minute activitatea Pb va fi egala cu activitatea initiala a Po**
 - dupa 22 de ani activitatea va fi maxima
- 20.- In cazul unei serii radioactive $N_1 \rightarrow N_2 \rightarrow \dots N_n \rightarrow \dots$ cand se poate vorbi de un echilibru al seriei
- $\lambda_i < \lambda_{i+1}$
 - $\lambda_1 > \lambda_i$ ($i = 1.2.3 \dots n$)**
 - $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 \dots = \lambda_n \dots$

- 21.- Care din urmatoarele legi de conservare de mai jos nu se pot aplica in reactiile nucleare
- legea conservarii energiei cinetice si a masei**
 - legea conservarii numarului de nucleoni si a spinului
 - legea conservarii energiei totale si a paritatii
- 22.- Care relatie de mai jos este corecta
- $1 \text{ u } c^2 = 13,5 \text{ eV}$
 - $1 \text{ u } c^2 = 0,511 \text{ MeV}$
 - $1 \text{ u } c^2 = 931,555 \text{ MeV}$**
- 23.- Energia de prag intr-o reactie nucleara
- este negativa in toate cazurile
 - este mai mare decat modulul energiei de reactie**
 - este egala cu diferenta dintre energia particulei proiectil si a celei emergente
- 24.- O caracteristica a reactiilor cu particule incarcate este
- au sectiuni eficace foarte mari
 - trebuie ca energia proiectilului sa fie mai mare decat cea a respingerii electrostatice dintre proiectil si tinta
 - nu sunt intotdeauna endoenergetice**
- 25.- Ce se intampla la captura unui neutron lent de catre un nucleu usor
- o fisiune
 - emisie de cuante gamma cu obtinerea unui nucleu totdeauna stabil
 - obtinerea de radionuclizi radioactivi β^- , in unele cazuri**
- 26.- Energia la fisiunea nucleelor de uraniu
- este in intregime regasita sub forma de energie cinetica a fragmentelor
 - poate fi calculata exact daca sunt cunoscute masele exacte ale fragmentelor si a nucleului ce fisioneaza
 - este mai mica decat 250 MeV/ fisiune**
- 27.- Care este asemanarea dintre fisiunea spontana si cea indusa
- in ambele cazuri se emit neutroni**
 - este necesara o tunelare a barieirei de fisiune in ambele cazuri
 - nu exista nici o asemanare
- 28.- Controlul si reglarea puterii unui reactor nuclear
- este posibila datorita existentei neutronilor intarzati**
 - se face intotdeauna folosind bare de bor
 - este posibila datorita faptului ca moderatorul incetinesc neutronii
- 29.- De ce marea majoritatea a reactorilor energetici in functie se bazeaza pe fisiunea ^{235}U
- acesta este la fel de abundent ca si ^{238}U
 - ^{238}U fisioneaza si spontan
 - sectiunea eficace de fisiune cu neutroni termici cu ^{235}U este mult mai mare decat cea cu neutroni rapizi cu ^{238}U**
- 30.- Fisiunea nucleelor de uraniu
- este totdeauna in doua fragmente de mase egale
 - spectrul neutronilor promti emisi este discret
 - aproape totdeauna fragmentele prezinta radioactivitate β^-**

MECANICĂ CUANTICĂ

- 1) Care dintre următoarele propoziții este falsă:

- a) Starea dinamică a unui sistem cuantic este complet determinată de funcția de undă $\psi(\mathbf{r}_1, \mathbf{r}_2, \dots, t)$ asociată
- b) Probabilitatea de a găsi sistemul la un moment dat în elementul de volum $d\mathbf{r}$ din jurul punctului \mathbf{r} este proporțională cu intensitatea undei asociate în acel element de volum, $|\psi(\mathbf{r})|^2 d\mathbf{r}$
- c) Funcția de undă a unui sistem cuantic poate fi întotdeauna normată la unitate.**
- 2) Funcția de undă din spațiul de configurație și funcția corespunzătoare din spațiul impulsurilor sunt:
- a) legate printr-o transformare unitară
- b) legate printr-o transformată Fourier**
- c) ortogonale.
- 3) În ecuația Schrödinger pentru o particulă se poate aplica separarea variabilelor atunci când potențialul poate fi scris:
- a) $V(x, y, z) = V_x(x) + V_y(y) + V_z(z)$
- b) $V(x, y, z) = V_x(x)V_y(y)V_z(z)$
- c) $V(x, y, z) = V(x + y + z)$.
- 4) Funcția de undă corespunzătoare unei stări staționare a unui sistem conservativ poate fi scrisă:
- a) $\Psi(\mathbf{r}, t) = \psi(\mathbf{r})$
- b) $\Psi(\mathbf{r}, t) = \psi(\mathbf{r})\exp(-t/\tau)$
- c) $\Psi(\mathbf{r}, t) = \psi(\mathbf{r})\exp(-iEt/\hbar)$.**
- 5) Comportarea sistemelor conservative (pentru care hamiltonianul nu depinde explicit de timp) se caracterizează prin:
- a) independența explicită de timp a funcției de undă: $\Psi(\mathbf{r}, t) = \psi(\mathbf{r})$
- b) dependența periodică de timp a normei funcției de undă:
- $$\|\Psi(\mathbf{r}, t)\|^2 = \|\psi(\mathbf{r})\|^2 \exp(-iEt/\hbar)$$
- c) independența de timp a densității de probabilitate și a densității de curent de probabilitate: $\rho(\mathbf{r}, t) = \rho(\mathbf{r})$, $\mathbf{j}(\mathbf{r}, t) = \mathbf{j}(\mathbf{r})$.**
- 6) Care dintre următoarele funcții de undă descrie o particulă liberă de impuls bine determinat care se deplasează în sens negativ al axei x :
- a) $e^{i(kx - \omega t)} - e^{-i(kx - \omega t)}$
- b) $\cos(kx - \omega t) - i \sin(kx - \omega t)$**
- c) $-\sin(kx - \omega t)$
- 7) Să se precizeze care este natura stărilor legate ale unui sistem cuantic unidimensional:
- a) degenerate
- b) nedegenerate**
- c) nedegenerate dacă sistemul este conservativ.
- 8) Expresia vitezei de grup a pachetului de unde

$$\psi(x, t) = \int_{k_0 - \Delta k}^{k_0 + \Delta k} A(k) e^{i(kx - \omega t)} dk$$

în condițiile variației slabe a funcțiilor $A(k)$ și $\omega(k)$ este:

- a) $v = \omega / k_0$
- b) $v = \sqrt{\omega / k_0}$**

c) $v = (d\omega / dk)_{k=k_0}$.

9) Pachetul de unde gaussian

$$\psi(x, t) = (2\pi\alpha^2)^{-1/4} e^{-x^2/4\alpha^2} e^{i(k_0x - \omega t)}$$

se caracterizează prin:

a) viteză de grup maximă

b) **nedeterminare** $\Delta x \Delta p_x$ **minimă**

c) semilărgime minimă.

10) Hamiltonianul unei particule de masă m și sarcină electrică e aflată într-un câmp electromagnetic de potențial scalar φ și potențial vector \mathbf{A} este:

a) $-\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 - e\mathbf{A} + e\varphi$

b) $\frac{1}{2m} (-i\hbar\nabla - e\mathbf{A})^2 + e\varphi$

c) $\frac{1}{2m} (-i\hbar\nabla - e\mathbf{A} + e\varphi)^2$.

11) Care dintre următoarele expresii pentru densitatea de curent de probabilitate pentru o particulă de masă m , descrisă de funcția de undă ψ este corectă?

a) $\mathbf{j} = \text{Re}[\psi^* (1/m)(-i\hbar\nabla)\psi]$

b) $\mathbf{j} = \langle \psi^* (1/m)(-i\hbar\nabla)\psi \rangle$

c) $\mathbf{j} = \psi^* (1/m)(-i\hbar\nabla)\psi$.

12) Să se indice forma corectă a ecuației de continuitate pentru cazul mișcării într-un potențial real:

a) $i\hbar \frac{\partial \rho(\mathbf{r}, t)}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m} \nabla \cdot \mathbf{j}(\mathbf{r}, t)$

b) $\frac{\partial \rho(\mathbf{r}, t)}{\partial t} + \nabla^2 \cdot \mathbf{j}(\mathbf{r}, t) = 0$

c) $\frac{\partial \rho(\mathbf{r}, t)}{\partial t} + \nabla \cdot \mathbf{j}(\mathbf{r}, t) = 0$.

13) Spectrul energetic al unui sistem unidimensional a cărei energie totală este mai mică decât energia potențială asimptotică ($E < V(\pm\infty)$) are caracter:

a) **discret**

b) continuu

c) discret + continuu.

14) Natura funcțiilor proprii pentru mișcarea într-un potențial unidimensional simetric ($V(-x) = V(x)$) este:

a) pară

b) impară

c) **alternativ pară și impară.**

15) Care dintre următoarele expresii ale valorii așteptate ale unei mărimi fizice $A(\mathbf{r}, \mathbf{p}, t)$ este eronată:

a) $\langle A(\mathbf{r}, \mathbf{p}, t) \rangle = \int \psi^*(\mathbf{r}, t) \hat{A}(\mathbf{r}, -i\hbar\nabla, t) \psi(\mathbf{r}, t) d\mathbf{r}$

b) $\langle A(\mathbf{r}, \mathbf{p}, t) \rangle = \int \phi^*(\mathbf{p}, t) \hat{A}(i\hbar\nabla_p, -i\hbar\nabla, t) \phi(\mathbf{p}, t) d\mathbf{p}$

c) $\langle A(\mathbf{r}, \mathbf{p}, t) \rangle = \int \phi^*(\mathbf{p}, t) \hat{A}(i\hbar\nabla_p, \mathbf{p}, t) \phi(\mathbf{p}, t) d\mathbf{p}$.

