

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

«در زمینه مسائل علمی، باید دنبال قله بود»
مقام معظم رهبری

عصر جمعه
۱۴۰۲/۱۲/۰۴

دفترچه شماره ۳ از ۳

آزمون ورودی دوره های دکتری (نیمه متمرکز) - سال ۱۴۰۳

فیزیک (کد ۲۲۳۸)

مدت زمان پاسخگویی: ۱۳۵ دقیقه

تعداد سؤال: ۱۱۵

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤال ها

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	مکانیک سیالات - فیزیک عمومی	۱۵	۱	۱۵
۲	فیزیک دریا و تئوری امواج جزر و مد	۳۰	۱۶	۴۵
۳	مکانیک کوانتومی و مکانیک کوانتومی پیشرفته	۱۵	۴۶	۶۰
۴	الکترومغناطیس و الکتروپنایمیک	۱۵	۶۱	۷۵
۵	ترمودینامیک و مکانیک آماری پیشرفته ۱	۱۵	۷۶	۹۰
۶	فیزیک پایه ۱، ۲ و ۳ (شامل کل کتاب فیزیک هالیدی آخرین ویرایش) و مبانی نانو تکنولوژی	۱۰	۹۱	۱۰۰
۷	فیزیک مدرن	۱۵	۱۰۱	۱۱۵

این آزمون، نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

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

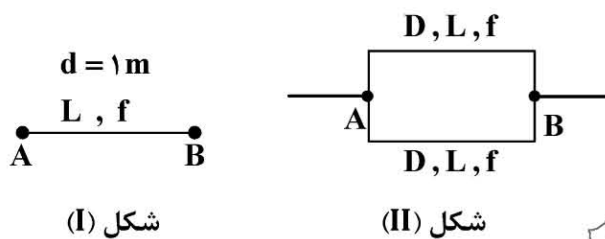
* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات جدول زیر، به منزله عدم حضور شما در جلسه آزمون است.

اینجانب با شماره داوطلبی با آگاهی کامل، یکسان بودن شماره صندلی خود با شماره داوطلبی مندرج در بالای کارت ورود به جلسه، بالای پاسخنامه و دفترچه سؤالها، نوع و کد کنترل درج شده بر روی دفترچه سؤالها و پایین پاسخنامه ام را تأیید می نمایم.

امضا:

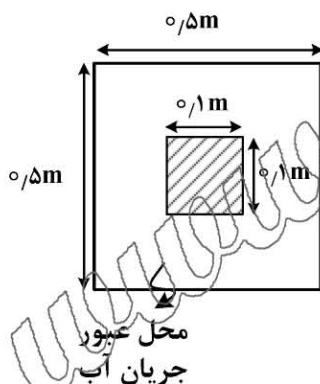
مکانیک سیالات - فیزیک عمومی:

- ۱- در شکل (I)، دبی عبوری از لوله با قطر $(d = 1 \text{ m})$ ، برابر با Q است. در شکل (II)، قطر لوله ها، D ، چقدر باشد، تا دبی عبوری از آنها همان Q باشد؟ فرض کنید ضریب اصطکاک، f و طول لوله ها، L ، در هر دو حالت (I) و (II) یکسان است؟



- (۱) $\sqrt{2}$
(۲) $\frac{1}{\sqrt{2}}$
(۳) $2^{-\left(\frac{2}{5}\right)}$
(۴) $2^{-\left(\frac{5}{2}\right)}$

- ۲- افت فشار جریان آب عبوری از کانال زیر که با سرعت $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ در حال حرکت است، برابر با 0.01 bar است. در صورتی که ضریب اصطکاک فاینینگ برابر با 0.005 باشد، طول کانال چند سانتی متر است؟



- (چگالی آب $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ و شتاب ثقل $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ است.)
- (۱) 0.4
(۲) $1/6$
(۳) 16
(۴) 40

۳- برای اندازه گیری افت فشار آب در یک لوله صنعتی از لوله ای به اندازه $(\frac{1}{5})$ لوله واقعی استفاده می کنیم. اگر دبی

حجمی آب در لوله واقعی $(Q_p = 5 \frac{m^3}{s})$ و مقدار افت فشار اندازه گیری شده در لوله مدل $(\Delta p_m = 10 \text{ kP})$ باشد،

به ترتیب مقدار دبی حجمی آب در لوله مدل و افت فشار در لوله واقعی چقدر است؟

$$\Delta p_p = 250 \text{ kP} , Q_m = 1 \frac{m^3}{s} \quad (1)$$

$$\Delta p_p = 25 \text{ kP} , Q_m = 2/5 \frac{m^3}{s} \quad (2)$$

$$\Delta p_p = 50 \text{ kP} , Q_m = 5 \frac{m^3}{s} \quad (3)$$

$$\Delta p_p = 100 \text{ kP} , Q_m = 25 \frac{m^3}{s} \quad (4)$$

۴- در شرایط متعارف، منحنی توزیع سرعت سیال (پروفیل سرعت) در مقطع لوله، در کدام قسمت تغییرات ندارد؟

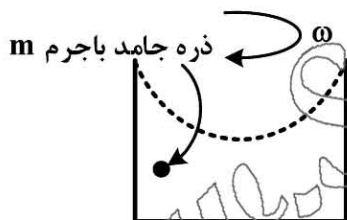
(۱) کل لوله (۲) قسمت توسعه یافته

(۳) قسمت توسعه نیافته ابتدای لوله (۴) هیچ کدام

۵- اگر ظرفی که در آن سیالی با چگالی ρ ریخته شده است، با سرعت زاویه ای ω بچرخد، سرعت تهنشینی ذره جامد

نشان داده شده (با چگالی ρ_p) از کدام رابطه به دست می آید؟

(r شعاع قرارگیری ذره، m جرم ذره، A_p سطح تصویر شده ذره، C_D ضریب درگ)



$$\omega \sqrt{\frac{2r(\rho_p - \rho)m}{A_p \rho_p C_D \rho}} \quad (1)$$

$$\sqrt{\frac{2g(\rho_p - \rho)m}{A_p \rho_p C_D \rho}} \quad (2)$$

$$\sqrt{\frac{(r\omega^2 + g)(\rho_p - \rho)m}{A_p \rho_p C_D \rho}} \quad (3)$$

(۴) هیچ کدام

۶- حلقه جریانی به مساحت ۲۰۰ سانتی مترمربع حامل جریان ۱۰ آمپر است. این حلقه جریانی، در یک میدان

مغناطیسی یکنواخت با شدت ۰/۱ تسلا قرار دارد. بردار عمود بر سطح حلقه با بردار میدان مغناطیسی، زاویه 30° می سازد. اندازه گشتاور نیروی مغناطیسی وارد بر این حلقه چند نیوتن متر است؟

(۱) ۰/۰۱ (۲) ۰/۰۲

(۳) ۰/۱ (۴) ۰/۲

۷- در ناحیه‌ای از فضا میدان الکتریکی $\vec{E} = \hat{i} + 4\hat{j}$ بر حسب ولت بر متر برقرار شده است. برای انتقال یک پوزیترون از مکان $\vec{r}_1 = -\hat{i} + 2\hat{j}$ به مکان $\vec{r}_2 = 3\hat{i} + \hat{j}$ در این ناحیه از فضا، چند ژول کار باید انجام بدهیم؟ (فواصل بر حسب متر هستند.)

