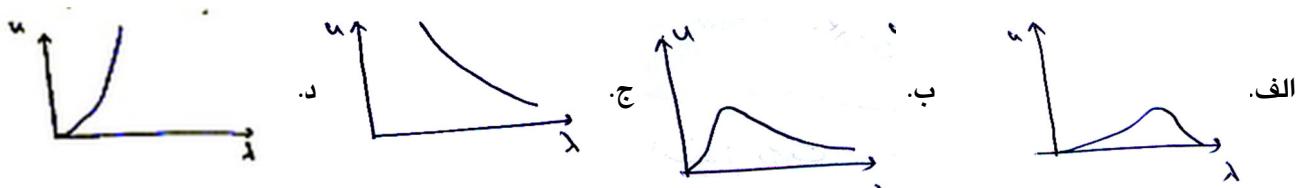


زمان آزمون (دقیقه): تست: ۲۰ انتشاری: --

۱. کدامیک از عبارت‌های زیر در مورد چگالش بوز - اینشتین درست است؟
- الف. برای بوزونها در بالاتر از دمای بحرانی رخ می‌دهد.  
 ب. برای بوزونها در پایین‌تر از دمای بحرانی رخ می‌دهد.  
 ج. برای فرمیونها در بالاتر از دمای بحرانی رخ می‌دهد.  
 د. برای فرمیونها در پایین‌تر از دمای بحرانی رخ می‌دهد.
۲. اگر  $e^{\beta N} = Q_g$  فاگوسیتی یک سیستم آماری باشد در این صورت کدامیک از گزینه‌های زیر بیانگر تعداد ذرات سیستم است؟  
 (تابع افزایش گراند کانونیک است)
- ب.  $\frac{\partial}{\partial z} \ln Q_g$       الف.  $\frac{\partial}{\partial z} \ln Q_g$   
 د.  $\frac{1}{z} \frac{\partial}{\partial z} \ln Q_g$       ج.  $z \frac{\partial}{\partial z} \ln Q_g$
۳. محدوده تغییرات فاگوسیتی در یک سیستم بوزونی کدام است؟ (پایین‌ترین تراز انرژی)  
 د.  $z < e^{\beta \epsilon_{\min}}$       ب.  $z > e^{\beta \epsilon_{\min}}$       الف.  $z < 0$       ج.  $z > 0$
۴. اگر رابطه تابع پارش گراندکانونیک یک گاز فوتونی به صورت باشد به صورت  $\alpha T = k_B \ln Q_g$  ( ثابت) در این صورت معادله حالت آن ( $PV = ?$ ) کدام است؟
- د.  $\alpha k_B T^3$       ب.  $\alpha T^3$       ج.  $\alpha T^4$       الف.  $\alpha T^5$
۵. کدامیک از نمودارهای زیر بیانگر انرژی تابشی بر حسب طول موج در نظریه پلانک است؟



۶. رابطه دمای بحرانی چگالش بوز - اینشتین با چگالی تعداد ذرات کدام است؟

د.  $n^{-\frac{2}{3}}$       ب.  $n^{-\frac{1}{2}}$       ج.  $n^{-\frac{3}{2}}$       الف.  $n^{-1}$

۷. تغییرات دمایی ظرفیت گرمایی جامدات در دماهای پایین و بالا به ترتیب متناسب هستند با:

- الف.  $T, T^3$       ب.  $T^3, T$       ج. مستقل از دما      د. مستقل از دما و  $T^3$

۸. اگر یک سیستم بوزونی دوبعدی  $\ln Q_g = -\ln(1-z) + \frac{A}{\lambda^3} g_1(z)$  فاگوسیتی و  $\lambda$  طول موج حرارتی و

$A$  مساحت است. در این صورت تعداد ذرات برابر است با:

- |   |  |
|---|--|
| ب. $\frac{z}{1-z} + \frac{A}{\lambda^3} g_1(z)$ | الف. $-\frac{z}{1-z} - \frac{A}{\lambda^3} g_1(z)$ |
| د. $\frac{z}{1-z} - \frac{A}{\lambda^3} g_1(z)$ | ج. $-\frac{z}{1-z} + \frac{A}{\lambda^3} g_1(z)$   |

۹. اگر انرژی هر فوتون به صورت  $\epsilon = \hbar \omega$  باشد در این صورت اگر چگالی حالات  $g(\omega) = \frac{\nu \omega^2}{\pi c^3}$  باشد انرژی متوسط هر

فوتون برابر است با:

- الف.  $\frac{1}{2}k_B T$       ب.  $\frac{1}{2}k_B T^3$       ج.  $\frac{1}{2}k_B T^{\frac{1}{3}}$       د.  $\frac{1}{2}k_B T^{\frac{2}{3}}$

۱۰. انرژی فرمی یک گاز فرمیونی دوبعدی با چگالی تعداد  $n$  و چگالی حالت  $A$  است کدام می‌باشد؟

- |  |  |
|--|--|
| ب. $\frac{\hbar^3}{2m} (2\pi n)^{\frac{1}{3}}$   | الف. $\frac{\hbar^3}{2m} (2\pi n)^{\frac{1}{2}}$ |
| د. $\frac{\hbar^3}{2m} (3\pi^2 n)^{\frac{1}{3}}$ | ج. $\frac{\hbar^3}{2m} (3\pi^2 n)^{\frac{2}{3}}$ |

۱۱. کدام گزینه درست نیست؟

- الف. وقتی تعداد حالتها از تعداد ذرات خیلی بیشتر است آمار کلاسیکی است.  
 ب. وقتی چگالی ذرات کم و دما زیاد باشد آمار کوانتمویی به کلاسیکی تبدیل می‌شود.  
 ج. وقتی تعداد حالتها و چگالی تعداد ذرات زیاد باشند آمار گیبس برقرار است.  
 د. وقتی فاصله بین ذرات از مرتبه طول موج دوبروی آنها باشد آمار کوانتموی بکار می‌رود.

۱۲. محدوده تغییرات فاگوسیتی در سیستم فرمیونها کدام است؟

- الف.  $z > 0$       ب.  $z < 0$       ج.  $0 < z < \infty$       د.  $z < \infty$

۱۳. در کدام یک از گزینه‌های زیر، یک سیستم گاز فرمیونی به گاز کلاسیکی ایده‌آل تبدیل می‌شود؟

ب.  $z < 1$ د.  $z >> 1$ الف.  $z <> 1$ ج.  $z > 1$ 

۱۴. اگر در دمای صفر مطلق تابع انرژی آزاد هلمهولتز به صورت  $A = \frac{3}{5}N\mathcal{E}_F$  باشد در اینصورت آنتروپی برابر است با:

د. صفر

ج.  $\frac{1}{2}N\mathcal{E}_F$ ب.  $N\mathcal{E}_F$ الف.  $\frac{1}{2}N\mathcal{E}_F$ 

۱۵. کدامیک از گزینه‌های زیر بیانگر تعداد متوسط ذرات در یک گاز پارامغناطیسی با برهمکنش اسپین ذاتی  $\mu^*$  و انرژی

پتانسیل شیمیایی  $\mu$  در یک میدان مغناطیسی خارجی  $B$  است؟  $(z = e^{\beta\mu}, \eta = e^{\beta\mu^*B})$

$$\text{ب. } \frac{V}{\lambda^3} (f_{\frac{1}{2}}(z\eta) - f_{\frac{1}{2}}(z\eta^{-1}))$$

$$\text{الف. } \frac{V}{\lambda^3} (f_{\frac{1}{2}}(z\eta) + f_{\frac{1}{2}}(z\eta^{-1}))$$

$$\text{د. } \frac{V}{\lambda^3} (f_{\frac{3}{2}}(z\eta) - f_{\frac{3}{2}}(z\eta^{-1}))$$

$$\text{ج. } \frac{V}{\lambda^3} (f_{\frac{3}{2}}(z\eta) + f_{\frac{3}{2}}(z\eta^{-1}))$$

