

BILETUL DE EXAMEN NR. 1

Calculați

$$\langle E \rangle = \frac{\int_0^{\infty} E \wp(E) dE}{\int_0^{\infty} \wp(E) dE}$$

$$\text{cu } \wp(E) = \frac{1}{k_B T} \exp\left(-\frac{E}{k_B T}\right)$$

și interpretați rezultatul.

ȘEF DISCIPLINĂ

CONF. UNIV. DR. MIHAI V. PUTZ

BILETUL DE EXAMEN NR. 2

Calculați

$$\langle E \rangle_{\nu} = \frac{\sum_{n=0}^{\infty} E(\nu) \wp(E(\nu))}{\sum_{n=0}^{\infty} \wp(E(\nu))}$$

$$\text{cu } \wp(E) = \frac{1}{k_B T} \exp\left(-\frac{E}{k_B T}\right) \text{ și cu } E(\nu) = nh\nu$$

și interpretați rezultatul.

ȘEF DISCIPLINĂ

CONF. UNIV. DR. MIHAI V. PUTZ

BILETUL DE EXAMEN NR. 3

Pentru

$$\rho(\nu) = \frac{8\pi h}{c^3} \frac{\nu^3}{\exp\left(\frac{h\nu}{k_B T}\right) - 1}$$

calculați limitele
 $\nu \gg 1$, $\nu \ll 1$, $h \rightarrow 0$
și interpretați rezultatele.

ȘEF DISCIPLINĂ

CONF. UNIV. DR. MIHAI V. PUTZ

BILETUL DE EXAMEN NR. 4

Arătați care este legătura dintre ecuația de balans energetic fonic:

$$W_{EMISIE\ SPONTANA} + W_{EMISIE\ STIMULATA} = W_{ABSORBTIE}$$

și postulatul lui Bohr

$$h\nu = E_n - E_n'$$

ȘEF DISCIPLINĂ

CONF. UNIV. DR. MIHAI V. PUTZ

BILETUL DE EXAMEN NR. 5

Stabiliți formula lui de Broglie cu ajutorul formulei de cuantificare a lui Planck și legea de echivalență masă-energie a lui Einstein.

ȘEF DISCIPLINĂ
CONF. UNIV. DR. MIHAI V. PUTZ

BILETUL DE EXAMEN NR. 6

Dându-se funcția de undă
$$\psi(x,t) = Ae^{i(kx - \omega t)} = Ae^{i\alpha}$$
stabiliți viteza de fază asociată. Care este relația cu viteza de grup?

ȘEF DISCIPLINĂ
CONF. UNIV. DR. MIHAI V. PUTZ

BILETUL DE EXAMEN NR. 7

Dându-se funcția de undă

$$\psi(x,t) = A(k_0) \frac{\sin\left\{ \left[x - \left(\frac{d\omega}{dk} \right)_0 t \right] \Delta k \right\}}{\left[x - \left(\frac{d\omega}{dk} \right)_0 t \right] \Delta k} e^{i(k_0 x - \omega_0 t)}, \text{ și } E = \sqrt{m_0^2 c^4 + c^2 p^2}$$

stabiliți viteza de grup asociată.

ȘEF DISCIPLINĂ

CONF. UNIV. DR. MIHAI V. PUTZ

BILETUL DE EXAMEN NR. 8

Dându-se funcția de undă

$$\psi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\hbar}} \int_{(-\infty)}^{\infty} dp A(p) e^{\frac{i}{\hbar} px}$$

stabiliți relația de incertitudine a lui Heisenberg

ȘEF DISCIPLINĂ

CONF. UNIV. DR. MIHAI V. PUTZ

BILETUL DE EXAMEN NR. 9

Folosind relația de cuantificare

$$r_p = \hbar n, n = 1, 2, \dots$$

stabiliți cuantificarea energiei în cazul atomilor hidrogenoizi.

ȘEF DISCIPLINĂ

CONF. UNIV. DR. MIHAI V. PUTZ

BILETUL DE EXAMEN NR. 10

Știind că

$$E_{tot} = E_{kin} + E_{pot}$$

stabiliți teorema virialului. Interpretați rezultatul pentru energiile de legătură cuantice, cu aplicație la atomul de Hidrogen.