(۲) $1/6 \times 10^{-19}$

(۱) $3/2 \times 10^{-19}$

(۴) صفر

(۳) $0/8 \times 10^{-19}$

۸- در یک سیم رسانا، جریان الکتریکی با آهنگ ثابت، در مدت زمان ۱۰ ثانیه از صفر به ۵ آمپر می‌رسد. در این مدت چند کولن بار الکتریکی از سیم عبور کرده است؟

(۲) $10\sqrt{5}$

(۱) $5\sqrt{10}$

(۴) ۵۰

(۳) ۲۵

۹- در ناحیه‌ای از فضا میدان مغناطیسی یکنواخت با شدت یک تسلا وجود دارد. در این ناحیه، پروتونی را با تکانه $3/2 \times 10^{-21}$ کیلوگرم‌متر بر ثانیه، عمود بر خطوط میدان، پرتاب می‌کنیم. شعاع دایره‌ای که پروتون طی می‌کند چند سانتی‌متر است؟

(۲) ۲

(۱) ۱

(۴) ۴

(۳) ۳

۱۰- یک بار نقطه‌ای مثبت در میدان مختصات قرار دارد. مطابق شکل، نقاط A، B و C بر روی محور x واقع‌اند. نقطه C در وسط فاصله A و B است. میدان الکتریکی در نقطه A برابر با ۳۶ ولت بر متر و در نقطه B برابر با ۹ ولت بر متر است. میدان الکتریکی در نقطه C چند ولت بر متر است؟



(۱) ۱۶

(۲) $16\sqrt{2}$

(۳) ۲۵

(۴) $25\sqrt{2}$

۱۱- جسمی به جرم یک کیلوگرم بر روی سطح افقی قرار دارد. ضریب اصطکاک بین جسم و سطح، برابر با $\frac{1}{\sqrt{3}}$ است. اندازه و جهت کمترین نیروی لازم برای به حرکت درآوردن جسم، کدام است؟ (شتاب جاذبه زمین را $g = 10 \frac{m}{s^2}$ بگیرید.)

(۱) ۵ نیوتون تحت زاویه 30° نسبت به راستای افقی

(۲) ۵ نیوتون تحت زاویه 60° نسبت به راستای افقی

(۳) $\frac{10}{\sqrt{3}}$ نیوتون تحت زاویه 30° نسبت به راستای افقی

(۴) $\frac{10}{\sqrt{3}}$ نیوتون تحت زاویه 60° نسبت به راستای افقی

۱۲- گلوله‌ای را با سرعت اولیه v_0 به‌طور عمود از سطح زمین به بالا پرتاب می‌کنیم. در چه ارتفاعی انرژی جنبشی و پتانسیل آن برابرند؟

(۲) $\frac{v_0^2}{2g}$

(۱) $\frac{4v_0^2}{4g}$

(۴) $\frac{2v_0^2}{g}$

(۳) $\frac{v_0^2}{4g}$

۱۳- بردار مکان ذره‌ای بر حسب زمان به شکل $\vec{r} = 2t\hat{i} - (t^2 - 1)\hat{j}$ است. معادله مسیر حرکت این ذره کدام است؟

(۲) $x^2 = 4 - 4y$

(۱) $x = y^2 - 1$

(۴) $y = 2x^2 - 4$

(۳) $y = 1 - 4x^2$

۱۴- گلوله‌ای به جرم یک کیلوگرم بر یک مسیر دایره‌ای حرکت می‌کند. اندازه سرعت ذره ثابت و برابر با ۲ متر بر ثانیه است. اندازه تغییر تکانه ذره وقتی که یک چهارم مسیر دایره را طی می‌کند، چند کیلوگرم متر بر ثانیه است؟

- (۱) صفر
(۲) $\sqrt{2}$
(۳) ۲
(۴) $2\sqrt{2}$

۱۵- ذره‌ای در مدت ۱۰ ثانیه مسافت ۶۰ متر را طی می‌کند. اگر شتاب این ذره ثابت بوده باشد و در این مدت، سرعت آن ۵ برابر شده باشد، شتاب آن چند متر بر مجذور ثانیه بوده است؟

- (۱) ۰/۴
(۲) ۰/۶
(۳) ۰/۸
(۴) ۱/۲

فیزیک دریا و تئوری امواج جزر و مد:

۱۶- کدام موارد، در ایجاد گردش ترموهاالین، اهمیت بیشتری دارند؟

- (۱) شوری و باد
(۲) دما و شوری
(۳) شوری و اثر کوریولیس
(۴) دما و شکل بستر

۱۷- باد یکنواختی با سرعت $10 \frac{m}{s}$ در سراسر یک حوضه اقیانوسی می‌وزد. اگر در عرض جغرافیایی ۴۵ درجه، عمق لایه اکمن ۱۰۰ متر باشد، در عرض جغرافیایی ۳۰ درجه، عمق لایه اکمن چند متر خواهد بود؟

- (۱) $50\sqrt{2}$
(۲) $100\sqrt{2}$
(۳) $100\sqrt{2}$
(۴) $50\sqrt{2}$

۱۸- در نقطه‌ای از اقیانوس اطلس که فاصله آن تا سواحل آمریکا (در غرب اقیانوس) حدود ۲۰۰ km است، ارتفاع سطح آب دریا دو متر بیشتر از آب‌های ساحل آمریکاست. سرعت جریان ژئوستروفیک چند متر بر ثانیه و به کدام سمت خواهد

بود؟ (شتاب جاذبه زمین را $g = 10 \frac{m}{s^2}$ و پارامتر کوریولیس را در این ناحیه $f = 10^{-4} s^{-1}$ در نظر بگیرید.)

- (۱) یک - شمال
(۲) دو - شمال
(۳) دو - غرب
(۴) یک - غرب

۱۹- یک بسته آب به‌طور بی‌دررو (آدیاباتیک)، از عمق دو کیلومتری به سطح اقیانوس آورده می‌شود، دمای آن چه تغییری می‌کند؟

- (۱) کم می‌شود.
(۲) زیاد می‌شود.
(۳) تغییر نمی‌کند.
(۴) اطلاعات مسئله کافی نیست.

۲۰- علت بیشتر بودن ارتفاع (رنج) جزرومدی در بندر ماهشهر نسبت به سایر مناطق خلیج فارس، کدام است؟

- (۱) باد شمال
(۲) چرخش آب خلیج فارس
(۳) فاصله از تنگه هرمز
(۴) قیفی‌شکل بودن ساحل و همگرایی آن در شمال غرب خلیج فارس

۲۱- ترموکلاین خلیج فارس، دارای کدام ویژگی است؟

- (۱) دائمی است.
(۲) در فصل زمستان شکل می‌گیرد.
(۳) در فصل تابستان شکل می‌گیرد.
(۴) شکل‌گیری آن، ارتباطی با فصول سال ندارد.

۲۲- دلیل شوری کمتر آب سواحل استان هرمزگان در تابستان نسبت به زمستان، کدام است؟

- (۱) تبخیر بیشتر در زمستان
- (۲) تبخیر بیشتر در تابستان

(۳) نفوذ بیشتر آب دریای عمان به خلیج فارس در فصل تابستان

(۴) نفوذ کمتر آب دریای عمان به خلیج فارس در فصل تابستان

۲۳- شرط لازم برای تشکیل امواج داخلی در دریا، کدام است؟

- (۱) اعمال نیروی جزرومد
- (۲) وجود لایه بندی قوی چگالی
- (۳) وجود نیروی خارجی همچون باد
- (۴) وجود تغییرات توپوگرافی منطقه

۲۴- کدام اعداد بی بعدی، معیاری برای تلاطمی محیط دریا است؟

- (۱) عدد فرود و عدد اکمن
- (۲) عدد فرود و عدد راسبی
- (۳) عدد رینولدز و عدد راسبی
- (۴) عدد رینولدز و عدد ریچاردسون

۲۵- در کدام مناطق ایران، پدیده فراچاهی (فراجوشی) اتفاق می افتد؟

- (۱) سواحل بوشهر و چابهار
- (۲) اطراف جزیره کیش
- (۳) سواحل بوشهر و جاسک
- (۴) اطراف تنگه هرمز و قشم

۲۶- سرعت صوت در اقیانوس به چه پارامترهایی بستگی دارد؟

- (۱) عمق
- (۲) توپوگرافی کف
- (۳) شوری و دما

(۴) صوت در آب دارای سرعت ثابت است و تحت تأثیر هیچ پارامتری نیست.

۲۷- نقاط آمفیدرومیک اجزای نیمروزانه جزرومد در خلیج فارس، در کدام محل یا محل ها قرار دارند؟

- (۱) مرکز خلیج بحرین
- (۲) شمال غرب خلیج فارس
- (۳) مرکز خلیج بحرین و شمال غرب خلیج فارس
- (۴) شمال غرب و انتهای جنوبی خلیج فارس

۲۸- عمق لایه اکمن، در خلیج فارس حدود چند متر است؟

- (۱) کمتر از ۱۰
- (۲) دقیقاً ۶۶
- (۳) کمتر از ۱۰۰
- (۴) لایه اکمن تشکیل نمی شود.

