

3.2 Гармониялық осцилляторлардың идеал газы. Жазық ротаторлардың идеал газы

91. Жиілігі ω кванттық гармониялық осциллятордың спектрлік энергия деңгейлері қай өрнекпен анықталады ($n = 0, 1, 2, \dots$)?

A) $E_n = \hbar\omega \left(n + \frac{1}{2}\right)$

B) $E_n = \hbar\omega n$

C) $E_n = \frac{1}{2}\hbar\omega n^2$

D) $E_n = \hbar\omega(n + 1)$

E) $E_n = \sqrt{n}\hbar\omega$

92. Кванттық осциллятордың нөлдік тербелістер энергиясы ($n = 0$) неге тең?

A) 0

B) $\frac{1}{2}\hbar\omega$

C) $\hbar\omega$

D) $k_B T$

E) $\frac{3}{2}k_B T$

93. Гармониялық осциллятордың статистикалық суммасы Z_{osc} неге тең?

A) $Z_{osc} = \frac{e^{-\hbar\omega/(2k_B T)}}{1 - e^{-\hbar\omega/(k_B T)}}$

B) $Z_{osc} = e^{-\hbar\omega/(k_B T)}$

C) $Z_{osc} = \frac{1}{1 + e^{-\hbar\omega/(k_B T)}}$

D) $Z_{osc} = \hbar\omega k_B T$

E) $Z_{osc} = 1$

94. Жоғары температурада ($k_B T \gg \hbar\omega$) бір 1D кванттық осциллятордың орташа энергиясы неге ұмтылады?

A) $\bar{E} \approx k_B T$

B) $\bar{E} \approx \frac{1}{2} \hbar \omega$

C) $\bar{E} \approx \frac{3}{2} k_B T$

D) $\bar{E} \approx 0$

E) $\bar{E} \approx 3 k_B T$

95. Қатты денелердің жылуsыйымдылығының Эйнштейн моделінде кристал тордың атомдары не ретінде қарастырылады?

A) Бірдей жиіліктегі тәуелсіз 3D гармониялық осцилляторлар жиынтығы

B) Еркін қозғалатын электрондық газ

C) Шексіз қатты шарлар

D) Тек айналмалы ротаторлар

E) Фотондар газы

96. Төмен температурада ($k_B T \ll \hbar \omega$) осцилляторлар газының жылуsыйымдылығы қалай өзгереді?

A) Эйнштейн заңы бойынша экспоненциалды кемиді ($C_V \sim e^{-\hbar \omega / k_B T}$)

B) Тұрақты болып қалады

C) Шексіз өседі

D) Сызықты өседі

E) Температураның квадратына пропорционал

97. Инерция моменті I жазық ротатордың квантталған энергия деңгейлері ($m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$):

A) $E_m = \frac{\hbar^2 m^2}{2I}$

B) $E_m = \frac{\hbar^2 m}{2I}$

C) $E_m = \hbar \omega m^2$

D) $E_m = \frac{I m^2}{2}$

E) $E_m = \sqrt{m\hbar}$

98. Инерция моменті I кеңістіктік (көлемдік) ротатордың энергия деңгейлері E_j және оның азғындалу дәрежесі g_j қандай ($j = 0, 1, 2, \dots$)?

A) $E_j = \frac{\hbar^2}{2I} j(j+1), \quad g_j = 2j+1$

B) $E_j = \frac{\hbar^2}{2I} j^2, \quad g_j = j$

C) $E_j = \hbar\omega j, \quad g_j = 1$

D) $E_j = \frac{\hbar^2}{I} j, \quad g_j = 2j$

E) $E_j = j(j+1), \quad g_j = 3$

99. Сипаттамалық айналу температурасы Θ_{rot} қай формуламен анықталады?

A) $\Theta_{rot} = \frac{\hbar^2}{2Ik_B}$

B) $\Theta_{rot} = \frac{\hbar\omega}{k_B}$

C) $\Theta_{rot} = \frac{I}{k_B\hbar}$

D) $\Theta_{rot} = \frac{2I}{\hbar k_B}$

E) $\Theta_{rot} = \frac{k_B T}{\hbar}$

100. Жоғары температураларда ($T \gg \Theta_{rot}$) кеңістіктік ротатордың молярлық жылусыйымдылығына қосқан үлесі неге тең?

A) R

B) $\frac{3}{2}R$

C) $\frac{1}{2}R$

D) $3R$

E) 0