iranchembook.ir/edu

308F

308

F

نام:

نام خانوادگی:

محل امضا:

اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می‌شود.
امام خمینی (ره)

صبح جمعه
۹۳/۱۲/۱۵
دفترچه شماره ۱ از ۲

جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فنّاوری
سازمان سنجش آموزش کشور

آزمـــون ورودی
دوره‌های دکتـــری (نیمه متمرکز) داخل ــ ســـال ۱۳۹۴

شیمی ــ شیمی فیزیک (کد ۲۲۱۱)

تعداد سؤال: ۴۵ — مدت پاسخگویی: ۱۵۰ دقیقه

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	مجموعه دروس تخصصی (شیمی فیزیک + ترمودینامیک آماری ۱ + کوآنتوم)	۴۵	۱	۴۵

این آزمون نمرهٔ منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

اسفند ماه ــ سال ۱۳۹۳

حق چاپ، تکثیر و انتشار سوالات به هر روش (الکترونیکی و ...) پس از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می‌باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

iranchembook.ir/edu

۱- معادلهٔ حالت زیر را برای یک گاز در نظر بگیرید. مقدار $(\frac{\partial S}{\partial V})_T$ کدام است؟

$$P=\left(\frac{RT}{V-b}\right)e^{-\frac{a}{VRT}}$$

۱) $(\frac{P}{VRT^2})$

۲) $\frac{P}{T}(1+\frac{a}{VRT})$

۳) $P(1+\frac{a}{VRT^2})$

۴) $\frac{P}{T^2}(1+\frac{a}{VRT^2})$

۲- برای واکنشی با قانون سرعت $r=k[A]^n$ از رسم $\log t_{\frac{1}{2}}$ برحسب $\log[A]_0$ خط راستی با شیب ۱/۹۵- بدست آمده است. مرتبه واکنش n برابر کدام است؟

۱) ۲-

۲) ۱-

۳) ۲

۴) ۳

۳- انرژی آزاد هلمهولتز مولی (A) برای یک گاز واندروالس در دمای ثابت برابر کدام است؟

۱) $-\frac{a}{v}-RT\ln\frac{1}{V_m-b}+cte$

۲) $-\frac{a^2}{v_m^2}-RT\ln\frac{1}{V_m-b}+cte$

۳) $-\frac{a}{v_m}-RT\ln(V_m-b)+cte$

۴) $-\frac{a^2}{v_m^2}-RT\ln(V_m-b)+cte$

۴- ضریب تراکم گاز واندروالس برابر کدام است؟

۱) $Z=\frac{1}{1-\frac{b}{v_m}}-\frac{a}{RTV_m}$

۲) $Z=\frac{1}{1-\ln v_m}-\frac{a}{nTV_m}$

۳) $Z=\frac{a}{RTV_m}-\frac{1}{bV_m}$

۴) $Z=-\frac{a}{RTV_m}+\frac{V_m}{1-b}$

iranchembook.ir/edu

۵- با افزایش دمای یک گاز ایده‌آل سرعت میانگین آن $(\bar{u})$ دو برابر شده است، در همین شرایط محتملترین سرعت آن (α) چند برابر می‌شود؟

۱) ۱

۲) $\frac{۳}{۲}$

۳) ۲

۴) $\frac{۸}{\pi}$

۶- علت اینکه فاز مایع کربن دی‌اکسید در شرایط اطاق (دمای $۲۵^{\circ}c$ و فشار یک بار) مشاهده نمی‌شود، کدام است؟

۱) نقطه سه گانه کربن دی‌اکسید بالاتر از فشار یک بار است

۲) دیاگرام فازی کربن دی‌اکسید نقطه سه گانه ندارد

۳) فشار بحرانی کربن دی‌اکسید برابر یک بار دست

۴) نقطه جوش نرمال کربن دی‌اکسید پایین‌تر از نقطه ذوب آن است

۷- واکنش خود کاتالیزوری زیر داده شده است.

$$A \rightarrow P$$

$$U = -\frac{d[A]}{dt} = K[A][P]$$

مقدار فراورده پس از گذشت زمان t از شروع واکنش کدام است؟ ($[P_{\circ}]$ و $[A_{\circ}]$ مقدار اولیه‌اند) و $a = k([A_{\circ}]+[P_{\circ}])$ و $b = \frac{[P_{\circ}]}{[A_{\circ}]}$ است.