۲۹- در طول سال، حدوداً به اندازه مساحت خلیج فارس ضربدر چند متر، از آب خلیج فارس تبخیر می شود؟

- (۱) ۰/۱ تا ۰/۲
- (۲) ۰/۷ تا ۱
- (۳) ۰/۵ تا ۱
- (۴) ۱/۵ تا ۲

۳۰- $\frac{kg}{m^4}$ ، مبین واحد کدام پارامتر در فیزیک دریا است؟

- (۱) پایداری آب دریا
- (۲) میزان تبخیر آب دریا
- (۳) چگالی مرجع آب دریا
- (۴) جرم عبور آب از تنگه های دریایی

۳۱- کدام مورد در خصوص امواج کلونین در اقیانوس ها درست است؟ (Kelvin Waves)

- (۱) امواج کوچکی هستند که بر روی سطح آب دیده می شوند و در کل اقیانوس های کره زمین دیده می شوند.
- (۲) امواج کلونین با دمای صفر کلونین رابطه خطی دارند و با بالا رفتن دمای آب انرژی بیشتری ذخیره می کنند.
- (۳) امواج ناشی از نیروی کوریولیس هستند که در برخی مناطق و در اندازه های مختلف در نیمکره شمالی به چپ و در نیمکره جنوبی به راست انتشار می یابند.
- (۴) امواج بلندی هستند که از برهم کنش نیروی کوریولیس با مرز توپوگرافی خط ساحلی در نیمکره شمالی به سمت راست و در نیمکره جنوبی به سمت چپ خط ساحلی پخش می شوند.

۳۲- در کدام یک از امواج زیر، توزیع فشار، غیرهیدرواستاتیک است؟

- (۱) سینوسی
 - (۲) استوکس
 - (۳) فقط نویدال
 - (۴) نویدال و امواج تنها (Solitary)
- ۳۳- امواج موئینه یا امواج کشش سطحی (Capillary waves) و امواج خیزاب واکنشی (Seiche) از نظر دوره تناوب، به ترتیب، جزو کدام دسته از امواج قرار می گیرند؟

- (۱) بلند - کوتاه
- (۲) کوتاه - بلند
- (۳) بلند - بلند
- (۴) کوتاه - کوتاه

۳۴- فرمول کلدنیک (Colding)، برای محاسبه کدام یک از امواج زیر، کاربرد دارد؟

- (۱) سونامی (Tsunami)
 - (۲) موج لبه ای (Edge wave)
 - (۳) خیزاب طوفان (Storm Surge)
 - (۴) خیزاب واکنشی (Seiche Surge)
- ۳۵- در صورت باریک بودن طیف موج، کدام یک از توزیع های احتمالی زیر، به ارتفاع موج قابل کاربرد است؟
- (۱) ریلی
 - (۲) گامبل
 - (۳) فرشه
 - (۴) لگ - نرمال

۳۶- کدام فرض زیر، نظریه تابع جریان Dean را از حالت غیرمادگار (Unsteady) به مادگار (Steady) تبدیل می کند؟

- (۱) ثابت برنولی، معادل صفر در نظر گرفته نشود.
- (۲) تابع جریان، به جای تابع پتانسیل در نظر گرفته شود.
- (۳) دستگاه مختصات همراه ناظر با سرعت فاز موج حرکت کند.
- (۴) شرط مرزی چهارمی به سه شرط مرزی مسئله موج استوکس اضافه شود.

۳۷- وابستگی سرعت موج به کدام مورد، علت پراکنده شدن امواج گرانشی در آب های عمیق است؟

- (۱) عمق آب
- (۲) توپوگرافی بستر
- (۳) گرانش زمین
- (۴) فرکانس زاویه ای

۳۸- کدام پدیده زیر، تأثیر کمی بر نیروی کوریولیس دارد؟

- (۱) امواج ناشی از باد
- (۲) امواج کلونین
- (۳) امواج جزرومد
- (۴) امواج راسبی

۳۹- نسبت سرعت گروه C_g به سرعت فاز (C) در امواج آب های عمیق، کدام است؟

- (۱) ۱۰
- (۲) ۵
- (۳) ۱/۵
- (۴) ۰/۵

۴۰- سرعت امواج سونامی، به کدام پارامتر بستگی دارد؟

- (۱) شیب بستر
- (۲) عمق آب
- (۳) بزرگی زلزله
- (۴) طول موج

۴۱- کدام یک، در مورد امواج درونی نادرست است؟

- (۱) ممکن است در سطح آب مشاهده شوند.
- (۲) در زمره امواج گرانشی محسوب می شوند.
- (۳) در مرز لایه های آب با چگالی های متفاوت منتشر می شوند.
- (۴) توفان، تنش باد، زمین لرزه یا عبور زیر دریایی، می تواند موج درونی ایجاد کند.

۴۲- در اثر پدیده کاهش ژرفا (Shoaling)، کدام مورد ثابت می ماند؟

- (۱) ارتفاع موج (۲) طول موج (۳) دوره تناوب موج (۴) سرعت موج

۴۳- سرعت موج جزرومدی نیمروزه در آبی به عمق ۴۰ متر، چند متر بر ثانیه خواهد بود؟ (شتاب جاذبه زمین را

$$g = 10 \frac{m}{s^2} \text{ در نظر بگیرید.}$$

- (۱) ۴۰ (۲) ۲۰ (۳) ۱۵ (۴) ۱۰

۴۴- با استفاده از روش قطع خط صفر، ارتفاع ۱۲ موج بر حسب متر به ترتیب ثبت شده است. ارتفاع موج شاخص، چند متر است؟

۲، ۲/۹، ۳/۱، ۳/۲، ۳/۴، ۳/۷۵، ۳/۸، ۳/۹، ۴/۳، ۴/۵، ۵/۴، ۵/۸

- (۱) ۳/۷۵ (۲) ۴ (۳) ۵ (۴) ۵/۵

۴۵- موجی با دوره تناوب ۱۰ ثانیه، در آب عمیق منتشر می شود. سرعت انتقال انرژی (سرعت گروه) برای این موج، چند

متر بر ثانیه است؟

- (۱) ۱۵۶ (۲) ۷۸ (۳) ۱۵/۶ (۴) ۷/۸

مکانیک کوانتومی و مکانیک کوانتومی پیشرفته:

۴۶- عملگر انتقال $T(a)$ ، تابع $f(x)$ را به $f(x+a)$ تبدیل می کند. شکل دیفرانسیلی عملگر $T(a)$ کدام است؟

(۱) $1 - a \frac{d}{dx}$

(۲) $\exp\left(a \frac{d}{dx}\right)$

(۳) $1 + a \frac{d}{dx}$

(۴) $\exp\left(-a \frac{d}{dx}\right)$

۴۷- عملگرهای $F = AB - BA$ و $G = AB + BA$ و $H = i(AB - BA)$ مفروض اند. اگر A و B عملگرهای هرمیتی

باشند، از عملگرهای F ، G و H ، کدام هرمیتی است؟

(۱) G و F

(۲) H و G

(۳) H و F

(۴) H و G ، F

۴۸- کدام یک از ماتریس های داده شده، با هیچ ماتریس یکانی قطری نمی شود؟

$$(1) \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$$

$$(2) \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$$

$$(3) \begin{pmatrix} 0 & i \\ -i & 0 \end{pmatrix}$$

$$(4) \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$$

۴۹- ماتریس تبدیل یکانی که پایه های $|S_z, \pm\rangle$ را به پایه های $|S_x, \pm\rangle$ تبدیل می کند، کدام است؟

$$(1) \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}$$

$$(2) \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ i & i \end{pmatrix}$$

$$(3) \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -i \end{pmatrix}$$

$$(4) \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ -i & i \end{pmatrix}$$

