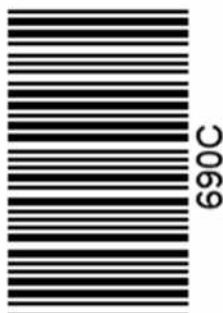


کد کنترل

0690

C



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

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

عصر جمعه
۱۴۰۲/۱۲/۰۴

دفترچه شماره ۳ از ۳

آزمون ورودی دوره‌های دکتری (نیمه‌متمرکز) – سال ۱۴۰۳

فیزیک (کد ۲۲۳۸)

مدت زمان پاسخگویی: ۱۳۵ دقیقه

تعداد سؤال: ۱۱۵

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤال‌ها

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.

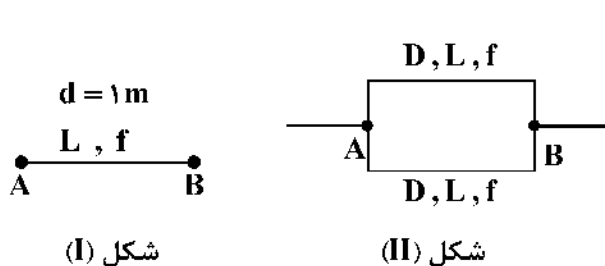
* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات جدول زیر، به منزله عدم حضور شما در جلسه آزمون است.

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 پاسخنامه‌ام را تأیید می‌نمایم.

امضا:

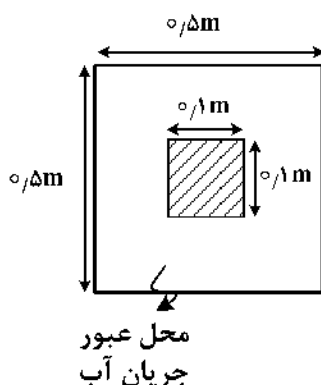
مکانیک سیالات - فیزیک عمومی:

- ۱- در شکل (I)، دبی عبوری از لوله با قطر $(d = 1\text{ m})$ ، برابر با Q است. در شکل (II)، قطر لوله‌ها، D ، چقدر باشد، تا دبی عبوری از آنها همان Q باشد؟ فرض کنید ضریب اصطکاک، f و طول لوله‌ها، 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 0.1 bar است. در صورتی که ضریب اصطکاک فانیینگ برابر با 0.005 باشد، طول کانال چند سانتی‌متر 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 اندازه‌گیری افت فشار آب در یک لوله صنعتی از لوله‌ای به اندازه $(\frac{1}{5})$ لوله واقعی استفاده می‌کنیم. اگر دبی

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

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

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

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

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

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

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

(۱) کل لوله

(۲) قسمت توسعه‌یافته

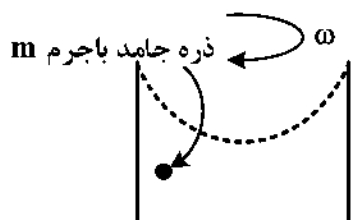
(۳) قسمت توسعه‌نیافته ابتدای لوله

(۴) هیچ‌کدام

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

نشان داده‌شده (با چگالی ρ_p) از کدام رابطه به دست می‌آید؟

(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) هیچ‌کدام

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

مغناطیسی یکنواخت با شدت ۱/۰ تسلا قرار دارد. بردار عمود بر سطح حلقه با بردار میدان مغناطیسی، زاویه 30°

می‌سازد. اندازه گشتاور نیروی مغناطیسی وارد بر این حلقه چند نیوتن‌متر 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.)