۱) $[P_{\circ}]\left(۱+\frac{e^{at}-۱}{۱+b\,e^{at}}\right)$

۲) $[P_{\circ}]\cdot\frac{e^{at}-۱}{۱+b\,e^{at}}$

۳) $\frac{[P_{\circ}]e^{at}}{۱+b\,e^{at}}$

۴) $[P_{\circ}]\left(۱-\frac{e^{at}-۱}{۱+b\,e^{at}}\right)$

۸- کدام عبارت، برای واکنش زیر صحیح است؟

$$۲NO(g)+N_۲(g) \rightleftharpoons ۲N_۲O(\delta) \qquad \Delta H^{\circ} = -۱۶/۰\,\frac{kJ}{mol}$$

۱) در دمای کم $k<۱$ و در دمای زیاد $k>۱$

۲) در دمای کم $k>۱$ و در دمای زیاد $k<۱$

۳) در هر دمایی $k>۱$

۴) در هر دمای $k<۱$

iranchembook.ir/edu

۹- واکنش بنیادی $A + H_2O \rightarrow C + D$ در حضور مقدار زیادی آب چگونه است؟

۱) مولکولاریته برابر واحد و مرتبه واکنش برابر دو است.

۲) مولکولاریته برابر دو و مرتبه واکنش برابر واحد است.

۳) مولکولاریته واکنش هر دو برابر واحد است.

۴) مولکولاریته و مرتبه واکنش هر دو برابر دو است.

۱۰- انرژی درونی یک گاز $U(S,V) = aV^{-\frac{2}{3}} e^{2\frac{S}{3R}}$ است. که a ثابت است. معادله حالت این گاز کدام است؟

۱) $PV = RT$

۲) $(P + \frac{a}{v^2})(v - b) = RT$

۳) $(P + \frac{a}{v^2})v = RT$

۴) $P(v - b) = RT$

۱۱- اگر یک مولکول هیدروژن (H_2) فقط بتواند روی یک خط حرکت کند، درجه آزادی انتقالی، چرخشی و ارتعاشی آن به ترتیب (از راست به چپ) برابر کدام است؟

۱) ۱,۱,۱

۲) ۰,۱,۱

۳) ۱,۰ ,۱

۴) ۱,۱,۰

۱۲- برای چه نوع واکنشی نسبت غلظت فراورده‌های C و B از رابطه زیر به دست می‌آید؟ (k_1 و k_2 ثابت‌های سرعت می‌باشند.)

$$\frac{[C]}{[B]} = \frac{k_1}{k_2}$$

۱) زنجیری

۲) موازی

۳) متوالی

۴) تعادلی

۱۳- اگر معادله حالت گاز حقیقی به صورت $Z = 1 + \frac{bP}{RT^2}$ باشد، ضریب فوگاسیته (γ) آن کدام است؟

۱) $e^{(\frac{bp^2}{RT^2})}$

۲) $e^{(\frac{bp}{RT})}$

۳) $e^{(\frac{bp^2}{RT^2})}$

۴) $e^{(\frac{bp}{RT^2})}$

iranchembook.ir/edu

۱۴- **بر اساس نظریه کمپلکس فعال، سرعت واکنش متناسب با کدام است؟**

۱) تعداد برخوردها

۲) سطح مقطع برخورد

۳) تعداد برخوردهای موثر

۴) فرکانس ارتعاشی یکی از پیوندهای ضعیف

۱۵- **اگر نیروهای بین ملکولی گاز A قویتر از B باشد، اما هر دو گاز از معادله حالت و اندروالس تبعیت کنند و ملکول‌های هم اندازه داشته باشند، Z_c و T_c مربوط به گاز A نسبت به گاز B به ترتیب . . . است.**