16) Prin definiție, un operator hermitic satisface relația:

- a) $\int \psi_m^* \hat{A} \psi_n d\mathbf{r} = \int \hat{A}(\psi_m \psi_n)^* d\mathbf{r}$
- b) $\int \psi_m^* \hat{A} \psi_n d\mathbf{r} = \int (\hat{A} \psi_m)^* \psi_n d\mathbf{r}$
- c) $\int \psi_m^* \hat{A} \psi_n d\mathbf{r} = \int \hat{A} \psi_m^* \psi_n^* d\mathbf{r}$.

17) Care dintre următorii operatori nu este hermitic:

- a) $\hat{T} = -(\hbar^2 / 2m)(d^2 / dx^2)$
- b) $\hat{l}_z = -i\hbar(d / d\varphi)$
- c) $\hat{l}_+ = \hat{l}_x + i\hat{l}_y$.

18) Care dintre următoarele relații de comutare este greșită:

- a) $[\hat{A}, \hat{B}] + [\hat{B}, \hat{A}] = 0$
- b) $[\hat{A}^2, \hat{B}] = \hat{A}[\hat{A}, \hat{B}] + [\hat{A}, \hat{B}]\hat{A}$
- c) $[\hat{A}^m, \hat{A}^n] = \hat{A}^{m-n}$.

19) Esența inegalității lui Schwartz,

$$|\langle \psi_1, \psi_2 \rangle|^2 \leq \langle \psi_1, \psi_1 \rangle \langle \psi_2, \psi_2 \rangle$$

constă în faptul că:

- a) **Produsul scalar a două funcții din spațiul Hilbert se exprimă printr-o integrală convergentă**
 - b) Două funcții proprii ale unui operator hermitic, corespunzătoare unor valori proprii distincte sunt ortogonale
 - c) Funcțiile din spațiul Hilbert sunt de pătrat sumabil.
- 20) Mărimile fizice descrise de observabile necomutative:
- a) au simultan valori bine determinate
 - b) **au nedeterminări al căror produs este limitat inferior**
 - c) au nedeterminări al căror produs este limitat superior.
- 21) Care dintre următoarele relații de nedeterminare este greșită:

- a) $\Delta x \Delta p_x \geq \frac{1}{2} \hbar$
- b) $\Delta x \Delta p_x \sim \hbar$
- c) $\Delta E \Delta t \sim \hbar \omega$.

22) Condițiile necesare și suficiente pentru ca un sistem de funcții ortogonale $\{\varphi_n\}$ să formeze un sistem de bază în spațiul Hilbert se exprimă prin relațiile:

- a) $\psi = \sum_n c_n \varphi_n, \quad c_n = \langle \varphi_n, \psi \rangle$
- b) $\langle \varphi_m, \varphi_n \rangle = \delta_{mn}, \quad \sum_n \varphi_n^*(\xi') \varphi_n(\xi) = \delta(\xi' - \xi)$
- c) $\psi = \sum_n c_n \varphi_n, \quad c_n = \langle \varphi_n, \psi \rangle, \quad \langle \varphi_m, \varphi_n \rangle = \delta_{mn}$.

23) Care dintre următoarele propoziții este adevărată?

- a) Valorile proprii ale unui operator liniar sunt reale.
- b) **Funcțiile proprii ale unui operator hermitic, corespunzătoare unor valori proprii distincte sunt ortogonale.**
- c) Funcțiile proprii ale unui operator hermitic, corespunzătoare unei valori proprii degenerate sunt ortogonale.

24) Care dintre următoarele propoziții este neadevărată?

- a) O mărime fizică are valori bine determinate numai în stări proprii ale operatorului hermitic asociat.
- b) Singurele valori pe care le poate lua o mărime fizică într-o stare oarecare sunt valorile proprii ale observabilei asociate.
- c) **Doă mărime fizice descrise prin observabile necomutative nu pot avea simultan valori bine determinate și produsul nedeterminărilor lor este limitat superior.**

25) Fie groapa de potențial unidimensională

$$V(x) = \begin{cases} \infty, & \text{dacă } x < -a, x > a \\ 0, & \text{dacă } -a \leq x \leq a \end{cases}$$

Care este forma soluției ecuației lui Schrödinger pentru o particulă de masă m aflată în interiorul gropii?

