

نام درس: مکانیک آماری

تعداد سؤال: ۲۰ تکمیلی -- تشریحی ۴

رشته تحصیلی: گرایش: فیزیک - (حالت جامد - اتمی و مولکولی - هسته‌ای) زمان امتحان: تستی و تکمیلی ۶۰ دقیقه تشریحی ۶۰ دقیقه

کد درس: ۱۱۱۳۰۳۰

تعداد کل صفحات: ۴

۱. کدام گزینه بیانگر ترکیب  $m$  شی از  $n$  شی می‌باشد؟

الف.  $\frac{n!}{(n-m)!}$  ب.  $\frac{n!}{m!(n-m)!}$  ج.  $\frac{m!}{(n-m)!}$  د.  $\frac{m!}{n!(n-m)!}$

۲. کدام گزینه بیانگر قضیه استرلینگ است؟

الف.  $\ln n! \approx n \ln n - n$  برای  $n$  کوچک ب.  $\ln n! \approx n \ln n$  برای  $n$  کوچک  
ج.  $\ln n! \approx n \ln n$  برای  $n$  بزرگ د.  $\ln n! \approx n \ln n - n$  برای  $n$  بزرگ

۳. پنج سکه را همزمان به طرف بالا پرتاب می‌کنیم احتمال این که دو سکه از پنج سکه شیر باشد، تقریباً برابر است با:

الف.  $\frac{2}{5}$  ب.  $\frac{5}{2}$  ج.  $\frac{3}{5}$  د.  $\frac{6}{5}$

۴. تعداد راه های توزیع  $n_i$  ذره تمیزناپذیر بین  $m_i$  تراز یکسان برابر است با:

الف.  $\frac{(n_i + m_i - 1)!}{(n_i)!(m_i - 1)!}$  ب.  $\frac{(n_i - m_i - 1)!}{(n_i)!(m_i - 1)!}$  ج.  $\frac{(n_i + m_i - 1)!}{(m_i - 1)!}$  د.  $\frac{(n_i + m_i - 1)!}{(n_i)!}$

۵. در هنگرد میکروبندادی کدام کمیات ثابت است؟

الف. انرژی ب. انرژی و تعداد ذرات ج. تعداد ذرات و دما د. پتانسیل شیمیایی

۶. تعداد زیادی ذره تمیزپذیر به طور تصادفی درون جعبه‌ای به حجم  $V$  توزیع شده‌اند. با گذشتن یک تیغه، جعبه را به دو بخش با حجم‌های  $V_1$  و  $V_2 = V - V_1$  تقسیم می‌کنیم. تابع توزیع دستگاه برابر است با:

الف.  $\frac{n!}{n_1!(n-n_1)!} \left(\frac{V_1}{V}\right)^{n_1} \left(\frac{V_2}{V}\right)^{n-n_1}$  ب.  $\frac{n!}{n_1!(n-n_1)!} \left(\frac{V_1}{V}\right)^n$

ج.  $\frac{n!}{n_1!} \left(\frac{V_1}{V}\right)^{n_1} \left(\frac{V_2}{V}\right)^{n-n_1}$  د.  $\frac{n!}{(n-n_1)!} \left(\frac{V_1}{V}\right)^{n_1} \left(\frac{V_2}{V}\right)^{n-n_1}$

۷. یک دستگاه تک ذره‌ای دارای دو حالت با انرژیهای  $0$  و  $\mathcal{E}$  بوده که در تماس گرمایی با منبعی به دمای  $T$  می‌باشد. با استفاده از تابع پارش، انرژی دستگاه برابر است با:

الف.  $1 + e^{\frac{-\mathcal{E}}{k_B T}}$  ب.  $\frac{e^{\frac{-\mathcal{E}}{k_B T}}}{1 + e^{\frac{-\mathcal{E}}{k_B T}}}$  ج.  $\frac{\mathcal{E} e^{\frac{-\mathcal{E}}{k_B T}}}{1 + e^{\frac{-\mathcal{E}}{k_B T}}}$  د.  $\frac{\mathcal{E} e^{\frac{-\mathcal{E}}{k_B T}}}{1 - e^{\frac{-\mathcal{E}}{k_B T}}}$