۱) مساوی و بزرگتر

۲) بزرگتر و مساوی

۳) مساوی و کوچکتر

۴) کوچکتر و مساوی

۱۶- **در یک سیستم دوترازی با انرژی‌های ε_0 و ε_1 که چندحالتی هر تراز برابر یک است، تابع پارش و میانگین انرژی در شرایط $T \to \infty$ به ترتیب عبارتست از:**

۱) ۰ و ε_0

۲) ۲ و ε_0

۳) ۰ و $\frac{\varepsilon_0 + \varepsilon_1}{2}$

۴) ۲ و $\frac{\varepsilon_0 + \varepsilon_1}{2}$

۱۷- **نسبت احتمال بروز حداکثر تجمع در حالت‌های چرخشی برای مولکول H_2 (هر هسته H_2 دارای اسپین $\frac{1}{2}$ است) با عدد کوانتومی ..... چرخشی است.**

۱) فرد چرخشی سه برابر عدد کوانتومی زوج

۲) فرد چرخشی همسان با عدد کوانتومی زوج

۳) زوج چرخشی سه برابر عدد کوانتومی فرد

۴) فرد چرخشی نصف عدد کوانتومی زوج

۱۸- **اگر مقدار دمای مشخصهٔ چرخشی برای مولکول H_2 ، θ_r باشد، این کمیت برای HD چقدر است؟**

۱) $\frac{\theta r}{2}$

۲) $\frac{3\theta r}{4}$

۳) $\frac{\theta r}{4}$

۴) $\frac{2\theta r}{3}$

iranchembook.ir/edu

۱۹- برای کدام ملکول، عدد کوانتومی چرخشی که به ازاء آن حداکثر تجمع در حالت‌های چرخشی رخ می‌دهد بزرگتر است؟

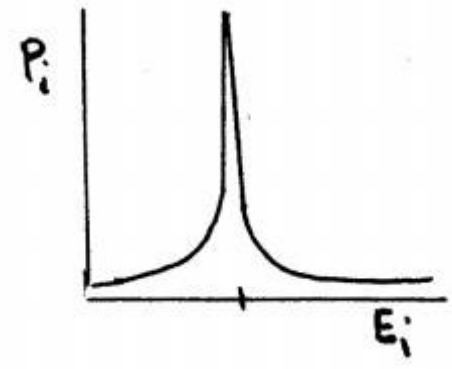
۱) $^{12}C\ ^{18}O$

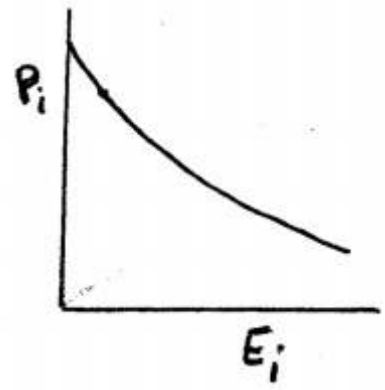
۲) $^{12}C\ ^{16}O$

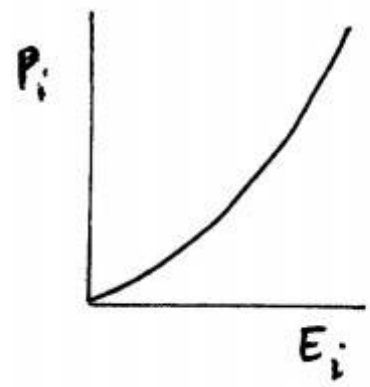
۳) $^{13}C\ ^{16}O$

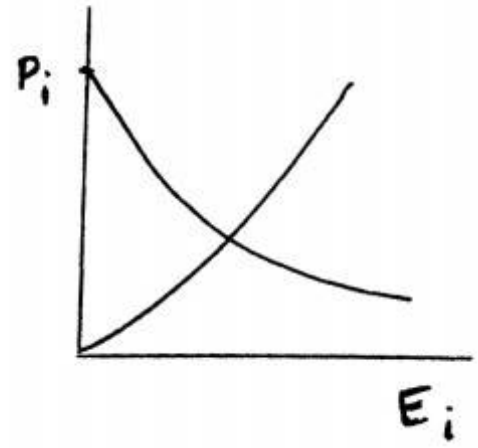
۴) $^{13}C\ ^{18}O$

۲۰- کدام نمودار احتمال یافتن سیستم با انرژی مشخص را نشان می‌دهد؟

۱)