ȘEF DISCIPLINĂ

CONF. UNIV. DR. MIHAI V. PUTZ

BILETUL DE EXAMEN NR. 11

Știind că

$$\nu_{n_1 \rightarrow n_2} = R_{\infty} c Z^2 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

să se stabilească limita în care cuantificarea Bohr regăsește limita clasică de oscilație în atomii hidrogenoizi.

ȘEF DISCIPLINĂ

CONF. UNIV. DR. MIHAI V. PUTZ

BILETUL DE EXAMEN NR. 12

Pornind de la legea Moseley

$$\sqrt{\nu_{n_1 n_2}} = (Z - \sigma) \sqrt{c R_{\infty} \left[\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right]}$$

stabiliți legea periodicității elementelor chimice.

ȘEF DISCIPLINĂ

CONF. UNIV. DR. MIHAI V. PUTZ

BILETUL DE EXAMEN NR. 13

Pornind de la regulile de cuantificare

$$\hat{E}\psi = i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t}, \quad \hat{p}_x \psi = -i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial x}$$

stabiliți ecuația Schrödinger.

ȘEF DISCIPLINĂ

CONF. UNIV. DR. MIHAI V. PUTZ

BILETUL DE EXAMEN NR. 14

Pornind de la regulile de cuantificare

$$\hat{E}\psi = i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t}, \quad \hat{p}_x \psi = -i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial x}$$

stabiliți ecuația Klein-Gordon.

ȘEF DISCIPLINĂ

CONF. UNIV. DR. MIHAI V. PUTZ

BILETUL DE EXAMEN NR. 15

Pornind de la ecuația Schrödinger temporală

$$\frac{\partial}{\partial t} \psi_t(\mathbf{r}) = \frac{i\hbar}{2m_0} \nabla^2 \psi_t(\mathbf{r})$$

stabiliți expresia densității curentului de probabilitate ce satisface ecuația de continuitate:

$$\frac{d}{dt} \rho_t(\mathbf{r}) + \text{div} \mathbf{j}(\mathbf{r}, t) = 0$$

ȘEF DISCIPLINĂ

CONF. UNIV. DR. MIHAI V. PUTZ

BILETUL DE EXAMEN NR. 16

Folosind definiția

$$\int \psi^* (\hat{A}\psi) d\Gamma = \int \psi (\hat{A}\psi)^* d\Gamma = \int (\hat{A}\psi)^* \psi d\Gamma$$

verificați dacă operatorul de impulsul este hermitic.

ȘEF DISCIPLINĂ

CONF. UNIV. DR. MIHAI V. PUTZ

BILETUL DE EXAMEN NR. 17

Demonstrați că Hamiltonianul de forma

$$\hat{H} = \frac{\hat{p}^2}{2m} + V(\hat{x}, \hat{y}, \hat{z})$$

este un operator hermitic.

ȘEF DISCIPLINĂ

CONF. UNIV. DR. MIHAI V. PUTZ

BILETUL DE EXAMEN NR. 18

Folosind relația de definiție a mediei unui operator

$$\langle \hat{A} \rangle = \int \psi^* \hat{A} \psi d\Gamma$$

stabiliți forma ecuației de valori proprii asociată.

ȘEF DISCIPLINĂ

CONF. UNIV. DR. MIHAI V. PUTZ

BILETUL DE EXAMEN NR. 19

Demonstrați și explicați propoziția

$$\exists \hat{A} \varphi_n = a \varphi_n, n = \overline{1, g} \Rightarrow \forall \psi_g = \sum_{n=1}^g c_n \varphi_n, c_n \in \mathfrak{S} \mid \hat{A} \psi_g = a \psi_g$$

ȘEF DISCIPLINĂ

CONF. UNIV. DR. MIHAI V. PUTZ

BILETUL DE EXAMEN NR. 20

Arătați cum principiul de superpoziție al funcțiilor de undă influențează proprietatea de hermiticitate

$$\int \psi_g^* (\hat{A} \psi_g) d\Gamma = \int (\hat{A} \psi_g)^* \psi_g d\Gamma$$

ȘEF DISCIPLINĂ

CONF. UNIV. DR. MIHAI V. PUTZ

BILETUL DE EXAMEN NR. 21

Pentru două funcții de undă caracterizate de proprietățile

$$\hat{A}\psi_n = a_n\psi_n, \hat{A}\psi_m = a_m\psi_m, a_n \neq a_m$$

stabiliți ce relație există între acestea?