۱۶. معادله حالت یک گاز دیامغناطیسی در دمای خیلی بالا کدام است؟

$$\text{ب. } pV = \frac{3}{2}Nk_B T$$

$$\text{الف. } pV = Nk_B T$$

$$\text{د. } pV = \frac{1}{3}Nk_B T$$

$$\text{ج. } pV = \frac{1}{2}Nk_B T$$

۱۷. رابطه دمایی جریان ترمیونیک به دما (رابطه ریچاردسون - داشمن) کدام است؟  $(\alpha = \omega - \mu)$

( $\omega$  تابع کار و  $\mu$  انرژی پتانسیل الکترو شیمیایی است)

$$AT^{-\frac{\alpha}{T}}$$

$$ATe^{\frac{\alpha}{T}}$$

$$\text{ج. } AT^{\frac{1}{\alpha}} e^{-\frac{\alpha}{T}}$$

$$\text{ب. } AT^{\frac{1}{\alpha}} e^{-\frac{\alpha}{T}}$$

$$\text{الف. } ATe^{-\frac{\alpha}{T}}$$

۱۸. اگر  $I_1$  مجموع تمام خوشه‌های متصل  $l$  تایی باشد در اینصورت نماد  $\Delta + \Delta + \Delta$  معادل کدام گزینه است؟

$$\text{ب. } I_{\frac{1}{2}}$$

$$\text{الف. } I_1$$

$$\text{د. } I_{\frac{3}{2}}$$

$$\text{ج. } I_{\frac{1}{3}}$$

۱۹. معادله حالت یک گاز برهمنکننده دار تا تقریب  $k_B T \ll u_0$  برابر است با

ب.  $\frac{2\pi}{\mu V} r_0^3 \left(1 + \frac{u_0}{k_B T}\right)$

الف.  $\frac{2\pi}{\mu V} r_0^3 \left(1 - \frac{u_0}{k_B T}\right)$

د.  $1 + \frac{2\pi}{\mu V} r_0^3 \left(1 + \frac{u_0}{k_B T}\right)$

ج.  $1 + \frac{2\pi}{\mu V} r_0^3 \left(1 - \frac{u_0}{k_B T}\right)$

۲۰. کدام یک از عبارتهای زیر ضریب دوم ویریال است؟

د.  $-\frac{1}{\mu V \lambda^3} I_2$

ج.  $+\frac{1}{\mu V \lambda^3} I_2$

ب.  $-\frac{1}{V \lambda^3} I_2$

الف.  $+\frac{1}{V \lambda^3} I_2$

۲۱. انرژی حالت پایه یک گاز بوزونی غیرکامل در دماهای کم متناسب با کدام گزینه است؟

د.  $n^{\frac{1}{3}}$

ج.  $n^{\frac{1}{2}}$

ب.  $n$

الف. مستقل از  $n$

۲۲. رفتار پذیرفتاری مغناطیسی یک گاز پارامغناطیسی به ترتیب در حد دمایی صفر و دماهای خیلی بالا عبارتست از:

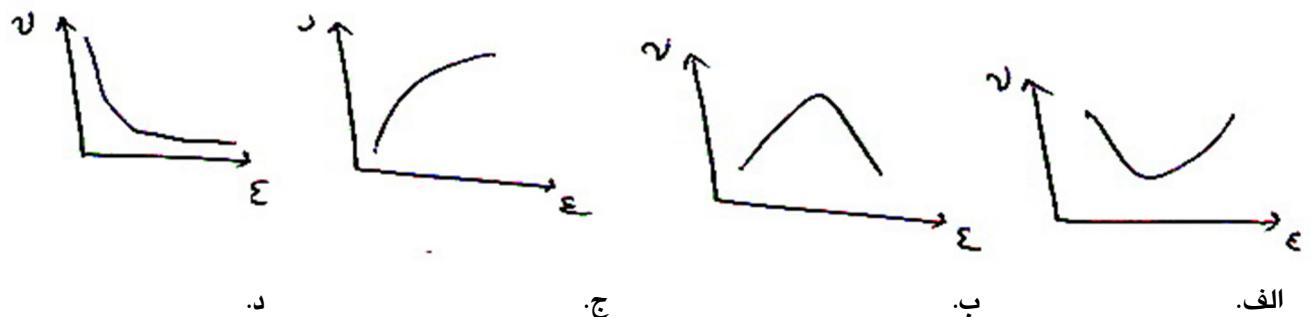
ب.  $T$  و  $\frac{1}{T}$

الف.  $T$  و  $\frac{1}{T}$

د.  $\frac{1}{T}$  و مستقل از دما

ج. مستقل از دما و  $\frac{1}{T}$

۲۳. کدام یک از نمودارهای زیر مربوط به رابطه سرعت - انرژی حلقه‌های گردایی در هلیوم مایع است؟



۲۴. عملگر تعداد ذرات در حالت تک ذره کدام است؟

ب.  $a_{\alpha}^+ a_{\alpha+1}$

الف.  $a_{\alpha+1}^+ a_{\alpha}$

د.  $a_{\alpha} a_{\alpha}^+$

ج.  $a_{\alpha}^+ a_{\alpha}$

۲۵. کدامیک از گزینه‌های زیر در مورد بوزونها صادق است؟

ب.  $[N_{\alpha}, a_{\alpha}^+] = -a_{\alpha}^+$

الف.  $[N_{\alpha}, a_{\alpha}^+] = a_{\alpha}^+$

د.  $[N_{\alpha}, a_{\alpha}] = a_{\alpha}$

ج.  $[N_{\alpha}, a_{\alpha}] = a_{\alpha}^+$

۲۶. رابطه پاشندگی بوزونها در حالت برهمکنش ضعیف کدام است؟ (P ممنتوم)

ب.  $PC$

الف.  $\sqrt{p^{\nu} c^{\nu} + \left(\frac{p}{\gamma m}\right)^{\nu}}$

د.  $\sqrt{p^{\nu} c^{\nu} - \left(\frac{p}{\gamma m}\right)^{\nu}}$

ج.  $\frac{p^{\nu}}{\gamma m}$

۲۷. در تعریف  $\mu_i = \left(\frac{\partial G}{\partial N_i}\right)$  کمیت‌هایی که باید ثابت نکه داشته شوند عبارت است از:

ب.  $S, V, N_j$

الف.  $T, V, N_j$

د.  $S, p, N_j$

ج.  $T, p, N_j$

۲۸. انرژی یک گاز فوتونی بر حسب فشار  $p$  و حجم  $V$  برابر است با  $U = pV$ . کدام رابطه در فرایند بی‌درر و برای چنین گازی صادق است؟

ب. ثابت  $pV^{\frac{5}{3}} = C$

الف. ثابت  $pV^{\frac{3}{2}} = C$

د. ثابت  $pV^{\frac{4}{3}} = C$

ج. ثابت  $pV^{\frac{5}{4}} = C$

۲۹. در یک گاز کامل  $d$  فاصله بین ذرات و  $\lambda$  طول موج متوسط حرارتی ذرات (از رتبه طول موج) وابسته به آنها است. تحت

چه شرایطی آمار کوانتومی بر ذرات برقرار است؟

الف. به  $d$  و  $\lambda$  بستگی ندارد      ب.  $d \sim \lambda$

ج.  $\lambda \gg d$       د.  $d \gg \lambda$

۳۰. رابطه انرژی فرمی با چگالی تعداد ذرات عبارتست از:

$$\text{الف. } n^{\frac{1}{3}} \quad \text{ب. } n^{\frac{2}{3}} \quad \text{ج. } n^{\frac{3}{2}} \quad \text{د. } n^{\frac{3}{2}}$$