$$(1) \quad 3/2 \times 10^{-19} \quad (2) \quad 1/6 \times 10^{-19}$$

$$(3) \quad 0/8 \times 10^{-19} \quad (4) \quad \text{صفر}$$

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؟

$$(1) \quad 5\sqrt{10} \quad (2) \quad 10\sqrt{5}$$

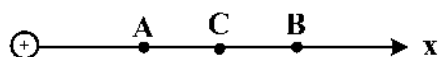
$$(3) \quad 25 \quad (4) \quad 50$$

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؟

$$(1) \quad 1 \quad (2) \quad 2$$

$$(3) \quad 3 \quad (4) \quad 4$$

۱۰- یک بار نقطه‌ای مثبت در مبدأ 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؟



$$(1) \quad 16$$

$$(2) \quad 16\sqrt{2}$$

$$(3) \quad 25$$

$$(4) \quad 25\sqrt{2}$$

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.)

$$(1) \quad 5 \text{ نیوتون تحت زاویه } 30^\circ \text{ نسبت به راستای افقی} \quad (2) \quad 5 \text{ نیوتون تحت زاویه } 60^\circ \text{ نسبت به راستای افقی}$$

$$(3) \quad \frac{10}{\sqrt{3}} \text{ نیوتون تحت زاویه } 30^\circ \text{ نسبت به راستای افقی} \quad (4) \quad \frac{10}{\sqrt{3}} \text{ نیوتون تحت زاویه } 60^\circ \text{ نسبت به راستای افقی}$$

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؟

$$(1) \quad \frac{4v_0^2}{4g} \quad (2) \quad \frac{v_0^2}{2g}$$

$$(3) \quad \frac{v_0^2}{4g} \quad (4) \quad \frac{2v_0^2}{g}$$

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؟

$$(1) \quad x = y^2 - 1 \quad (2) \quad x^2 = 4 - 4y$$

$$(3) \quad y = 1 - 4x^2 \quad (4) \quad y = 2x^2 - 4$$

- ۱۴- گلوله‌ای به حرم 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) 0.4 (۲) 0.6

(۳) 0.8 (۴) 1.2

فیزیک دریا و تئوری امواج جزر و مد:

- ۱۶- کدام موارد، در ایجاد گردش ترموهاالاین، 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 سرتاسر یک حوضه اقیانوسی می‌وزد. اگر در عرض جغرافیایی 45° درجه، عمق

لایه اکمن ۱۰۰ متر باشد، در عرض جغرافیایی 30° 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 $2000 km$ 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 لایه‌بندی قوی چگالی
 - (۳) وجود نیروی خارجی همچون باد
 - (۴) وجود تغییرات توپوگرافی منطقه
- ۲۴- کدام اعداد بی‌بعدی، 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 می‌افتد؟
- (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 تحت‌تأثیر هیچ پارامتری نیست.
- ۲۷- نقاط آمفیدرومیک اجزای نیمروزانه جزرومد در خلیج فارس، در کدام محل یا محل‌ها 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 نمی‌شود.
- ۲۹- در طول سال، حدوداً به اندازه مساحت خلیج فارس ضربدر چند متر، از آب خلیج فارس تبخیر می‌شود؟
- (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 تنگه‌های دریایی