۲)


۳)


۴)


۲۱- براساس اصل برابری احتمالات پیشین در چه شرایطی ذرات تمایل بیشتری به اشغال ترازهای پایه دارند؟

۱) دماهای پایین
۲) همدما بودن سیستم
۳) حذف شرط منزوی بودن سیستم
۴) کم بودن تعداد ذرات سیستم

۲۲- سیستمی را که دارای تعداد زیادی ذره (N) در دمای T است در نظر گرفته به طوری که این سیستم تنها در دو حالت انرژی $E_1 = 0$ و $E_2 = E$ پرجمعیت باشد. فاکتور وزن آماری g در هر دو حالت یکسان است. در حد $T \to \infty$ نسبت $\frac{N(E_1)}{N(E_2)}$ چقدر است؟

۱) ۱

۲) ۰

۳) $\frac{1}{2}$

۴) ∞

iranchembook.ir/edu

۲۳- تابع پارش مولکول گازی از رابطه $q = bT^{\frac{۷}{۲}}$ به دست می‌آید، C_p مولی گاز برابر کدام است؟ (b مقداری ثابت است.)

۱) $\frac{۷}{۲}bR$

۲) $\frac{۵}{۲}bR$

۳) $\frac{۹}{۲}R$

۴) $\frac{۹}{۲}bR$

۲۴- دو ذره کلاسیکی دارای ترازهای با انرژی ۰، ε، ۲ε با چند حالتی‌های به ترتیب ۱، ۲ و ۴ در اختیار است. چند حالت ممکن برای این سیستم وجود دارد؟

۱) ۱۸

۲) ۲۰

۳) ۲۱

۴) ۴۲

۲۵- هرگاه انرژی ذره‌ای یکی از مقادیر ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ واحد با احتمال $\frac{۱}{۲۱}$، $\frac{۲}{۲۱}$، $\frac{۳}{۲۱}$، $\frac{۴}{۲۱}$، $\frac{۵}{۲۱}$ و $\frac{۶}{۲۱}$ باشد، میانگین انرژی این ذره چقدر است؟

۱) ۴/۵

۲) ۴/۳

۳) ۵/۱

۴) $\frac{۵}{۲۱}$

۲۶- هرگاه انرژی یک نوسانگر کوانتومی برابر $E_n = nhV$ $(n = ۰,۱,۲,...,\infty)$ باشد تابع پارش این سیستم چیست؟

۱) $\frac{۱}{۱-e^{\frac{hv}{kT}}}$

۲) $\frac{۱}{۱-e^{-\frac{hv}{kT}}}$

۳) $e^{-\frac{hv}{kT}}$

۴) $e^{\frac{hv}{kT}}$

iranchembook.ir/edu

۲۷- در حد دمای بسیار بالا کدام عبارت صحیح است؟

۱) جمعیت کلیه ترازها با هم برابر می‌شوند.

۲) جمعیت پایین‌ترین تراز صفر می‌شود.

۳) جمعیت بالاترین تراز بیشترین مقدار را دارد.

۴) جمعیت هر تراز متناسب با چند حالتی در آن تراز است.

۲۸- کدام معادله در ترمودینامیک، حاوی تمام اطلاعات ترمودینامیکی (معادله‌ی اساسی) است؟

۱) $S = S(U, V, N)$

۲) $S = U(T, V, N)$

۳) $S = U(P, V, N)$

۴) $S = S(T, P, N)$

۲۹- احتمال جهش از اولین حالت برانگیخته ارتعاشی ($n = ۱$) به دومین حالت ($n = ۲$) برای کدام مولکول دردمای $۲۹۸K$ بیشتر است؟