۵۰- اگر a و a^\dagger عملگرهای پایین آورنده و بالا برنده در تصویر شرودینگر برای یک نوسانگر هماهنگ ساده با فرکانس ω باشند آنگاه عملگر $a^\dagger a$ در تصویر هایزنبرگ کدام است؟

$$(1) a^\dagger a$$

$$(2) e^{-i\omega t} a^\dagger a$$

$$(3) a a^\dagger$$

$$(4) e^{+i\omega t} a a^\dagger$$

۵۱- اگر A و A^\dagger عملگرهای پایین آورنده و بالا برنده باشند، و $|\alpha\rangle$ یک حالت کوانتومی نوسانگر کوانتومی با خاصیت

$$A|\alpha\rangle = \alpha|\alpha\rangle \quad \text{باشد، مقدار } \langle\alpha|e^{\alpha^* A} e^{\alpha A^\dagger}|\alpha\rangle \text{ برابر با کدام مورد است؟}$$

$$(1) e^{|\alpha|^2}$$

$$(2) e^{2|\alpha|^2}$$

$$(3) e^{3|\alpha|^2}$$

$$(4) e^{\alpha^2 + \alpha^{*2}}$$

۵۲- ذره‌ای به جرم m را که تحت یک پتانسیل جاذبه $V(x) = -V_0 \delta(x)$ قرار گرفته است در نظر بگیرید ($V_0 > 0$) انرژی آن در حالت مقید کدام است؟

$$\frac{-mV_0}{\hbar} \quad (۱)$$

$$\frac{-mV_0^2}{\hbar^2} \quad (۲)$$

$$\frac{-mV_0^2}{2\hbar^2} \quad (۳)$$

$$\frac{-mV_0^2}{2\hbar} \quad (۴)$$

۵۳- عملگر هامیلتونی یک سیستم دوحالت با $H = a(|1\rangle\langle 1| - |2\rangle\langle 2| + |1\rangle\langle 2| + |2\rangle\langle 1|)$ داده شده است که در آن a عددی با بعد انرژی است. ویژه مقادیر انرژی سیستم کدام اند؟

$$\pm \sqrt{2} a \quad (۱)$$

$$\pm \sqrt{2} a \quad (۲) \text{ (دو حالت تبهگن)}$$

$$\pm \frac{\sqrt{2}}{2} a \quad (۳)$$

$$\pm \frac{\sqrt{2}}{2} a \quad (۴) \text{ (دو حالت تبهگن)}$$

۵۴- ذره باردار Q با جرم M ، بر روی محور x ، حول مبدأ مختصات، حرکت نوسانی ساده با فرکانس زاویه‌ای ω انجام می‌دهد. اگر این ذره در معرض میدان الکتریکی یکنواختی در جهت x قرار گیرد، $\vec{E} = E\hat{i}$ ، ترازهای انرژی آن کدام است؟

$$\hbar\omega \left(n + \frac{1}{2} \right) - \frac{Q^2 E^2}{2M\omega^2} \quad (۲)$$

$$\hbar\omega \left(n + \frac{1}{2} \right) - QE \quad (۱)$$

$$\hbar\omega \left(n + \frac{1}{2} \right) + \frac{Q^2 E^2}{2M\omega^2} \quad (۴)$$

$$\hbar\omega \left(n + \frac{1}{2} \right) + QE \quad (۳)$$

۵۵- اگر s_x ، s_y و s_z مؤلفه‌های عملگر اسپین الکترونی در $t = 0$ باشند و هامیلتونی سیستم $H = \omega s_x$ باشد، آنگاه مؤلفه z عملگر اسپین در لحظه t ، $s_z(t)$ ، کدام است؟

$$s_z \cos \omega t - s_y \sin \omega t \quad (۱)$$

$$s_z \cos \omega t + s_y \sin \omega t \quad (۲)$$

$$s_z \cos \omega t + s_x \sin \omega t \quad (۳)$$

$$s_z \cos \omega t - s_x \sin \omega t \quad (۴)$$

۵۶- حالت ذره‌ای با اسپین $\frac{1}{2}$ به شکل $|\psi\rangle = |\alpha\rangle - |\beta\rangle$ توصیف شده است، که در آن $|\alpha\rangle = |\uparrow\rangle$ و

$$|\beta\rangle = \frac{1-i}{2}|\uparrow\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}}|\downarrow\rangle$$

احتمال این که ذره در حالت $|\uparrow\rangle$ باشد، کدام است؟

(۱) $\frac{1}{2}$

(۲) $\frac{2}{3}$

(۳) $\frac{3}{4}$

(۴) $\frac{1}{4}$

۵۷- الکترونی در حالت اسپینی $A \begin{pmatrix} 1-2i \\ 2 \end{pmatrix}$ قرار دارد که A مقدار ثابتی است. نسبت مقدار چشم‌داشتی \hat{S}_z به مقدار

چشم‌داشتی \hat{S}_x چقدر است؟

(۱) ۴

(۲) $\frac{1}{2}$

(۳) $\frac{1}{4}$

(۴) صفر

۵۸- الکترونی با بار (-e) در یک میدان مغناطیسی ثابت و یکنواخت در راستای z ($\vec{B} = B\hat{k}$) قرار دارد. اگر در $t = 0$

اسپینور الکترون به صورت $|\psi\rangle = \sin\frac{\theta}{2}|+\rangle + e^{i\phi}\cos\frac{\theta}{2}|-\rangle$ باشد، $\chi(t)$ کدام است؟ (ω فرکانس حرکت

تقدیمی اسپین حول میدان مغناطیسی است.)

(۱) $\sin\frac{\theta}{2} e^{-\frac{i\omega t}{2}}|-\rangle + \cos\frac{\theta}{2} e^{-i(\phi+\frac{\omega t}{2})}|-\rangle$

(۲) $\sin\frac{\theta}{2} e^{\frac{i\omega t}{2}}|+\rangle + \cos\frac{\theta}{2} e^{i(\phi-\frac{\omega t}{2})}|-\rangle$

(۳) $\sin\frac{\theta}{2} e^{\frac{i\omega t}{2}}|+\rangle + \cos\frac{\theta}{2} e^{i(\phi+\frac{\omega t}{2})}|-\rangle$

(۴) $\sin\frac{\theta}{2} e^{-\frac{i\omega t}{2}}|+\rangle + \cos\frac{\theta}{2} e^{i(\phi+\frac{\omega t}{2})}|-\rangle$

۵۹- اگر \vec{J} عملگر تکانه زاویه‌ای باشد، حاصل عبارت جابه‌جایی $[J_x J_y, J_x]$ کدام است؟

(۱) $i\hbar J_x J_z$

(۲) $i\hbar J_z J_x$

(۳) $-i\hbar J_x J_z$

(۴) صفر

۶۰- فرض کنید که الکترون در اتم هیدروژن درحالتی با تابع موج زیر توصیف می‌شود.

$$\phi(\theta, \phi) = \frac{2}{\sqrt{6}} Y_{3,-3}(\theta, \phi) + \frac{1}{\sqrt{3}} Y_{3,-2}(\theta, \phi)$$
 اگر با اندازه‌گیری L_z مقدار $3\hbar$ حاصل شود، در این حالت زاویه میان بردار تکانه زاویه‌ای و محور z چقدر است؟

(۱) 3°

(۲) 6°

(۳) 12°

(۴) 15°

الکترومغناطیس و الکترودینامیک:

۶۱- اگر $\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$ بردار مکان نقطه (x, y, z) و $r = |\vec{r}|$ و حاصل انتگرال حجمی $\int_V r^3 dv$ درون حجم V برابر با α باشد، حاصل انتگرال سطحی $\oint_A \vec{r} \cdot \hat{n} da$ کدام است؟ A سطح بسته‌ای است که حجم V را در بر گرفته و \hat{n} بردار واحد عمود بر سطح A در هر نقطه روی سطح است؟

(۱) صفر

(۲) 2α

(۳) 4α

(۴) 6α

۶۲- بار نقطه‌ای q در نقطه $(0, \frac{3}{4}, 0)$ قرار دارد. شار الکتریکی عبوری از سطح دایره‌ای به شعاع واحد، واقع بر صفحه $x-z$ که مرکز آن بر مبدأ مختصات قرار دارد، کدام است؟

(۱) $\frac{q}{5\epsilon_0}$

(۲) $\frac{q}{4\epsilon_0}$

(۳) $\frac{q}{3\epsilon_0}$

(۴) $\frac{q}{2\epsilon_0}$

۶۳- یک حلقه باردار به شعاع R دارای بار یکنواخت Q است. این حلقه، در صفحه xy قرار دارد و مرکز آن منطبق بر مبدأ مختصات است. پتانسیل الکتریکی در نقاط $r > R$ کدام است؟

$$\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r} \sum_{l=0}^{\infty} \left(\frac{R}{r}\right)^l P_l(\cos \theta) \quad (۱)$$

$$\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r} \sum_{l=0}^{\infty} \left(\frac{R}{r}\right)^l P_l(0) P_l(\cos \theta) \quad (۲)$$

$$\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r} \sum_{l=0}^{\infty} \sum_{m=-l}^l \left(\frac{R}{r}\right)^l Y_{lm}(\theta, \phi) \quad (۳)$$

$$\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r} \sum_{l=0}^{\infty} \sum_{m=-l}^l \left(\frac{R}{r}\right)^l P_l(0) Y_{lm}(\theta, \phi) \quad (۴)$$

