www.konkur.in

کد کنترل
690
C

690C

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) ـ سال ۱۴۰۳

فیزیک (کد ۲۲۳۸)

تعداد سؤال: ۱۱۵ — مدت‌زمان پاسخگویی: ۱۳۵ دقیقه

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤال‌ها

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	مکانیک سیالات ـ 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 الکترودینامیک	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 نانوتکنولوژی	۱۰	۹۱	۱۰۰
۷	فیزیک مدرن	۱۵	۱۰۱	۱۱۵

استفاده از ماشین‌حساب مجاز نیست.

این آزمون، نمره منفی دارد.

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 می‌باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

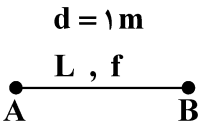
* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات جدول زیر، به‌منزله عدم حضور شما در جلسه آزمون است.

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 درج‌شده بر روی دفترچه سؤال‌ها و پایین پاسخنامه‌ام را تأیید می‌نمایم.

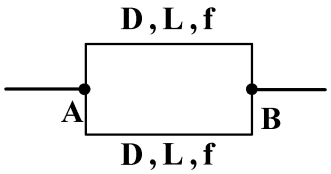
امضا:

مکانیک سیالات ـ فیزیک عمومی:

۱- در شکل (I)، دبی عبوری از لوله با قطر $(d = ۱\,m)$، 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؟



شکل (I)



شکل (II)

۱) $\sqrt{۲}$

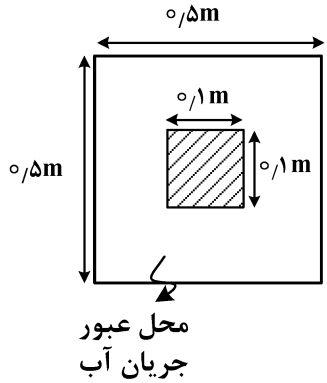
۲) $\frac{۱}{\sqrt{۲}}$

۳) $۲^{-(\frac{۲}{۵})}$

۴) $۲^{-(\frac{۵}{۲})}$

۲- افت فشار جریان آب عبوری از کانال زیر که با سرعت $۱۰\frac{m}{s}$ در حال حرکت است، برابر با $۰/۰۱\,bar$ است. درصورتی‌که ضریب اصطکاک فانینگ برابر با $۰/۰۰۵$ باشد، طول کانال چند سانتی‌متر است؟

(چگالی آب $۱۰۰۰\frac{kg}{m^۳}$ و شتاب ثقل $۱۰\frac{m}{s^۲}$ است.)



۱) ۰/۴

۲) ۱/۶

۳) ۱۶

۴) ۴۰

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۳- برای اندازه‌گیری افت فشار آب در یک لوله صنعتی از لوله‌ای به اندازهٔ $(\frac{۱}{۵})$ لوله واقعی استفاده می‌کنیم. اگر دبی حجمی آب در لوله واقعی $(Q_p = ۵\frac{m^۳}{s})$ و مقدار افت فشار اندازه‌گیری‌شده در لوله مدل $(\Delta p_m = ۱۰\,kP)$ باشد، به‌ترتیب مقدار دبی حجمی آب در لوله مدل و افت فشار در لوله واقعی چقدر است؟

۱) $\Delta p_p = ۲۵۰\,kP\ ,\ Q_m = ۱\frac{m^۳}{s}$

۲) $\Delta p_p = ۲۵\,kP\ ,\ Q_m = ۲/۵\frac{m^۳}{s}$

۳) $\Delta p_p = ۵۰\,kP\ ,\ Q_m = ۵\frac{m^۳}{s}$

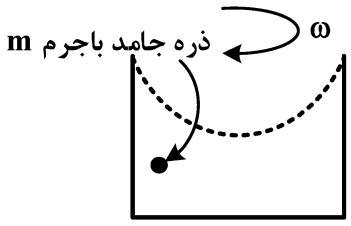
۴) $\Delta p_p = ۱۰۰\,kP\ ,\ Q_m = ۲۵\frac{m^۳}{s}$

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 نشان‌داده‌شده (با چگالی ρ_p) از کدام رابطه به‌دست می‌آید؟

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



۱) $\omega\sqrt{\frac{۲r(\rho_p - \rho)m}{A_p\rho_p C_D\rho}}$

۲) $\sqrt{\frac{۲g(\rho_p - \rho)m}{A_p\rho_p C_D\rho}}$

۳) $\sqrt{\frac{(r\omega^۲ + g)(\rho_p - \rho)m}{A_p\rho_p C_D\rho}}$

۴) هیچ‌کدام

۶- حلقهٔ جریانی به مساحت ۲۰۰ سانتی‌مترمربع حامل جریان ۱۰ آمپر است. این حلقهٔ جریان، در یک میدان مغناطیسی یکنواخت با شدت ۰/۱ تسلا قرار دارد. بردار عمود بر سطح حلقه با بردار میدان مغناطیسی، زاویهٔ ۳۰° می‌سازد. اندازه گشتاور نیروی مغناطیسی وارد بر این حلقه چند نیوتن‌متر است؟

۱) ۰/۰۱
۲) ۰/۰۲
۳) ۰/۱
۴) ۰/۲

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۷- در ناحیه‌ای از فضا میدان الکتریکی $\vec{E} = \hat{i} + ۴\hat{j}$ برحسب ولت بر متر برقرار شده است. برای انتقال یک پوزیترون از مکان $\vec{r}_۱ = -\hat{i} + ۲\hat{j}$ به مکان $\vec{r}_۲ = ۳\hat{i} + \hat{j}$ در این ناحیه از فضا، چند ژول کار باید انجام بدهیم؟ (فواصل برحسب متر هستند.)