۱) $H_۲(g)$

۲) $O_۲(g)$

۳) $N_۲(g)$

۴) $I_۲(g)$

۳۰- اگر مقدار ثابت b به سطوح انرژی (ویژه مقادیر) در $q = \sum_i e^{-\beta\varepsilon_i}$ اضافه شود، کدام متغیرهای ترمودینامیکی تغییر نخواهند کرد؟ $\beta = \frac{۱}{kT}$

۱) انتروپی و انرژی آزاد هلمهولتز

۲) انرژی درونی و انرژی آزاد هلمهولتز

۳) انرژی درونی و فشار

۴) انتروپی و فشار

۳۱- حاصلضرب عدم قطعیت در اندازه‌گیری دو عملگر $\hat{L}_z^۲$, $\hat{L}_x^۲ + \hat{L}_y^۲$ کدام است؟

۱) $\geq \frac{\hbar^۴}{۲}$

۲) $\geq \frac{\hbar^۳}{۲}$

۳) $\geq \frac{\hbar}{۲}$

۴) $= ۰$

۳۲- اگر $\hat{L}_\pm = (\hat{L}_x \pm i\hat{L}_y)$ باشد که $\hat{L}_x$ و $\hat{L}_y$ به ترتیب مولفه‌های x و y اندازه حرکت زاویه‌ای هستند، $\hat{L}_+\hat{L}_- y_m^\ell(\theta,\phi)$ عبارت است از: ($y_m^\ell(\theta,\phi)$ توابع هارمونیک کروی هستند.)

۱) $[\ell(\ell+۱) - m(m-۱)]\hbar^۲ y_m^\ell(\theta,\phi)$

۲) $[\ell(\ell+۱) - m(m+۱)]\hbar^۲ y_m^\ell(\theta,\phi)$

۳) $[\ell(\ell+۱) + m(m+۱)]\hbar^۲ y_m^\ell(\theta,\phi)$

۴) $[\ell(\ell+۱) + m(m-۱)]\hbar^۲ y_m^\ell(\theta,\phi)$

iranchembook.ir/edu

۳۳- ذره‌ای با انرژی مشخص به طور آزاد در یک بعد در حرکت است، دانسیته احتمال . . . بوده و عدم قطعیت مکانی آن . . . ، است.

۱) فقط مستقل از زمان بوده ـ محدود

۲) مستقل از مکان بوده ـ بینهایت

۳) مستقل از زمان بوده ـ محدود

۴) مستقل از زمان و مکان بوده ـ صفر

۳۴- چند حالتی تابع $\Psi_{(۴,۳)}$ برای اتم هیدروژن برابر کدام است؟

۱) ۱۴

۲) ۱۶

۳) ۱۸

۴) ۲۰

۳۵- تابع موج یک اتم هیدروژن به صورت زیر است:

$$\Psi_{(r,t=0)} = \frac{1}{\sqrt{14}}\left[2\psi_{100}(r) - 3\psi_{200}(r) + \psi_{222}(r)\right]$$

احتمال پیدا کردن سیستم در حالت (100) و $(3,2,1)$ به ترتیب کدام است؟

۱) $(\frac{1}{\sqrt{14}}, \frac{1}{\sqrt{14}})$

۲) $(0, \frac{2}{\sqrt{14}})$

۳) $(0, \frac{2}{7})$

۴) $(\frac{1}{14}, \frac{2}{14})$

۳۶- زاویه‌ای که بردار اسپین S با محور Z برای الکترونی با تابع اسپینی α می‌سازد چقدر است؟

۱) $\text{Arc}\sin\frac{\sqrt{2}}{2}$

۲) $\text{Arc}\cos\frac{\sqrt{3}}{3}$

۳) $\text{Arc}\sin\frac{\sqrt{3}}{3}$

۴) $\text{Arc}\cos\sqrt{2}$

iranchembook.ir/edu

۳۷- برای اتم هیدروژن در یک حالت p، مقدار $< L_z >$ برای Ψ_{2p_z}، Ψ_{2p_y} و Ψ_{2p_x} به ترتیب با چه احتمالی بدست می‌آید؟

۱) $\pm\hbar$ با احتمال ۲۵٪، $\pm\frac{\hbar}{2}$ با احتمال ۵۰٪، $\pm\hbar$ با احتمال صفر