- a) $\psi(x) = Ae^{ikx} + Be^{-ikx}$, $k = (1/\hbar)\sqrt{2mE}$
 - b) $\psi(x) = Ae^{\gamma x} + Be^{-\gamma x}$, $\gamma = (1/\hbar)\sqrt{2mE}$
 - c) $\psi(x) = A \sin kx + B \cos kx$, $k = (1/\hbar)\sqrt{2mE}$.
- 26) În ce condiții distribuția de probabilitate de localizare a particulei în groapa de potențial dreptunghiulară infinită se reduce la cazul clasic?
- a) când lărgimea gropii este un multiplu întreg al semilungimii de undă asociată particulei
 - b) când energia E a particulei tinde către înălțimea pereților V_0
 - c) **când numărul cuantic $n \rightarrow \infty$.**

27) Fie bariera de potențial unidimensională

$$V(x) = \begin{cases} 0, & \text{dacă } x < 0, x > a \\ V_0, & \text{dacă } 0 \leq x \leq a \end{cases}$$

Expresia coeficientului de transmisie pentru o particulă de masă m și energie

$$T = \frac{4q^2k^2}{(q^2 - k^2)^2 \sin^2 ka + 4q^2k^2}$$

$$q = (1/\hbar)\sqrt{2mE}$$

$$k = (1/\hbar)\sqrt{2m(E - V_0)}$$

$E > V_0$ este

unde

Să se precizeze în care dintre situațiile următoare bariera devine perfect transparentă:

- a) $E \rightarrow V_0$
 - b) $E \rightarrow 0$
 - c) $a = n\lambda/2$, $\lambda = 2\pi/k$.
- 28) Valoarea comutatorului componentelor carteziene $\hat{L}_y = z\hat{p}_x - x\hat{p}_z$ și $\hat{L}_z = x\hat{p}_y - y\hat{p}_x$ ale momentului cinetic orbital este:
- a) $i\hbar^2\hat{L}_x$
 - b) $i\hbar\hat{L}_x$

c) $i\hbar\hat{L}_x^2$.

29) Cum se explică faptul că operatorul \hat{L}^2 formează un ansamblu complet de observabile comutative pentru determinarea stărilor momentului cinetic orbital cu oricare componentă carteziană \hat{L}_x , \hat{L}_y sau \hat{L}_z , dar nu cu toate simultan?

a) \hat{L}^2 este funcție de \hat{L}_x , \hat{L}_y și \hat{L}_z

b) $[\hat{L}^2, \hat{L}_j] = 0$, $[\hat{L}_j, \hat{L}_k] = i\hbar\epsilon_{jkl}\hat{L}_l$

c) $[\hat{L}^2, \hat{L}_z] = 0$, $[\hat{L}_j, \hat{L}_k] = 0$.

30) Care dintre următoarele expresii ale componentelor carteziene ale momentului cinetic orbital este corectă:

a) $\hat{L}_x = i\hbar^2 \left(\sin\varphi \frac{\partial}{\partial\theta} + \cos\varphi \operatorname{ctg}\theta \frac{\partial}{\partial\varphi} \right)$

b) $\hat{L}_y = -i\hbar^2 \left(\cos\varphi \frac{\partial}{\partial\theta} - \sin\varphi \operatorname{ctg}\theta \frac{\partial}{\partial\varphi} \right)$

c) $L_z = -i\hbar \frac{\partial}{\partial\varphi}$.

31) Care dintre următoarele spectre energetice implică o stare fundamentală eronată?

a) particula în groapa de potențial dreptunghiulară infinită:

$$E_n = n^2 \frac{\pi^2 \hbar^2}{8ma^2}, \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

b) oscilatorul armonic liniar:

$$E_n = \left(n + \frac{1}{2} \right) \hbar\omega, \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

c) atomul de hidrogen:

$$E_n = -\frac{1}{n^2} \frac{m}{2\hbar^2} \left(\frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0} \right)^2, \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

32) Care este soluția corectă a ecuației lui Schrödinger pentru particula aflată într-o groapă de potențial bidimensională de adâncime infinită și dimensiuni L_1 și L_2 :

a)

$$\psi_{n_1 n_2}(x, y) = \frac{2}{(L_1 L_2)^{1/2}} \sin\left(\frac{n_1 \pi x}{L_1}\right) \sin\left(\frac{n_2 \pi x}{L_2}\right)$$

$$E_{n_1 n_2} = \frac{\hbar^2}{8m} \frac{n_1^2 + n_2^2}{(L_1 L_2)^{1/2}}, \quad n_1, n_2 = 1, 2, \dots$$

b)

$$\psi_{n_1 n_2}(x, y) = \frac{2}{(L_1 L_2)^{1/2}} \sin\left(\frac{n_1 \pi x}{L_1} + \frac{n_2 \pi x}{L_2}\right)$$