۶۴- بار الکتریکی بین صفحات $x=0$ و $x=a$ با چگالی حجمی $\rho = \rho_0 \frac{x}{a}$ توزیع شده است. پتانسیل الکتریکی در نقاط $0 < x < a$ کدام است؟ (پتانسیل الکتریکی در صفحه $x=0$ برابر با صفر و در صفحه $x=a$ برابر با V_0 است.)

$$\frac{\rho_0}{3\epsilon_0 a} (a^3 - x^3) + V_0 \frac{x}{a} \quad (۱)$$

$$\frac{\rho_0}{3\epsilon_0 a} (a^3 x - x^3) + V_0 \frac{x^2}{a^2} \quad (۲)$$

$$\frac{\rho_0}{3\epsilon_0 a} (a^3 x - x^3) + V_0 \frac{x}{a} \quad (۳)$$

$$\frac{\rho_0}{3\epsilon_0 a} (a^3 - x^3) + V_0 \frac{x^2}{a^2} \quad (۴)$$

۶۵- بار الکتریکی Q به طور یکنواخت بر سطح یک قرص دایره‌ای به شعاع R توزیع شده است. قرص بر صفحه xy منطبق است و مرکز آن بر مبدأ مختصات قرار دارد. چگالی حجمی توصیف‌کننده این توزیع بار، در دستگاه مختصات استوانه‌ای کدام است؟ ($\delta(x)$ تابع دلتای دیراک و $H(x)$ تابع پله‌ای است؟)

$$\frac{Q}{\pi R^2} \delta(z) H(R - \rho) \quad (۱)$$

$$\frac{Q}{\pi R^2} \delta(z) \delta(R - \rho) \quad (۲)$$

$$\frac{Q}{\pi R^2} H(z) \delta(R - \rho) \quad (۳)$$

$$\frac{Q}{\pi R^2} H(z) H(R - \rho) \quad (۴)$$

۶۶- در یک ماده دی الکتریک، اندازه بردار جابه جایی الکتریکی، $|\vec{D}|$ ، پنج برابر اندازه بردار قطبش $|\vec{P}|$ ، است. گذردهی نسبی این ماده کدام است؟

(۱) ۵

(۲) $\frac{5}{2}$

(۳) $\frac{5}{3}$

(۴) $\frac{5}{4}$

۶۷- دو لولهٔ رسانای استوانه‌ای بلند به شعاع‌های a و b را به‌طور عمود درون مایعی با ضریب گذردهی ϵ فرد می‌بریم. لوله‌ها هم محوور هستند. وقتی این لوله‌ها در اختلاف پتانسیل V_0 قرار می‌گیرند، مایع تا ارتفاع h بین آنها بالا می‌آید. در این صورت اختلاف $\epsilon - \epsilon_0$ کدام است؟ (ρ چگالی مایع و g شتاب گرانش است).

(۱) $\frac{\rho g h (b^2 - a^2)}{V_0^2 \ln \frac{b}{a}}$

(۲) $\frac{2\pi \rho g h a b}{V_0^2} \ln \frac{b}{a}$

(۳) $\frac{\rho g h (b^2 - a^2)}{V_0^2} \ln \frac{b}{a}$

(۴) $\frac{2\pi \rho g h a b}{V_0^2 \ln \frac{b}{a}}$

۶۸- یک قرص دایره‌ای به شعاع R دارای بار الکتریکی با چگالی سطحی یکنواخت σ حول یکی از قطرهایش با سرعت زاویه‌ای $\vec{\omega}$ می‌چرخد. گشتاور مغناطیسی آن کدام است؟

(۱) $\frac{\pi}{8} \sigma R^4 \vec{\omega}$

(۲) $\frac{\pi}{4} \sigma R^4 \vec{\omega}$

(۳) $2\pi \sigma R^4 \vec{\omega}$

(۴) $\frac{\pi}{2} \sigma R^4 \vec{\omega}$

۶۹- در مرکز یک کرهٔ رسانای متصل به زمین به شعاع ۲ متر، یک دوقطبی الکتریکی با گشتاور دوقطبی $\vec{p} = 8 \times 10^{-9} \hat{k}$ برحسب کولن - متر قرار دارد. پتانسیل الکتریکی در نقطه $(0, 0, 1 \text{ m})$ چند ولت است؟ ($\epsilon_0 = \frac{10^{-9}}{36\pi} \text{ F/m}$)

(۱) ۲۹

(۲) ۳۷

(۳) ۴۶

(۴) ۶۳

۷۰- میلهٔ باریکی به طول L بر روی محور z از $z=0$ تا $z=L$ قرار دارد. بر روی این میله بار الکتریکی با چگالی خطی $\lambda = \lambda_0 \left(\frac{z}{L} - 1 \right)$ توزیع شده است. گشتاور دوقطبی الکتریکی این میله کدام است؟ (λ_0 مقدار ثابتی است).

(۱) صفر

(۲) $\frac{\lambda_0 L^2}{6} \hat{k}$

(۳) $\frac{\lambda_0 L^2}{3} \hat{k}$

(۴) $\lambda_0 L^2 \hat{k}$

۷۱- اگر Φ و ψ دو تابع اسکالر دلخواه باشند، کدام مورد درست است؟

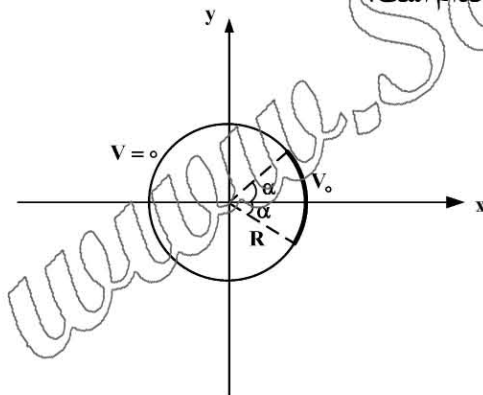
(۱) $\int_V (\Phi \nabla^2 \psi + \vec{\nabla} \Phi \cdot \vec{\nabla} \psi) dv = \oint_A \psi \vec{\nabla} \Phi \cdot \hat{n} da$

(۲) $\int_V (\Phi \nabla^2 \psi - \psi \nabla^2 \Phi) dv = \oint_A \Phi \vec{\nabla} \psi \cdot \hat{n} da$

(۳) $\int_V (\Phi \nabla^2 \psi + \vec{\nabla} \Phi \cdot \vec{\nabla} \psi) dv = \oint_A \Phi \vec{\nabla} \psi \cdot \hat{n} da$

(۴) $\int_V (\Phi \nabla^2 \psi - \psi \nabla^2 \Phi) dv = \oint_A \psi \vec{\nabla} \Phi \cdot \hat{n} da$

۷۲- پوستهٔ استوانه‌ای بسیار درازی به شعاع R هم‌محور با محور z است. بخشی از بدنهٔ این استوانه که برای آن $-\alpha < \phi < \alpha$ است در پتانسیل V_0 و بخش دیگر آن در پتانسیل صفر قرار دارد. (ϕ زاویهٔ سمتی در دستگاه مختصات استوانه‌ای است). پتانسیل الکتریکی درون این استوانه در نقطه‌ای با مختصات (ρ, ϕ, z) کدام است؟



(۱) $\frac{V_0 \alpha}{\pi} + \frac{2V_0}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \left(\frac{\rho}{R} \right)^n \sin n\alpha \cos n\phi$

(۲) $\frac{V_0 \alpha}{\pi} + \frac{2V_0}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \left(\frac{\rho}{R} \right)^n \cos n\alpha \cos n\phi$

(۳) $\frac{V_0 \alpha}{\pi} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n+1} \left(\frac{\rho}{R} \right)^n \sin n\alpha \cos n\phi$