نام درس: مکانیک آماری

تعداد سؤال: نسی ۲۰ تکمیلی -- تشریحی ۴

رشته تحصیلی: گرایش: فیزیک - (حالت جامد - اتمی و مولکولی - هسته‌ای) زمان امتحان: تستی و تکمیلی ۶۰ دقیقه تشریحی ۶۰ دقیقه

کد درس: ۱۱۱۳۰۳۰

تعداد کل صفحات: ۴

۸. یک اسپین  $\frac{1}{2}$  در تماس با چشمه گرمایی به دمای مطلق  $T$  می‌باشد. اسپین دارای گشتاور مغناطیس  $\mu_0$  است و در میدان مغناطیس  $B$  قرار گرفته است. تابع پارش ( $z$ ) این اسپین کدام است.

الف.  $z \sinh(\beta \mu_0 B)$  ب.  $z \sinh\left(\frac{\beta \mu_0 B}{2}\right)$   
 ج.  $z \cosh(\beta \mu_0 B)$  د.  $z \cosh\left(\frac{\beta \mu_0 B}{2}\right)$

۹. کدام گزینه بیانگر ارتباط انرژی آزاد هلمهولتز و تابع پارش می‌باشد؟

الف.  $F = k_B T \ln z$  ب.  $F = -k_B T \ln z$   
 ج.  $F = k_B \ln z$  د.  $F = -k_B \ln z$

۱۰. ظرفیت گرمایی گاز کامل تک اتمی برابر است با:

الف.  $\frac{3}{2} N k_B$  ب.  $\frac{1}{2} N k_B$  ج.  $\frac{5}{2} N k_B$  د.  $N k_B$

۱۱. گاز کاملی داریم که ذرات آن دارای ممان دوقطبی الکتریکی دائمی برابر  $P$  هستند. گاز در میدان الکتریکی یکنواخت  $E$  قرار دارد. از قطبیدگی ذرات در اثر میدان صرف نظر شده است. انرژی گاز در دماهای پایین برابر است با:

الف.  $0$  ب.  $NPE$  ج.  $-NEP$  د.  $-NEP \coth(\beta PE)$

۱۲. تابع پارش دورانی تک ذره‌ای گاز کامل (با مولکول‌های دو اتمی نامتقارن) در دمای بالا برابر است با:

الف.  $\frac{I k_B T}{\hbar^2}$  ب.  $\frac{2I k_B T}{\hbar^2}$  ج.  $\frac{I k_B T}{2\hbar^2}$  د.  $\frac{2I k_B T}{3\hbar^2}$

۱۳. کدام گزینه بیانگر قضیه همپاری انرژی است؟

الف. اگر انرژی شامل تعدادی جمله مربعی بر حسب مختصات باشد، انرژی میانگین همه این جملات یکسان و برابر

$\frac{1}{2} k_B T$  است.

ب. اگر انرژی شامل تعدادی جمله مکعبی بر حسب مختصات باشد، انرژی میانگین همه این جملات یکسان و برابر

$\frac{1}{2} k_B T$  است.

ج. اگر انرژی شامل تعدادی جمله مکعبی بر حسب مختصات باشد، انرژی میانگین همه این جملات یکسان و برابر

$\frac{3}{2} k_B T$  است.

د. اگر انرژی شامل تعدادی جمله مربعی بر حسب مختصات باشد، انرژی میانگین همه این جملات یکسان و برابر  $\frac{3}{2} k_B T$

است.

نام درس: مکانیک آماری

تعداد سؤال: ۲۰ تکمیلی -- تشریحی ۴

رشته تحصیلی: گرایش: فیزیک - (حالت جامد - اتمی و مولکولی - هسته‌ای) زمان امتحان: تستی و تکمیلی ۶۰ دقیقه تشریحی ۶۰ دقیقه

کد درس: ۱۱۱۳۰۳۰

تعداد کل صفحات: ۴

۱۴. سطح مقطع پراکندگی یا مقطع موثر در گاز رقیق برابر است با:

الف.  $\pi a^2$       ب.  $4\pi a^2$       ج.  $2\pi a^2$       د.  $\frac{\pi a^2}{4}$

۱۵. کدام گزینه بیانگر معادله پخش است؟

الف.  $\frac{\partial}{\partial t} N(r, t) = D \nabla^2 N(r, t)$       ب.  $\frac{\partial}{\partial r} N(r, t) = D \nabla^2 N(r, t)$   
ج.  $\frac{\partial}{\partial t} N(r, t) = D \nabla N(r, t)$       د.  $\frac{\partial}{\partial r} N(r, t) = D \nabla N(r, t)$

۱۶. کدام گزینه درست است؟

الف. برای دستگاههای منزوی در حال تعادل آنتروپی کمینه است.