- ۳۱- کدام مورد در خصوص امواج کلوین در اقیانوس‌ها درست است؟ (Kelvin Waves)
- (۱) امواج کوچکی هستند که بر روی سطح آب دیده می‌شوند و در کل اقیانوس‌های کره زمین دیده می‌شوند.
 - (۲) امواج کلوین با دمای صفر کلوین رابطه خطی دارند و با بالارفتن دمای آب انرژی بیشتری ذخیره می‌کنند.
 - (۳) امواج ناشی از نیروی کوریولیس هستند که در برخی مناطق و در اندازه‌های مختلف در نیمکره شمالی به چپ و در نیمکره جنوبی به راست انتشار می‌یابند.
 - (۴) امواج بلندی هستند که از برهم‌کنش نیروی کوریولیس با مرز توپوگرافی خط ساحلی در نیمکره شمالی به سمت راست و در نیمکره جنوبی به سمت چپ خط ساحلی پخش می‌شوند.
- ۳۲- در کدام یک از امواج زیر، توزیع فشار، غیریهدرواستاتیک 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 می‌گیرند؟
- (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 لبه‌ای (Edge wave)
 - (۳) خیزاب طوفان (Storm Surge)
 - (۴) خیزاب واکنشی (Seiche Surge)
- ۳۵- در صورت باریک بودن طیف موج، کدام یک از توزیع‌های 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 غیرماندگار (Unsteady) به ماندگار (Steady) تبدیل می‌کند؟
- (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 آب‌های عمیق است؟
- (۱) عمق آب
 - (۲) توپوگرافی بستر
 - (۳) گرانش زمین
 - (۴) فرکانس زاویه‌ای
- ۳۸- کدام پدیده زیر، تأثیر کمی بر نیروی کوریولیس دارد؟
- (۱) امواج ناشی از باد
 - (۲) امواج کلوین
 - (۳) امواج جزرومد
 - (۴) امواج راسبی
- ۳۹- نسبت سرعت گروه C_g به سرعت فاز (C) در امواج آب‌های 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 می‌شوند.
 - (۳) در مرز لایه‌های آب با چگالی‌های متفاوت منتشر می‌شوند.
 - (۴) توفان، تنش باد، زمین‌لرزه یا عبور زیر دریایی، می‌تواند موج درونی ایجاد کند.

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

- (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 می‌شود. 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 می‌کند. 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 $H = i(AB - BA)$ مفروض‌اند. 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) F ، G و H

۴۸- کدام یک از ماتریس‌های داده شده، با هیچ ماتریس یکانی قطری نمی‌شود؟

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

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

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

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

۴۹- ماتریس تبدیل یکانی که پایه‌های $|S_x, \pm\rangle$ را به پایه‌های $|S_x, \pm\rangle$ تبدیل می‌کند، کدام است؟

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

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

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

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

۵۰- اگر a و a^\dagger عملگرهای پایین آورنده و بالابرنده 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 بالابرنده باشند، و $|\alpha\rangle$ یک حالت کوانتومی نوسانگر کوانتومی با خاصیت

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

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

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

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

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

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؟

$$\frac{-mV_0}{\hbar} \quad (۱)$$

$$\frac{-mV_0^2}{\hbar^2} \quad (۲)$$

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

$$\frac{-mV_0}{2\hbar} \quad (۴)$$

۵۳- عملگر هامیلتونی یک سیستم دوحالته 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 کدام‌اند؟

$$\pm \sqrt{2}a \quad (۱)$$

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

$$\pm \frac{\sqrt{2}}{2}a \quad (۳)$$

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

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؟

$$\hbar\omega\left(n + \frac{1}{2}\right) - \frac{Q^2 E^2}{2M\omega^2} \quad (۲) \quad \hbar\omega\left(n + \frac{1}{2}\right) - QE \quad (۱)$$

$$\hbar\omega\left(n + \frac{1}{2}\right) + \frac{Q^2 E^2}{2M\omega^2} \quad (۴) \quad \hbar\omega\left(n + \frac{1}{2}\right) + QE \quad (۳)$$

۵۵- اگر s_x, s_y, 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؟

$$\frac{1}{2} \quad (۱)$$

$$\frac{2}{3} \quad (۲)$$

$$\frac{3}{4} \quad (۳)$$

$$\frac{1}{4} \quad (۴)$$

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؟

$$۴ \quad (۱)$$

$$\frac{1}{2} \quad (۲)$$

$$\frac{1}{4} \quad (۳)$$

$$\text{صفر} \quad (۴)$$

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.)