۲) $\pm\frac{\hbar}{2}$ با احتمال ۵۰٪، صفر با احتمال ۱۰۰٪، $\pm\hbar$ با احتمال ۱۰۰٪

۳) صفر با احتمال ۱۰۰٪، $\frac{\hbar}{2}$ و $-\frac{\hbar}{2}$ هر یک با احتمال ۵۰٪، $\hbar$ با احتمال ۱۰۰٪

۴) $\hbar$ با احتمال صفر، $\pm\frac{\hbar}{2}$ هر یک با احتمال ۲۰٪، صفر با احتمال ۱۰۰٪

۳۸- اگر برای یک سیستم $\hat{H} = -\hat{D}^2 + \hat{x}^2$ و $\psi = A\ x\ e^{\frac{-x^2}{2}}$ ویژه تابع آن باشد، ویژه مقدار آن کدام است؟

$\hat{D} = \frac{d}{dx}$

۱) $3 - x^2$

۲) -3

۳) $x^2 - 3$

۴) 3

۳۹- کدام عبارت یک نتیجه صحیح از اصل عدم قطعیت هایزنبرگ نیست؟

۱) اندازه حرکت یک الکترون را نمی‌توان دقیقاً مشخص کرد.

۲) یک نوسانگر هماهنگ دارای انرژی نقطه صفر است.

۳) یک الکترون در یک اتم را نمی‌توان با یک مدار کاملاً معین توصیف کرد.

۴) هر چقدر طول عمر یک حالت برانگیخته در یک اتم کمتر باشد، انرژی آن با دقت کمتری اندازه‌گیری می‌شود.

۴۰- انرژی الکترونی محاسبه شده با کدام روش، ممکن است از انرژی واقعی سیستم کمتر باشد؟

۱) CI

۲) HF

۳) MP_z

۴) DFT

۴۱- همهٔ انتقالات الکترونی زیر مجازند بجز:

۱) $3s \rightarrow 5p$

۲) $2p \rightarrow 3d$

۳) $3s \rightarrow 5d$

۴) $1s \rightarrow 2p$

iranchembook.ir/edu

۴۲- تابع هارمونیک کروی $Y_\ell^m(\theta,\phi)$ ویژه تابع عملگرهای:

۱) $\hat{L}^2$ بوده اما ویژه تابع $\hat{L}_\pm, \hat{L}_z^3$ نیست.

۲) $\hat{L}^2, \hat{L}_z^3$ بوده، اما ویژه تابع $\hat{L}_\pm$ نیست.

۳) $\hat{L}^2, \hat{L}_z^3$ و $\hat{L}_\pm$ نیست.

۴) $\hat{L}^2, \hat{L}_z^3$ و $\hat{L}_\pm$ است.

۴۳- در کدام اوربیتال هیدروژنی هر سه خاصیت انرژی، بزرگی اندازه حرکت زاویه‌ای، و مؤلفهٔ Z اندازه حرکت زاویه‌ای الکترون معین است؟

۱) $3d_{xy}$

۲) $2p_x$

۳) $2p_y$

۴) $3d_z^2$

۴۴- عملگر انتقال مطابق با $\hat{T}_h f(x) = f(x+h)$ تعریف می‌شود. عبارت $(\hat{T}_1 - 1)^2 x^2$ برابر کدام است؟

۱) Z

۲) ۱

۳) $2+x$

۴) $2-x$

۴۵- برای یک سیستم کوانتومی یک ذره‌ای سه بعدی، کدام رابطه صحیح است؟ (V انرژی پتانسیل است)

۱) $\left[\hat{p}_y, \hat{H}\right] = +h\frac{\partial V}{\partial y}$

۲) $\left[\hat{p}_y, \hat{H}\right] = -h\frac{\partial V}{\partial y}$

۳) $\left[\hat{p}_y, \hat{H}\right] = -ih\frac{\partial V}{\partial y}$

۴) $\left[\hat{p}_y, \hat{H}\right] = ih\frac{\partial V}{\partial y}$

iranchembook.ir/edu