ب. برای دستگاههای منزوی در حال تعادل انرژی آزاد کمینه است.

ج. برای دستگاههای با دمای ثابت آنتروپی بیشینه است.

د. برای دستگاههای با دمای ثابت انرژی آزاد کمینه است.

۱۷. کدام گزینه بیانگر یک هنگرد بندادی بزرگ است؟

الف. مجموعه‌ای از دستگاهها که تعداد ذرات و انرژی آنها یکسان است.

ب. مجموعه‌ای از دستگاهها که تمام ویژگیهای ترمودینامیکی آنها یکسان است.

ج. مجموعه‌ای از دستگاهها که به جز تعداد ذرات و انرژی، همه ویژگیهای ترمودینامیکی آنها یکسان است.

د. مجموعه‌ای از دستگاهها که دما و پتانسیل شیمیایی آنها یکسان است.

۱۸. کدام گزینه درست است؟

الف. فوتون دارای اسپین یک و در نتیجه ذره‌ای از نوع بوزون است.

ب. فوتون دارای اسپین یک و در نتیجه ذره‌ای از نوع فرمیون است.

ج. بوزون‌ها ذراتی با اسپین نیمه درست هستند.

د. فرمیون‌ها ذراتی با اسپین درست هستند.

۱۹. کدام گزینه بیانگر قانون استفان برای تابش جسم سیاه است؟ (I شدت انرژی تابشی،  $\sigma$  ثابت استفان - بولترمن، T

دمای جسم سیاه)

الف.  $I = \sigma T^2$       ب.  $I = \sigma T^4$       ج.  $I = \sigma T$       د.  $I = \frac{T^4}{\sigma}$

۲۰. مسافت آزاد میانگین در یک گاز رقیق برابر است با:

الف.  $\frac{1}{\sqrt{2} n \sigma}$       ب.  $\frac{1}{\sqrt{2} n \sigma \bar{v}}$       ج.  $\frac{1}{\sqrt{2} n \sigma}$       د.  $\frac{1}{\sqrt{2} n \sigma \bar{v}}$

نام درس: مکانیک آماری

تعداد سؤال: ۲۰ تکمیلی -- تشریحی ۴

رشته تحصیلی: گرایش: فیزیک - (حالت جامد - اتمی و مولکولی - هسته‌ای) زمان امتحان: تستی و تکمیلی ۶۰ دقیقه تشریحی ۶۰ دقیقه

کد درس: ۱۱۱۳۰۳۰

تعداد کل صفحات: ۴

## سؤالات تشریحی

۱. با توجه به این که تعداد فونونهای با بسامد بین  $\omega$  و  $\omega + d\omega$  برابر است با:

$$n(\omega)d\omega = \frac{\omega^2}{e^{\beta\hbar\omega} - 1} \frac{\omega^2}{2\pi^2 V^3}$$

انرژی دستگاهی از  $N$  فونون در دماهای بالا را محاسبه کنید.۲. برای ذره‌ای که بین  $-L$  و  $L$  نوسان هماهنگ انجام می‌دهد. مکان میانگین ذره و انحراف معیار  $x$  را محاسبه کنید.۳. برای دستگاهی از  $N$  ذره تمیزپذیر که شامل دو حالت با انرژیهای  $0$  و  $\mathcal{E}$  است.

الف. انرژی آزاد هلمهولتز را محاسبه کنید.

ب. به کمک انرژی آزاد، آنتروپی دستگاه را محاسبه کنید.

۴. نشان دهید در یک انبساط بی دررو در گاز کامل مقدار  $\frac{3}{2}VT$  ثابت است.