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

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

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

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

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

$$i\hbar J_x J_z \quad (۱)$$

$$i\hbar J_z J_x \quad (۲)$$

$$-i\hbar J_x J_z \quad (۳)$$

$$\text{صفر} \quad (۴)$$

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

$$\psi(\theta, \phi) = \frac{2}{\sqrt{6}} Y_{1,-1}(\theta, \phi) + \frac{1}{\sqrt{3}} Y_{1,-2}(\theta, \phi)$$

زاویه میان بردار تکانه زاویه‌ای و محور z چقدر است؟

(۱) 30°

(۲) 60°

(۳) 120°

(۴) 150°

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 حلقهٔ بارددار به شعاع R دارای بار یکنواخت Q است. این حلقه، در صفحهٔ 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 صفحهٔ $x=0$ برابر با صفر و در صفحهٔ $x=a$ برابر با V_0 است.)

$$\frac{\rho_0}{4\epsilon_0 a} (a^2 - x^2) + V_0 \frac{x}{a} \quad (۱)$$

$$\frac{\rho_0}{4\epsilon_0 a} (a^2 x - x^2) + V_0 \frac{x^2}{a^2} \quad (۲)$$

$$\frac{\rho_0}{4\epsilon_0 a} (a^2 x - x^2) + V_0 \frac{x}{a} \quad (۳)$$

$$\frac{\rho_0}{4\epsilon_0 a} (a^2 - x^2) + V_0 \frac{x^2}{a^2} \quad (۴)$$

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

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

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

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

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

۶۶- در یک ماده دی‌الکتریک، اندازه بردار جابه‌جایی 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 محور 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) $\frac{\pi}{8} \sigma R^2 \vec{\omega}$

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

(۳) $2\pi \sigma R^2 \vec{\omega}$

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

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

$$\lambda = \lambda_0 \left(\frac{z}{L} - 1 \right) \quad \text{توزیع شده است. گشتاور دوقطبی الکتریکی این میله کدام است؟} \quad (\lambda_0 \text{ مقدار ثابتی است.})$$

(۱) صفر

$$\frac{\lambda_0 L^2}{\epsilon} \hat{k} \quad (۲)$$

$$\frac{\lambda_0 L^2}{3} \hat{k} \quad (۳)$$

$$\lambda_0 L^2 \hat{k} \quad (۴)$$

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

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

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

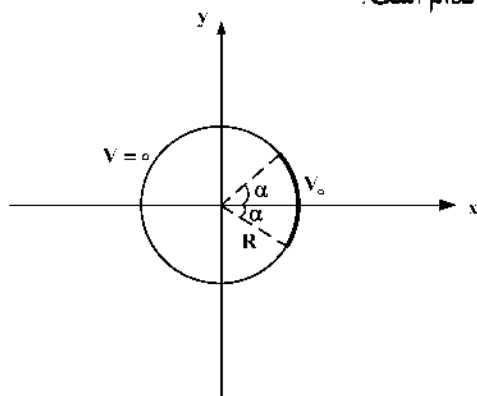
$$\int_V (\Phi \nabla^2 \psi + \vec{\nabla} \Phi \cdot \vec{\nabla} \psi) dv = \oint_A \Phi \vec{\nabla} \psi \cdot \hat{n} da \quad (۳)$$

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

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؟



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

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

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

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

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 100° درجه سلسیوس و فشار ۱ اتمسفر کدام کمیت در حین گذار، پیوسته تغییر می‌کند؟

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

۷۷- ظرفی شامل گاز ایده‌آل، توسط دیواره‌ای 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؟