$$E_{n_1 n_2} = \frac{\hbar^2}{8m} \left(\frac{n_1^2}{L_1^2} + \frac{n_2^2}{L_2^2} \right), \quad n_1, n_2 = 1, 2, \dots$$

c)

$$\psi_{n_1 n_2}(x, y) = \frac{2}{(L_1 L_2)^{1/2}} \sin\left(\frac{n_1 \pi x}{L_1}\right) \sin\left(\frac{n_2 \pi x}{L_2}\right)$$

$$E_{n_1 n_2} = \frac{h^2}{8m} \left(\frac{n_1^2}{L_1^2} + \frac{n_2^2}{L_2^2} \right), \quad n_1, n_2 = 1, 2, \dots$$

33) Soluția ecuației lui Schrödinger pentru particula aflată într-o groapă de potențial bidimensională de adâncime infinită și dimensiuni L_1 și L_2 este:

$$\psi_{n_1 n_2}(x, y) = \frac{2}{(L_1 L_2)^{1/2}} \sin\left(\frac{n_1 \pi x}{L_1}\right) \sin\left(\frac{n_2 \pi x}{L_2}\right)$$

$$E_{n_1 n_2} = \frac{h^2}{8m} \left(\frac{n_1^2}{L_1^2} + \frac{n_2^2}{L_2^2} \right), \quad n_1, n_2 = 1, 2, \dots$$

Să se precizeze pentru cazul $L_1 = L$ și $L_2 = 2L$ între care dintre următoarele stări apare degenerare:

a) $(n_1 = 1, n_2 = 2)$ și $(n_1 = 2, n_2 = 1)$

b) $(n_1 = 1, n_2 = 4)$ și $(n_1 = 2, n_2 = 2)$

c) $(n_1 = 1, n_2 = 1)$ și $(n_1 = 2, n_2 = 2)$.

34) Care este energia de zero și diferența dintre nivelele energetice ale unui oscilator armonic unidimensional de frecvență ω plasat într-un potențial suplimentar constant V_0 :

a) $E_0 = \hbar\omega/2 + V_0, \quad \Delta E = \hbar\omega$

b) $E_0 = \hbar\omega/2, \quad \Delta E = \hbar\omega + V_0$

c) $E_0 = \hbar\omega/2 + V_0, \quad \Delta E = \hbar\omega + V_0$

35) Care dintre următoarele funcții corespunde stării fundamentale a oscilatorului armonic liniar:

a) $\psi(x) = \left(\frac{m\omega}{\hbar\pi}\right)^{1/4} e^{-\frac{m\omega}{2\hbar}x^2}$

b) $\psi(x) = \left(\frac{m\omega}{\hbar\pi}\right)^{1/4} e^{-\frac{m\omega}{2\hbar}x}$

c) $\psi(x) = \left(\frac{m\omega}{\hbar\pi}\right)^{1/4} x e^{-\frac{m\omega}{2\hbar}x^2}$.

36) Problema mișcării a două corpuri a căror interacțiune depinde doar de distanța dintre ele, $V(\mathbf{r}_1, \mathbf{r}_2) = V(|\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_2|)$, se reduce la:

a) Problema mișcării centrului de masă în potențialul $V(\mathbf{r}_1, \mathbf{r}_2)$

b) Problema mișcării libere a unei particule echivalente de masă

$\mu = m_1 m_2 / (m_1 + m_2)$ și cea a mișcării centrului de masă în potențialul central $V(\mathbf{r})$

c) **Problema mișcării libere a centrului de masă și cea a mișcării unei particule echivalente de masă $\mu = m_1 m_2 / (m_1 + m_2)$ în potențialul central $V(\mathbf{r})$.**

37) Pentru descrierea stărilor legate ale electronului într-un atom hidrogenoid se folosește ca sistem complet de observabile comutative:

a) \hat{H}, \hat{L}^2

- b) $\hat{H}, \hat{L}^2, \hat{L}_z$
 c) $\hat{H}, \hat{L}^2, \hat{L}_x, \hat{L}_y, \hat{L}_z$.
- 38) Degenerarea nivelelor de energie în raport cu numărul cuantic magnetic l este o proprietate caracteristică a mișcării în:
 a) câmp central
b) câmp central coulombian
 c) câmp central nu mai singular decât $1/r^2$.
- 39) Comportarea în origine a soluției radiale a ecuației lui Schrödinger pentru mișcarea într-un potențial central nu mai singular ca $1/r$ este:
 a) $1/r$
 b) r^{-l} , unde l este numărul cuantic orbital
 c) r^l .