ȘEF DISCIPLINĂ

CONF. UNIV. DR. MIHAI V. PUTZ

BILETUL DE EXAMEN NR. 22

Folosind definiția mediei unui operator

$$\langle \hat{A} \rangle = \int \psi^* \hat{A} \psi d\Gamma$$

arătați că ecuația sa de evoluție temporală este de forma

$$i\hbar \frac{d}{dt} \langle \hat{A} \rangle = \langle [\hat{A}, \hat{H}] \rangle + i\hbar \langle \partial_t \hat{A} \rangle$$

ȘEF DISCIPLINĂ

CONF. UNIV. DR. MIHAI V. PUTZ

BILETUL DE EXAMEN NR. 23

Calculați comutatorii operatorilor coordonată și impuls cu Hamiltonianul sistemului:

$$[\hat{x}, \hat{H}] = ? \quad [\hat{p}_x, \hat{H}] = ?$$

ȘEF DISCIPLINĂ

CONF. UNIV. DR. MIHAI V. PUTZ

BILETUL DE EXAMEN NR. 24

Pornind de la legile clasice de mișcare

$$\dot{x} = p_x / m_0, \quad \dot{p}_x = F_x = -\partial_x V(x)$$

scrieți, comentați și interpretați ecuațiile cuantice corespondente.

ȘEF DISCIPLINĂ

CONF. UNIV. DR. MIHAI V. PUTZ

BILETUL DE EXAMEN NR. 25

Formulați și comentați postulatele mecanicii cuantice.

ȘEF DISCIPLINĂ

CONF. UNIV. DR. MIHAI V. PUTZ

BILETUL DE EXAMEN NR. 26

Scrieți și explicați forma funcției de undă pentru un atom hidrogenoid în stare fundamentală; calculați constanta de normare folosind formula de integrare

$$I_k(m) = \int_0^{\infty} r^k e^{-mr} dr = \frac{k!}{m^{k+1}}, \quad \forall k \in \mathbf{N} \ \& \ m \in \mathbf{C}, \operatorname{Re}(m) > 0$$

ȘEF DISCIPLINĂ

CONF. UNIV. DR. MIHAI V. PUTZ

BILETUL DE EXAMEN NR. 27

Dându-se funcția de undă de forma

$$\psi_z(\alpha, r) = 2\alpha^{3/2} \exp(-\alpha r)$$

exprimați valoarea medie a energiei electronului periferic din atomii hidrogenoizi.

ȘEF DISCIPLINĂ

CONF. UNIV. DR. MIHAI V. PUTZ

BILETUL DE EXAMEN NR. 28

Scrieți și explicați forma funcției de undă pentru un sistem vibrațional cuantic în stare fundamentală;
calculați constanta de normare folosind formula de integrare

$$I_0(a) = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-ax^2} dx = \sqrt{\frac{\pi}{a}}$$

ȘEF DISCIPLINĂ

CONF. UNIV. DR. MIHAI V. PUTZ

BILETUL DE EXAMEN NR. 29

Dându-se funcția de undă de forma

$$\psi(c, x) = \left(\frac{2c}{\pi}\right)^{1/4} \exp(-cx^2)$$

exprimați valoarea medie a energiei asociate operatorului

$$\hat{H}_\omega = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{1}{2} m \omega^2 x^2$$

ȘEF DISCIPLINĂ

CONF. UNIV. DR. MIHAI V. PUTZ

BILETUL DE EXAMEN NR. 30

Pentru funcția de undă

$$\psi_k(A, x) = A \sin(kx)$$

calculați constanta de normare.

ȘEF DISCIPLINĂ

CONF. UNIV. DR. MIHAI V. PUTZ

BILETUL DE EXAMEN NR. 31

Cu ajutorul funcției de undă

$$\psi_k(A, x) = A \sin(kx)$$

calculați energia în starea fundamentală asociată Hamiltonianului

$$\hat{H}_k = -\frac{\hbar^2}{2m_0} \partial_x^2$$

ȘEF DISCIPLINĂ

CONF. UNIV. DR. MIHAI V. PUTZ

BILETUL DE EXAMEN NR. 32

Cuantificați funcția de undă

$$\psi_k(A, x) = A \sin(kx)$$

știind că reprezintă mișcarea electronilor liberi într-o groapă de potențial de înălțime infinită și lățime finită.

ȘEF DISCIPLINĂ

CONF. UNIV. DR. MIHAI V. PUTZ