$$(1) (T_1 T_2)^{\frac{1}{2}} \quad (2) \frac{T_1 + T_2}{2}$$

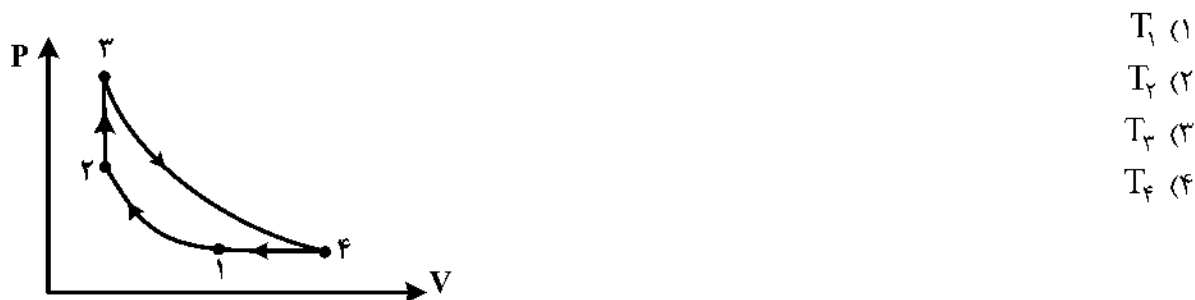
$$(3) \frac{P_1 V_1 + P_2 V_2}{\frac{P_1 V_1}{T_1} + \frac{P_2 V_2}{T_2}} \quad (4) \frac{P_1 T_1 + P_2 T_2}{P_1 + P_2}$$

۷۸- 10° گرم یخ در دمای صفر درجه سلسیوس را به 30° گرم آب در دمای 25° درجه سلسیوس اضافه می‌کنیم. 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.)

$$(1) -1/25 \quad (2) \text{ صفر}$$

$$(3) 7/5 \quad (4) 12/5$$

۷۹- یک گاز ایده‌آل چرخه نشان داده شده را طی می‌کند. فرایندهای $1 \rightarrow 2$ و $3 \rightarrow 4$ بی‌دررو هستند. فرایند $2 \rightarrow 3$ هم حجم و فرایند $1 \rightarrow 4$ ، هم فشار هستند. اگر T_1 دمای نقطه ۱ باشد، بیشترین دما کدام است؟



۸۰- یک پوسته کروی به شعاع a در دمای مطلق T قرار دارد. تابش جسم سیاه درون این پوسته را می‌توان مانند یک گاز ایده‌آل 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 بی‌دررو انبساط یابد، رابطه بین دما و شعاع پوسته چگونه است؟

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

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

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

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

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

$$\begin{array}{ll} (1) & k_B \ln 6 \\ (2) & k_B \ln 6 \\ (3) & k_B \ln 2 \\ (4) & k_B \ln 2 \end{array}$$

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

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

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.

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

۸۵- انرژی آزاد سیستمی به متغیر ترمودینامیکی x برابر با $F = -ax^2 + bx^3$ است، که a و b ثابت‌های مثبتی هستند. وقتی سیستم در تعادل است، مقدار x کدام است؟

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

- ۸۶- انرژی داخلی سیستمی برحسب آنتروپی S و حجم V به شکل $U = \frac{bS^{\frac{3}{2}}}{VN}$ می‌باشد. (b و N ثابت هستند.) دمای این سیستم کدام است؟

$$(1) \quad \frac{2bS^{\frac{3}{2}}}{VN} \quad (2) \quad \frac{bS^{\frac{3}{2}}}{VN}$$

$$(3) \quad \frac{2bS^{\frac{3}{2}}}{2VN} \quad (4) \quad \frac{2bS^{\frac{3}{2}}}{VN}$$

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

$$(1) \quad \frac{k_B T}{V_0} \quad (2) \quad \frac{3k_B T}{2V_0}$$

$$(3) \quad \frac{2k_B T}{3V_0} \quad (4) \quad \frac{(k_B T)}{2V_0}$$

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

$$(1) \quad -\varepsilon \tanh(\beta\varepsilon) \quad (2) \quad -\varepsilon \tanh\left(\frac{\beta\varepsilon}{2}\right)$$

$$(3) \quad \varepsilon \tanh\left(\frac{\beta\varepsilon}{2}\right) \quad (4) \quad \varepsilon \tanh(\beta\varepsilon)$$

- 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؟

$$(1) \quad \frac{1}{3} \quad (2) \quad \frac{2}{5}$$

$$(3) \quad \frac{2}{3} \quad (4) \quad \frac{3}{5}$$

- 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؟ (P و T ، دما و فشار این سیستم در تعادل هستند.)