FIZICA CORPULUI SOLID

- In cazul unei rețele, celula primitiva poate fi aleasa:
 - numai într-un singur fel
 - in mai multe feluri**
 - construind arbitrar cu ajutorul oricaror 3 vectori de rețea
- Celulei elementare cubice cu fețe centrate corespund:
 - un singur nod de rețea
 - 4 noduri de rețea**
 - 2 noduri de rețea
- Indicii Miller (hkl) pot reprezenta:
 - mai multe plane paralele și echidistante**
 - mai multe plane paralele neechidistante
 - plane neparalele
- Distanta d_{hkl} dintre două plane vecine ale unei familii de plane din sistemul cristalin cubic, având indicii Miller (hkl) este:
 - $d_{hkl} = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}$
 - $d_{hkl} = \frac{2a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}$
 - $d_{hkl} = \frac{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}{a}$
- Să considerăm planul cu indicii Miller (hkl) din rețeaua directă și vectorul $\vec{r}_{h,k,l}^* = h\vec{a}^* + k\vec{b}^* + l\vec{c}^*$ din rețeaua inversă (unde $\vec{a}^*, \vec{b}^*, \vec{c}^*$ sunt vectorii de bază primitivi ai acestei rețele). Planul (hkl) și vectorul $\vec{r}_{h,k,l}^*$ sunt legați prin relația:
 - $(hkl) // \vec{r}_{h,k,l}^*$
 - $(hkl) \perp \vec{r}_{h,k,l}^*$**
 - $(hkl) \in \vec{r}_{h,k,l}^*$
- Indicii Miller pentru un plan determinat de nodurile de rețea cele mai apropiate de un colț ales ca origine ale unui cub sunt:

- a) (111)
 b) (110)
 c) (100)
7. Factorul de structura (F_{hkl}) pentru un cristal cu atomi identici avand celula cubica cu volum centrat (CVC) este:
 a) $F_{hkl} = 2f_1$
 b) $F_{hkl} = 0$
 c) $F_{hkl} = 5f_1$
 unde f_1 este factorul de imprastiere atomic si $h + k + l = \text{numar par}$.
8. Cu ajutorul modelului classic al "gazului electronic liber" poate fi explicat corect:
 a) **legea lui Ohm** ($\vec{j} = \sigma \vec{E}$)
 b) caldura specifica a electronilor liberi
 c) valoarea mare a parcursului liber mediu al electronilor
9. Energia interna a gazului electronic liber U (in domeniul temperaturilor joase) este proportionala cu:
 a) T^2
 b) T
 c) T^0
10. Contributia electronilor la caldura specifica la temperaturi joase este proportionala cu:
 a) T^3
 b) T
 c) $T^{3/2}$
11. Fononul este o quasiparticula care in procesele de ciocnire cu alte particule se comporta ca o particula care are:
 a) **energia $\hbar\omega$ si impuls $\hbar\vec{q}$**
 b) energia $n\hbar\omega$ si impuls $n\hbar\vec{q}$
 c) energia $\frac{\hbar\omega}{2}$ si impuls $\frac{\hbar\vec{q}}{2}$
 unde ω este pulsatia, \vec{q} vectorul de unda.
12. Dupa modelul lui Einstein, caldura specifica datorita vibratiilor retelei (C_{vr}) (in domeniul temperaturilor joase) scade la 0 cand $T \rightarrow 0$:
 a) **exponential cu T**
 b) proportional cu T^2
 c) proportional cu T
13. Dupa modelul lui Debye, caldura specifica datorita datorita vibratiilor retelei (C_{vr}) (in domeniul temperaturilor joase) scade la 0 cand $T \rightarrow 0$:
 a) exponential cu T
 b) **proportional cu T^3**
 c) proportional cu T
14. Celula Wigner-Seitz:
 a) **este o celula primitiva**
 b) nu este o celula primitiva
 c) este locul geometric al punctelor care imprastie elastic radiatia X
15. Reteaua inversa periodica:

- a) **este consecinta retelei cristaline periodice**
 - b) descrie toate categoriile de solid (amorf, cristalin)
 - c) descrie amortizarea miscarii electronilor in campul fononilor
16. Modelul electronilor liberi explica corect:
- a) constanta Hall pozitiva
 - b) $\frac{\sigma}{\kappa T} = const.$ **unde κ este coeficientul de conductibilitate termica, σ coef. De conductibilitate electrica**
 - c) dilatarea termica a solidelor la $T \neq 0$
17. Conditia Born-von Karman (conditia-limita periodica):
- a) descrie propagarea radiatiei X in crystal
 - b) reprezinta legea de conservare a impulsului in crystal
 - c) **conduce la discretizarea vectorului de unda**
18. Constructia Ewald la difractia de raze X corespunde:
- a) **conservarii impulsului cristalin**
 - b) conservarii energiei
 - c) conservarii momentului unghiular
19. In proximatia electronilor liberi (modelul Sommerfeld) starea electronilor este descrisa de:
- a) numerele cuantice n, l, m, s
 - b) vectorul \vec{k} si numarul cuantic magnetic de spin m_s
 - c) numerele cuantice n, l, m, s si \vec{k}
20. Fononii acustici au o lege de dispersie la $k \rightarrow 0$ de forma (k – modulul vectorului de unda):
- a) $\frac{\hbar^2 k^2}{2m}$
 - b) $\sim k$
 - c) $\alpha k + \beta k^2 + \gamma k^3$, unde ultimul termen descrie anarmonicitatea retelei
21. Vectorul $\hbar \vec{k}$ este valoarea proprie a operatorului impulsului:
- a) **pentru electroni liberi**
 - b) pentru electroni in potential periodic slab (aproximatia electronilor slab legati)
 - c) pentru electroni in potential periodic slab (aproximatia electronilor slab legati) si pentru electroni in potential puternic (aproximatia electronilor puternic legati)
22. Spectrul fononic se determina experimental prin:
- a) **imprastierea neutronilor din cauza masei lor mari**
 - b) imprastierea electronilor din cauza masei lor mici
 - c) imprastierea electronilor din cauza ca poseda moment magnetic propriu
23. Dilatarea termica poate fi explicata:
- a) in aproximatia electronilor liberi
 - b) de termenul patrat in potentialul cristalin
 - c) **de termenul la puterea a treia din potentialul cristalin**
24. La temperaturi joase conductivitatea termica este produsa de:
- a) **imprastierea pe defecte si impuritati**
 - b) imprastierea pe fononi optici
 - c) imprastierea pe fononi in procese Umklapp

25. Modelul Debye considera
- $\omega(k) = \text{const.}$
 - $\omega(k) = c_1 k$
 - $\omega(k) = c_1 k + c_2 k^{3/2}$
- unde c_1 și c_2 sunt constante și k este modulul vectorului de unda.
26. Ce este prima zonă Brillouin.?
- celula elementară în spațiul direct.
 - celula primitivă.
 - celule Wigner Seitz în spațiul invers**
27. De ce se folosesc razele X pentru studiul rețelei cristaline?
- pentru că pătrund în materie
 - pentru că au lungime de undă comparabilă cu distanțele dintre atomi**
 - pentru că se produc ușor.
28. În experiențele de raze X, energia radiației X
- se micșorează
 - crește
 - nu se modifică**
29. Ce sunt benzile de energie în corpul solid?
- interval de variație a vectorului k
 - interval de variație a energiei electronului când k variază în prima zonă Brillouin.**
 - o succesiune de linii spectrale pentru atomi.
30. Lățimea benzilor este legată de gradul de:
- localizarea electronilor**
 - mărimea cristalului
 - mărimea celulei elementare
31. Suprafața Fermi pentru electronii liberi este:
- un elipsoid
 - o sferă**
 - o parabolă
32. Pentru un metal benzile de conducție și valență sunt:
- separate de o zonă interzisă $\sim k_B \cdot T$
 - sunt suprapuse parțial**
 - nu există.
33. În modelul Drude legea Wiedemann și Frantz
- nu se respectă
 - se respectă, mai puțin valoarea numerică**
 - se respectă în totalitate.
34. În modelul Sommerfeld electronii sunt tratați:

- a. **cuantic**
 - b. clasic,
 - c. depinde de proprietate.
35. In aproximația electronilor aproape liberi (electroni slab legați) deviația de la benzile de $\bar{\epsilon}$ liberi se produce la frontiera :
- a. **primei zone Brillouien**
 - b. în interiorul primei zone Brillouien
 - c. nu există.
36. In aproximația Hartree funcția de undă este:
- a. **un produs de funcție de undă unielectronică**
 - b. un determinant de funcții electronice
 - c. combinații liniare de orbitali atomici.
37. Teorema Bloch este consecința:
- a. **periodicității rețelei cristaline**
 - b. faptului că solidul este finit,
 - c. faptului că solidul este infinit
38. Viteza electronilor la nivelul Fermii este:
- a. **un procent din viteza luminii**
 - b. 0 dacă electronii sunt liberi
 - c. o constantă determinată de legea echipartiției energiei.
39. Intr-un cristal periodic vectorul k este valoarea proprie a operatorului impuls
- a. da,
 - b. **nu**
 - c. depinde de caz.(electroni liberi sau nu)
40. Fononul este:
- a. **cuanta de energie asociată oscilațiilor rețelei cristaline.**
 - b. particula elementară care descrie propagarea curentului electric în metale.
 - c. cuanta de lumină.
41. Densitatea de stări descrie :
- a. **numărul de stări permise în solid pentru energia ϵ și $\epsilon + d\epsilon$**
 - b. numărul de stări ocupate din spațiul invers funcție de vectorul k .
 - c. numărul de electroni de pe nivelul Fermi la $T=0$
42. Care este mărimea presiunii electronilor liberi clasici?
- a. comparabilă cu cea experimentală,
 - b. neglijabilă în comparație cu presiunea dată de resturile ionice.
 - c. **pentru anumite metale comparabilă cu cea experimentală.**