(۴) $\frac{V_0 \alpha}{\pi} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n+1} \left(\frac{\rho}{R} \right)^n \cos n\alpha \cos n\phi$

۷۳- کره‌ای به شعاع R به مرکز مبدأ مختصات دارای چگالی بار سطحی $\sigma = \sigma_0 \cos \theta$ است که σ_0 مقدار ثابتی است و θ زاویه قطبی در دستگاه مختصات کروی است. پتانسیل الکتریکی در نقطه‌ای به فاصله r از مرکز کره برای نقاط داخل و خارج کره، $V_1 = A r \cos \theta, r < R$ و $V_2 = B r^{-2} \cos \theta, r > R$ است. ثابت‌های A و B به ترتیب، کدام‌اند؟

$$\frac{\sigma_0 R^3}{\epsilon_0} \text{ و } \frac{\sigma_0}{\epsilon_0} \quad (۱)$$

$$\frac{\sigma_0 R^3}{2\pi\epsilon_0} \text{ و } \frac{\sigma_0}{2\pi\epsilon_0} \quad (۲)$$

$$\frac{\sigma_0 R^3}{3\epsilon_0} \text{ و } \frac{\sigma_0}{3\epsilon_0} \quad (۳)$$

$$\frac{\sigma_0 R^3}{\pi\epsilon_0} \text{ و } \frac{\sigma_0}{\pi\epsilon_0} \quad (۴)$$

۷۴- حلقه جریانی به شعاع R حامل جریان پایای I است. پتانسیل اسکالر مغناطیسی در نقطه‌ای بر روی محور حلقه به فاصله R از مرکز آن کدام است؟

$$\frac{\sqrt{2}}{2} I \quad (۱)$$

$$\left(\frac{2-\sqrt{2}}{4}\right) I \quad (۲)$$

$$\left(\frac{\sqrt{2}-1}{2}\right) I \quad (۳)$$

$$\frac{\sqrt{2}}{4} I \quad (۴)$$

۷۵- در ماده‌ای با ضریب تراوایی $\mu = 2\mu_0$ چگالی شار مغناطیسی $\vec{B} = \frac{B_0}{a} x \hat{k}$ است که در آن B_0 و a مقادیر ثابتی هستند.

چگالی جریان در این ماده کدام است؟

$$\frac{2B_0}{a\mu_0} \hat{i} \quad (۱)$$

$$-\frac{2B_0}{a\mu_0} \hat{j} \quad (۲)$$

$$\frac{B_0}{2a\mu_0} \hat{i} \quad (۳)$$

$$-\frac{B_0}{2a\mu_0} \hat{j} \quad (۴)$$

ترمودینامیک و مکانیک آماری پیشرفته ۱:

۷۶- در گذار فاز از مایع به بخار در دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس و فشار ۱ اتمسفر کدام کمیت در حین گذار، پیوسته تغییر می کند؟

(۱) آنتروپی (۲) انرژی داخلی (۳) انرژی آزاد گیبس (۴) حجم ویژه

۷۷- ظرفی شامل گاز ایده آل، توسط دیواره های به دو قسمت با حجم V_1 و V_2 و دمای T_1 و T_2 و فشار P_1 و P_2 ، تقسیم شده است. اگر دیواره برداشته شود، دمای تعادل این سیستم کدام است؟

$$(1) (T_1 T_2)^{\frac{1}{2}} \quad (2) \frac{T_1 + T_2}{2} \quad (3) \frac{P_1 V_1 + P_2 V_2}{\frac{P_1 V_1}{T_1} + \frac{P_2 V_2}{T_2}} \quad (4) \frac{P_1 T_1 + P_2 T_2}{P_1 + P_2}$$

۷۸- ۱۰ گرم یخ در دمای صفر درجه سلسیوس را به ۳۰ گرم آب در دمای ۲۵ درجه سلسیوس اضافه می کنیم. دمای

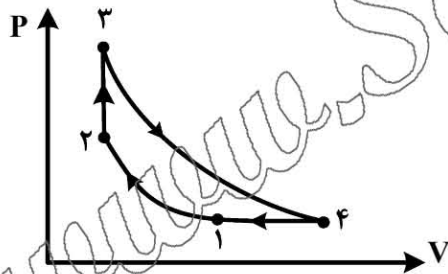
این سیستم وقتی به تعادل گرمایی برسد، چند سلسیوس است؟ (گرمای نهان ذوب یخ $L = 80 \frac{\text{cal}}{\text{gr}}$ و ظرفیت

گرمایی آب $C = 1 \frac{\text{cal}}{\text{gr}}$ است.)

(۱) -۱/۲۵ (۲) صفر (۳) ۷/۵ (۴) ۱۲/۵

۷۹- یک گاز ایده آل چرخه نشان داده شده را طی می کند. فرایندهای ۱ → ۲ و ۳ → ۴ بی دررو هستند. فرایند ۲ → ۳ هم حجم و فرایند ۴ → ۱ هم فشار هستند. اگر دمای نقطه اتم باشد، بیشترین دما کدام است؟

(۱) T_1 (۲) T_2 (۳) T_3 (۴) T_4



۸۰- یک پوسته کروی به شعاع a در دمای مطلق T قرار دارد. تابش جسم سیاه درون این پوسته را می توان مانند یک گاز ایده آل فوتونی در نظر گرفت. انرژی در واحد حجم این گاز فوتونی با توان چهارم دما متناسب است.

$u = \frac{U}{V} = \alpha T^4$. فشار این گاز فوتونی $P = \frac{1}{3} u$ است. اگر این پوسته در یک فرایند بی دررو انبساط یابد، رابطه بین

دما و شعاع پوسته چگونه است؟

$$(1) T \propto \frac{1}{a} \quad (2) T \propto \frac{1}{a^4} \quad (3) T \propto \frac{1}{a^3} \quad (4) T \propto \frac{1}{a^2}$$

۸۱- ذره‌ای دو حالت انرژی با مقادیر $-\epsilon$ و 2ϵ را می‌تواند اشغال کند. احتمال مشاهده این ذره در حالت 2ϵ در دمای T کدام است؟

$$\begin{aligned} (1) \quad 1 - e^{\frac{-2\epsilon}{k_B T}} \quad (2) \quad \left(1 + e^{\frac{+3\epsilon}{k_B T}}\right)^{-1} \\ (3) \quad 1 - e^{\frac{-3\epsilon}{k_B T}} \quad (4) \quad \left(1 + e^{\frac{+2\epsilon}{k_B T}}\right)^{-1} \end{aligned}$$

۸۲- حالت انرژی یک نوسانگر هماهنگ سه‌بعدی کوانتومی از اولین حالت برانگیخته به دومین حالت برانگیخته تغییر می‌کند. تغییر آنتروپی این سیستم کدام است؟

$$\begin{aligned} (1) \quad k_B \ln 6 \quad (2) \quad k_B \ln 2 \\ (3) \quad k_B \ln 3 \quad (4) \quad k_B \ln 2 \end{aligned}$$

۸۳- تابع پارشی یک نوسانگر هماهنگ کوانتومی یک بُعدی با سرعت زاویه‌ای ω و در دمای T کدام است؟

$$\begin{aligned} (1) \quad \left[2 \sinh\left(\frac{\hbar\omega}{2k_B T}\right)\right]^{-1} \quad (2) \quad \left[2 \cosh\left(\frac{\hbar\omega}{2k_B T}\right)\right]^{-1} \\ (3) \quad \left[2 \sinh\left(\frac{\hbar\omega}{k_B T}\right)\right]^{-1} \quad (4) \quad \left[2 \cosh\left(\frac{\hbar\omega}{k_B T}\right)\right]^{-1} \end{aligned}$$

۸۴- گازی متشکل از ذراتی به جرم m در دمای T در نظر بگیرید. اگر توزیع سرعت این ذرات از توزیع ماکسول - بولتزمن پیروی کند، مقدار میانگین کمیت $(\alpha v_x - \beta v_y)^2$ کدام است؟ α و β مقادیر ثابتی هستند. v_x و v_y مؤلفه‌های سرعت ذرات در راستای محورهای x و y هستند.

$$\begin{aligned} (1) \quad (\alpha + \beta)^2 \frac{k_B T}{m} \quad (2) \quad (\alpha - \beta)^2 \frac{k_B T}{m} \\ (3) \quad (\alpha^2 - \beta^2) \frac{k_B T}{m} \quad (4) \quad (\alpha^2 + \beta^2) \frac{k_B T}{m} \end{aligned}$$