$$(1) \quad \text{صفر} \quad (2) \quad \frac{3PU}{4T}$$

$$(3) \quad c \frac{U}{3} \quad (4) \quad \frac{US}{4V}$$

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، بیشینه انرژی گرمایی که در مدت ۱۰ دقیقه از اتاقک خارج می‌شود، چند ژول است؟

(۱) $1/2 \times 10^6$

(۲) $1/8 \times 10^6$

(۳) $1/2 \times 10^5$

(۴) $1/8 \times 10^5$

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

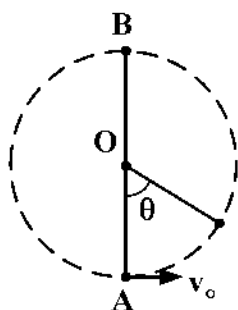
گلوله برابر با $\frac{v_0}{\sqrt{2/5}}$ خواهد بود؟

(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 فوتونی مواد به کار می‌رود؟

(۱) پراکندگی پرتو X

(۲) پراش الکترون

(۳) پراش پرتو X

(۴) طیف‌سنجی الکترون اوزه

- ۱۰۰- کدام یک از نانو ساختارهای زیر برای گرمایش سلول‌های زیستی تحت تابش پرتو با طول موج 808 نانومتر دارای بازدهی بیشتر هستند؟

(۱) نانوذرات نقره

(۲) نانوذرات طلا

(۳) نانومیله نقره

(۴) نانومیله‌های طلا

فیزیک مدرن:

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 $2/7 \times 10^{15}$ هرتز گسیل می‌کند. بسامد تابش این اتم، در گذار از مدار $n = 3$ به $n = 1$ ، چند هرتز است؟

- (۱) $1/6 \times 10^{15}$
(۲) $3/2 \times 10^{15}$
(۳) $4/3 \times 10^{15}$
(۴) $5/4 \times 10^{15}$

۱۰۳- در آزمایشی، 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) 0.06
(۲) 0.12
(۳) 0.24
(۴) 0.48

۱۰۶- اگر بر سطح فلزی، نور با طول موج λ_1 بتابانیم، انرژی پیشینه فوتوالکترون‌ها برابر با K_1 و اگر نوری با طول موج λ_2 بتابانیم،

انرژی پیشینه 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 تکانه ذره دارد.

(۳) ۲

۱۰۸- در آزمایش فوتوالکتریک، وقتی آزمایش را با نوری به طول موج λ_1 انجام می‌دهیم، مشاهده می‌کنیم 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 می‌کنیم 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) ۱۶

(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- تکانه ذره‌ای 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 می‌کند. متحرکی با سرعت $v = \frac{5}{6}c$ به سمت چشمه نور حرکت می‌کند. از دید این ناظر، طول موج نور، چند نانومتر است؟

(۲) ۲۵۰

(۱) ۲۰۰

(۴) ۴۰۰

(۳) ۳۰۰

۱۱۳- ذره‌ای به جرم M و انرژی E به سه ذره مشابه با جرم‌های یکسان m و انرژی مساوی واپاشی می‌کند. تکانه هریک از ذرات محصول، چقدر است؟

 (۲) $\frac{(M-3m)c}{3}$

 (۱) $\frac{E}{3c}$

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

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

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؟

$$(۱) \quad \sqrt{\frac{۲}{۳}} \text{ در جهت محور } x$$

$$(۲) \quad \sqrt{\frac{۲}{۳}} \text{ در جهت محور } y$$

$$(۳) \quad \sqrt{\frac{۲}{۳}} \text{ موازی با میله}$$

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

۱۱۵- جسمی با جرم سکون m که با سرعت $۰/۸c$ 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؟

$$(۲) \quad \frac{۲}{\sqrt{۳}}$$

$$(۴) \quad ۲$$

$$(۱) \quad \frac{۴}{\sqrt{۳}}$$

$$(۳) \quad ۲\sqrt{۲}$$