1) In cazul semiconductorilor intrinseci, la temperatura $0K$ nivelul Fermi coincide cu:

a) baza benzii de conducție

b) mijlocul zonei interzise

c) partea superioară a benzii de valență

2) In cazul semiconductorilor intrinseci, poziția nivelului Fermi crește cu temperatura dacă:

a) $N_V = N_C$

b) $N_V > N_C$

c) $N_V < N_C$

unde N_C și N_V sunt densitățile efective a stărilor în banda de conducție și de valență.

3) Poate fi aplicată ecuația neutralității electrice la calculul poziției nivelului Fermi?

a) da

b) nu

c) nu sunt legate între ele

4) Intr-un semiconductor extrinsec concentrația donozilor este N_D , iar a acceptozilor este N_A . Semiconductorul este un semiconductor compensat, dacă:

a) $N_D > N_A$

b) $N_D < N_A$

c) $N_D = N_A$

5) In cazul semiconductorilor intrinseci ecuația de neutralitate este în $e^{\frac{F}{kT}} = x$ o ecuație:

a) de gradul unu

b) de gradul doi

c) de gradul trei

6) În semiconductori, la o temperatură dată și în lipsa unei excitații exterioare, orice proces de recombinare este însoțit de un proces de generare.

a) **da**

b) nu

c) nu sunt legate între ele

7) Pentru un semiconductor, concentrația purtătorilor de sarcină crește dacă:

a) **temperatura crește**

b) temperatura scade

c) temperatura este constantă

8) În cazul unui semiconductor extrinsec concentrația purtătorilor de sarcină în domeniul de epuizare

a) crește cu temperatura

b) scade cu temperatura

c) **este independentă de temperatură**

9) De ce depinde rata generării purtătorilor de sarcină **în echilibru** în semiconductorul intrinsec ?

a) de produsul concentrațiilor purtătorilor de sarcină de echilibru și de temperatură;

b) **numai de temperatură;**

c) de temperatură și timpul de viață al purtătorilor generați în exces.

10) Ce este timpul de relaxare maxwelliană ?

a) timpul în care concentrația purtătorilor în exces scade de e ori;

b) timpul în care densitate volumică desărcină și concentrația purtătorilor în exces scade la zero;

c) **timpul în care densitate volumică de sarcină scade de e ori.**

11) Care din următoarele funcții de distribuție se aplică electronilor din semiconductorii intrinseci **nedegenerați** ?

$$\text{a) } f(E) = \frac{1}{\frac{1}{2} e^{\frac{E-F}{k_0 T}} + 1}$$

$$\text{b) } f(E) = \frac{1}{e^{\frac{E-F}{k_0 T}} + 1}$$

$$\text{c) } f(E) = e^{\frac{F-E}{k_0 T}}$$

12) Ecuația neutralității semiconductorului este: $n_o + n_d - p_o - p_a = N_d - N_a$. Care este forma ei **la temperatura $T \geq T_e$** (e = epuizare) în cazul semiconductorului extrinsec, de tip - n ?

$$\text{a) } n_o + n_d - p_o = 0 ;$$

$$\text{b) } n_o - p_o = N_d ;$$

$$\text{c) } n_o + n_d = N_d$$

13) Concentrația purtătorilor de sarcină **la temperatură foarte joasă** pentru un semiconductor de tip n este:

$$\text{a) } n_o = \sqrt{\frac{N_c N_d}{2}} e^{-\frac{\Delta E_d}{2k_0 T}}$$

$$\text{b) } n_o \cong N_d$$

$$\text{c) } n_o = \sqrt{N_c N_v} e^{-\frac{\Delta E_g}{2k_0 T}}$$

14) Într-un semiconductor intrinsec **nede generat**, $m_{nd}^* = m_{pd}^*$:

a) poziția nivelului Fermi crește cu creșterea temperaturii;

b) poziția nivelului Fermi scade cu creșterea temperaturii;

c) **poziția nivelului Fermi nu depinde de temperatură.**

15) Care din următoarele relații definește semiconductorul complet **de generat** ?

$$\text{a) } F \geq E_c + 5k_0 T$$

$$\text{b) } E_c - k_0 T < F < E_c + k_0 T$$

c) $F \leq E_c - k_0 T$

Notă: Răspunsurile corecte sunt cele scrise cu litere îngroșate.