۸۵- انرژی آزاد سیستمی به متغیر ترمودینامیکی x برابر با $F = -ax^2 + bx^6$ است، که a و b ثابت‌های مثبتی هستند. وقتی سیستم در تعادل است، مقدار x کدام است؟

$$\begin{aligned} (1) \quad \text{صفر} \quad (2) \quad \pm \left(\frac{a}{3b}\right)^{\frac{1}{4}} \\ (3) \quad \pm \left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (4) \quad \pm \left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{1}{2}} \end{aligned}$$

۸۶- انرژی داخلی سیستمی بر حسب آنتروپی S و حجم V به شکل $U = \frac{bS^2}{VN}$ می باشد. (b و N ثابت هستند). دمای این سیستم کدام است؟

$$\begin{array}{ll} \frac{2bS^2}{VN} & (1) \\ \frac{bS^2}{VN} & (2) \\ \frac{3bS^2}{2VN} & (3) \\ \frac{3bS^2}{VN} & (4) \end{array}$$

۸۷- ذره‌ای تحت پتانسیل $V(x) = V_0 x$ در ناحیه $x \geq 0$ حرکت می کند. متوسط مکان این ذره در دمای T کدام است؟ (V_0 یک ثابت است.)

$$\begin{array}{ll} \frac{k_B T}{V_0} & (1) \\ \frac{3k_B T}{2V_0} & (2) \\ \frac{2k_B T}{3V_0} & (3) \\ \frac{k_B T}{2V_0} & (4) \end{array}$$

۸۸- سیستمی در دمای T سه حالت با انرژی 0 و $+\epsilon$ و $-\epsilon$ را می تواند اشغال کند. اگر حالت با انرژی 0 تبهگن دوگانه داشته باشد و بقیه حالتها بدون تبهگنی، متوسط انرژی این سیستم کدام است؟ ($\beta = \frac{1}{k_B T}$)

$$\begin{array}{ll} -\epsilon \tanh(\beta \epsilon) & (1) \\ -\epsilon \tanh\left(\frac{\beta \epsilon}{2}\right) & (2) \\ \epsilon \tanh\left(\frac{\beta \epsilon}{2}\right) & (3) \\ \epsilon \tanh(\beta \epsilon) & (4) \end{array}$$

۸۹- اگر P فشار و u انرژی درونی در واحد حجم برای گاز فرمی باشد، نسبت $\frac{P}{u}$ در دمای صفر مطلق کدام است؟

$$\begin{array}{ll} \frac{1}{3} & (1) \\ \frac{2}{5} & (2) \\ \frac{2}{3} & (3) \\ \frac{3}{5} & (4) \end{array}$$

۹۰- در یک سیستم با انرژی درونی U و در حجم V ، آنتروپی به شکل $S = cU^{\frac{2}{3}} V^{\frac{1}{3}}$ داده شده است که c یک ثابت است. پتانسیل گیبس در این سیستم کدام است؟ (T و P ، دما و فشار این سیستم در تعادل هستند.)

$$\begin{array}{ll} \frac{3PU}{4T} & (1) \text{ صفر} \\ \frac{US}{4V} & (2) \\ \frac{U}{c} & (3) \\ \frac{3}{4} & (4) \end{array}$$

فیزیک پایه ۱، ۲ و ۳ (شامل کل کتاب فیزیک هالیدی آخرین ویرایش) و مبانی نانو تکنولوژی:

۹۱- گلوله‌ای به جرم ۳ کیلوگرم بدون سرعت اولیه از ارتفاعی رها می‌شود. مشاهده می‌کنیم که بعد از ۵ ثانیه سرعت گلوله به ۴۰ متر بر ثانیه می‌رسد. در این مدت، نیروی مقاومت هوا چند ژول کار بر روی گلوله انجام داده است. فرض

کنید مقاومت هوا در این مدت ثابت بوده است؟ $(g = 9.8 \frac{m}{s^2})$

(۱) ۵۴۰

(۲) ۶۲۰

(۳) ۱۰۸۰

(۴) ۱۲۴۰

۹۲- توان موتور یک یخچال کارنو ۲۰۰ وات است. اگر دمای اتاقک سرد ۲۷۰ کلوین و دمای هوای بیرون ۳۰۰ کلوین باشد، بیشترین انرژی گرمایی که در مدت ۱۰ دقیقه از اتاقک خارج می‌شود، چند ژول است؟

(۱) 1.2×10^6

(۲) 1.08×10^6

(۳) 1.2×10^5

(۴) 1.08×10^5

۹۳- اگر در یک گاز ایده‌آل، محتمل‌ترین تندی مولکول‌ها در دمای T_1 ، با جذر میانگین مربعی تندی مولکول‌ها در دمای T_2 برابر باشد، نسبت T_1 به T_2 کدام است؟

(۱) $\frac{1}{3}$

(۲) $\frac{2}{3}$

(۳) $\frac{3}{2}$

(۴) ۳

۹۴- گلوله کوچکی به جرم m توسط نخ به طول L از نقطه O آویزان شده است. اگر در نقطه A به گلوله سرعت افقی v_0 بدهیم، به گونه‌ای که v_0 حداقل سرعت لازم برای رسیدن گلوله به نقطه B باشد، معلوم کنید تحت چه زاویه‌ای (θ) ، سرعت

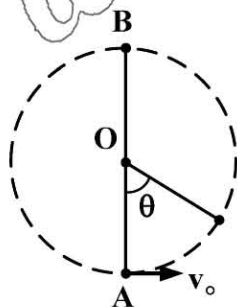
گلوله برابر با $\frac{v_0}{\sqrt{2/5}}$ خواهد بود؟

(۱) 45°

(۲) 90°

(۳) 120°

(۴) 150°



۹۵- درون کره‌ای به شعاع R ، بار الکتریکی با چگالی $\rho(r) = \rho_0 \left(\frac{3}{4} - \frac{r}{R} \right)$ توزیع شده است. ρ_0 مقدار ثابتی است و r فاصله هر نقطه تا مرکز کره است. میدان الکتریکی درون کره در نقطه‌ای به فاصله r از مرکز کره چقدر است؟

$$(1) \frac{\rho_0 r}{4\pi\epsilon_0} \left(1 - \frac{r}{R} \right)$$

$$(2) \frac{4\rho_0 r}{3\pi\epsilon_0} \left(1 - \frac{r}{R} \right)$$

$$(3) \frac{\rho_0 r}{\epsilon_0} \left(\frac{3}{4} - \frac{r}{R} \right)$$

$$(4) \frac{\rho_0 r}{4\epsilon_0} \left(1 - \frac{r}{R} \right)$$

۹۶- یک پروتون و یک ذره آلفا که در اختلاف پتانسیل‌های یکسانی شتاب داده شده‌اند، به ناحیه‌ای از فضا که میدان مغناطیسی یکنواخت وجود دارد، عمود بر خطوط میدان، وارد می‌شوند. اگر شعاع دایره‌ای که پروتون طی می‌کند، ۵ سانتی‌متر باشد، شعاع دایره‌ای که ذره آلفا طی می‌کند، چند سانتی‌متر است؟

$$(1) 5$$

$$(2) 5\sqrt{2}$$

$$(3) 10$$

$$(4) 10\sqrt{2}$$

۹۷- کدام جمله درباره مواد ابرپارامغناطیس درست است؟

(۱) از مواد پارامغناطیس تحت فشار بالا ساخته می‌شوند.

(۲) تراوایی مغناطیسی مواد ابرپارامغناطیس، نزدیک مواد فرومغناطیس است.

(۳) در زیر دمای بلوکه شدن، مانند مواد پارامغناطیس معمولی رفتار می‌کنند.

(۴) در بالای دمای بلوکه شدن، انرژی ناهمسانگردی شکلی، بر انرژی گرمایی غالب است.

۹۸- کدام مورد را، نمی‌توان با میکروسکوپ تونلی روبشی انجام داد؟

(۱) جابه‌جایی اتم‌ها

(۲) اندازه‌گیری ناهمواری‌های سطحی

(۳) مشخصه‌یابی نوع اتم‌ها

(۴) اندازه‌گیری طول پیوند

۹۹- کدام روش، برای اندازه‌گیری طیف پاشندگی فونونی مواد به کار می‌رود؟

(۱) پراکندگی پرتو X

(۲) پراش الکترون

(۳) پراش پرتو X

(۴) طیف‌سنجی الکترون اوزه

۱۰۰- کدامیک از نانوساختارهای زیر برای گرمایش سلول‌های زیستی تحت تابش پرتو با طول موج 800 nm نانومتر دارای بازدهی بیشتر هستند؟

(۱) نانوذرات نقره

(۲) نانوذرات طلا

(۳) نانومیله نقره

(۴) نانومیله‌های طلا

۱۰۱- اگر f_1 بسامد دوران الکترون در مدار اول اتم هیدروژن و f_2 بسامد دوران الکترون در مدار دوم باشد، نسبت $\frac{f_1}{f_2}$

کدام است؟

- (۱) ۱
(۲) ۲
(۳) ۴
(۴) ۸

۱۰۲- یک اتم هیدروژن گونه، در گذار الکترون از مدار $n = 2$ به مدار $n = 1$ تابشی با بسامد 2.7×10^{15} هرتز گسیل می‌کند. بسامد تابش این اتم، در گذار از مدار $n = 3$ به $n = 1$ ، چند هرتز است؟

- (۱) 1.6×10^{15}
(۲) 3.2×10^{15}
(۳) 4.3×10^{15}
(۴) 5.4×10^{15}

۱۰۳- در آزمایش الکترون را در اختلاف پتانسیل V_e و پروتون را در اختلاف پتانسیل V_p شتاب می‌دهیم. جرم الکترون

m_e و جرم پروتون m_p است. اگر طول موج دوبروی آنها یکسان باشد، نسبت $\frac{V_p}{V_e}$ کدام است؟

(فرض کنید سرعت ذرات خیلی کمتر از سرعت نور است.)

- (۱) $\frac{m_e}{m_p}$
(۲) $\sqrt{\frac{m_p}{m_e}}$
(۳) $\frac{m_p}{m_e}$
(۴) $\sqrt{\frac{m_e}{m_p}}$

۱۰۴- گشتاور مغناطیسی مداری الکترون در مدار اول اتم هیدروژن کدام است؟ e بار الکترون، h ثابت پلانک، m_e جرم الکترون است.)

- (۱) $\frac{h}{4\pi m_e}$
(۲) $\frac{m_e h}{4\pi e}$
(۳) $\frac{eh}{2\pi m_e}$
(۴) $\frac{eh}{4\pi m_e}$

۱۰۵- در آزمایش نابودی زوج الکترون - پوزیترون، دو پرتو گاما تولید می‌شود. طول موج هریک از پرتوهای گاما، چند آنگستروم است؟ (انرژی سکون الکترون و پوزیترون را $E_0 = 0.5 \text{ MeV}$ و ثابت پلانک را $h = 4.0 \times 10^{-15} \text{ eV.s}$ بگیرید.)

- (۱) ۰.۰۰۶
(۲) ۰.۰۱۲
(۳) ۰.۰۲۴
(۴) ۰.۰۴۸

۱۰۶- اگر بر سطح فلزی، نور با طول موج λ_1 بتابانیم، انرژی بیشینه فوتوالکترون‌ها برابر با K_1 و اگر نوری با طول موج λ_2 بتابانیم، انرژی بیشینه فوتوالکترون‌ها برابر با K_2 خواهد بود. ثابت پلانک برابر کدام خواهد بود؟ (c ، سرعت نور است.)

- (۱) $\frac{|\lambda_1 K_2 - \lambda_2 K_1|}{c}$
(۲) $\frac{|\lambda_1 K_1 - \lambda_2 K_2|}{c}$
(۳) $\frac{\lambda_2 - \lambda_1}{c} \frac{K_1 K_2}{K_1 - K_2}$
(۴) $\frac{K_1 - K_2}{c} \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1}$

۱۰۷- برای یک ذره آزاد غیرنسبیتی، نسبت سرعت فاز به سرعت گروه $\frac{v_p}{v_g}$ ، کدام است؟

(۲) ۱

(۱) $\frac{1}{2}$

(۴) بستگی به تکان ذره دارد.

(۳) ۲

۱۰۸- در آزمایش فوتوالکتریک، وقتی آزمایش را با نوری به طول موج λ_1 انجام می دهیم، مشاهده می کنیم که پتانسیل قطع برابر با $\frac{3}{2}$ ولت است. اگر آزمایش را با نوری به طول موج $\lambda_2 = 2\lambda_1$ انجام بدهیم، مشاهده می کنیم که پتانسیل قطع، برابر با $\frac{5}{8}$ ولت است. در این آزمایش، تابع کار فلز، چند الکترون - ولت است؟

(۲) $\frac{1}{6}$

(۱) $\frac{1}{2}$

(۴) $\frac{2}{4}$

(۳) ۲

۱۰۹- یک جسم کروی به شعاع R_1 در دمای 300 K و جسم کروی دیگری به شعاع R_2 در دمای 600 K قرار دارند. این دو جسم، رفتاری شبیه به جسم سیاه دارند. مقدار انرژی گسیل یافته در واحد زمان برای هر دو جسم، یکسان

است. نسبت شعاع کره اول به شعاع کره دوم $\left(\frac{R_1}{R_2}\right)$ ، کدام است؟

(۲) $\frac{1}{4}$

(۱) $\frac{1}{16}$

(۴) $\frac{1}{16}$

(۳) ۴

۱۱۰- طول موج تابشی مربوط به بیشترین تابش یک جسم در دمای 300 کلوین برابر با 4000 آنگستروم است. در دمای 400 کلوین، طول موج تابش بیشینه این جسم، چند آنگستروم است؟

(۲) 4000

(۱) 3000

(۴) 2000

(۳) 1000

۱۱۱- تکان ذره ای برابر با $p = \frac{3}{5} \frac{E}{c}$ است که در آن، E انرژی کل و c سرعت نور است. جرم سکون این ذره، کدام است؟

(۲) $\frac{2}{3} \frac{E}{c^2}$

(۱) $\frac{4}{5} \frac{E}{c^2}$

(۴) $\frac{1}{5} \frac{E}{c^2}$

(۳) $\frac{1}{3} \frac{E}{c^2}$

۱۱۲- یک چشمه نور در آزمایشگاه، نوری با طول موج 600 نانومتر تولید می کند. متحرکی با سرعت $v = 0.6c$ به سمت چشمه نور حرکت می کند. از دید این ناظر، طول موج نور، چند نانومتر است؟

(۲) 250

(۱) 200

(۴) 400

(۳) 300

۱۱۳- ذره ای به جرم M و انرژی E به سه ذره مشابه با جرم های یکسان m و انرژی مساوی واپاشی می کند. تکان هریک از ذرات محصول، چقدر است؟

(۲) $\frac{(M - 3m)c}{3}$

(۱) $\frac{E}{3c}$

(۴) $\frac{\sqrt{E^2 - 9m^2 c^4}}{3c}$

(۳) $\frac{\sqrt{E^2 + 3m^2 c^4}}{3c}$

۱۱۴- در آزمایشگاه، میله‌ای با محور x ، زاویه ۶۰° درجه می‌سازد. یک ناظر متحرک، با چه سرعتی (نسبت به سرعت نور) و در چه راستایی حرکت کند تا میله را نسبت به محور x ، تحت زاویه ۴۵° درجه مشاهده کند؟

(۱) $\sqrt{\frac{2}{3}}$ در جهت محور x

(۲) $\sqrt{\frac{2}{3}}$ در جهت محور y

(۳) $\sqrt{\frac{2}{3}}$ موازی با میله

(۴) هیچ ناظری نمی‌تواند میله را تحت زاویه ۴۵° درجه مشاهده کند.

۱۱۵- جسمی با جرم سکون m که با سرعت $0.8c$ حرکت می‌کند با جسم ساکنی که جرم سکون آن نیز m است، برخورد

کاملاً ناکشسان انجام می‌دهد. اگر جرم سکون جسم مرکب برابر با M باشد، نسبت $\frac{M}{m}$ کدام است؟

(۲) $\frac{2}{\sqrt{3}}$

(۴) ۲

(۱) $\frac{4}{\sqrt{3}}$

(۳) $2\sqrt{2}$