۱) $۳/۲ \times ۱۰^{-۱۹}$ ۲) $۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}$

۳) $۰/۸ \times ۱۰^{-۱۹}$ ۴) 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؟

۱) $۵\sqrt{۱۰}$ ۲) $۱۰\sqrt{۵}$

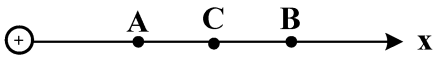
۳) ۲۵ ۴) ۵۰

۹- در ناحیه‌ای از فضا میدان مغناطیسی یکنواخت با شدت یک تسلا وجود دارد. در این ناحیه، پروتونی را با تکانهٔ $۳/۲ \times ۱۰^{-۲۱}$ کیلوگرم‌متر بر ثانیه، عمود بر خطوط میدان، پرتاب می‌کنیم. شعاع دایره‌ای که پروتون طی می‌کند چند سانتی‌متر است؟

۱) ۱ ۲) ۲

۳) ۳ ۴) ۴

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



۱) ۱۶

۲) $۱۶\sqrt{۲}$

۳) ۲۵

۴) $۲۵\sqrt{۲}$

۱۱- جسمی به جرم یک کیلوگرم بر روی سطح افقی قرار دارد. ضریب اصطکاک بین جسم و سطح، برابر با $\frac{۱}{\sqrt{۳}}$ است. اندازه و جهت کمترین نیروی لازم برای به حرکت درآوردن جسم، کدام است؟ (شتاب جاذبه زمین را $g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}$ بگیرید.)

۱) ۵ نیوتون تحت زاویهٔ ۳۰° نسبت به راستای افقی

۲) ۵ نیوتون تحت زاویهٔ ۶۰° نسبت به راستای افقی

۳) $\frac{۱۰}{\sqrt{۳}}$ نیوتون تحت زاویهٔ ۳۰° نسبت به راستای افقی

۴) $\frac{۱۰}{\sqrt{۳}}$ نیوتون تحت زاویهٔ ۶۰° نسبت به راستای افقی

۱۲- گلوله‌ای را با سرعت اولیه $v_۰$ به‌طور عمود از سطح زمین به بالا پرتاب می‌کنیم. در چه ارتفاعی انرژی جنبشی و پتانسیل آن برابرند؟

۱) $\frac{۴v_۰^۲}{۴g}$ ۲) $\frac{v_۰^۲}{۲g}$

۳) $\frac{v_۰^۲}{۴g}$ ۴) $\frac{۲v_۰^۲}{g}$

۱۳- بردار مکان ذره‌ای برحسب زمان به شکل $\vec{r} = ۲t\hat{i} - (t^۲ - ۱)\hat{j}$ است. معادلهٔ مسیر حرکت این ذره کدام است؟

۱) $x = y^۲ - ۱$ ۲) $x^۲ = ۴ - ۴y$

۳) $y = ۱ - ۴x^۲$ ۴) $y = ۲x^۲ - ۴$

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

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 تکانهٔ ذره وقتی که یک چهارم مسیر دایره را طی می‌کند، چند کیلوگرم متر بر ثانیه است؟

۱) صفر ۲) $\sqrt{۲}$

۳) ۲ ۴) $۲\sqrt{۲}$

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 شده‌باشد، 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 ترموهالاین، 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 $۱۰\frac{m}{s}$ در سرتاسر 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) $۵۰\sqrt[۴]{۲}$ ۲) $۱۰۰\sqrt[۴]{۲}$

۳) $۱۰۰\sqrt{۲}$ ۴) $۵۰\sqrt{۲}$

۱۸- در نقطه‌ای از اقیانوس اطلس که فاصله آن تا سواحل آمریکا (در غرب اقیانوس) حدود $۲۰۰km$ 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 $g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$ و پارامتر کوریولیس را در این ناحیه $f = ۱۰^{-۴}\ s^{-۱}$ درنظر بگیرید.)

۱) یک ـ شمال ۲) دو ـ شمال ۳) دو ـ غرب ۴) یک ـ 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.

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۲۲- **دلیل شوری کمترِ 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

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۳۱- **کدام مورد درخصوص امواج کلوین در اقیانوس‌ها درست است؟ (Kelvin Waves)**

۱) امواج کوچکی هستند که بر روی سطح آب دیده می‌شوند و در کل اقیانوس‌های کره‌زمین 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 نیمکره‌شمالی 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 نیمکره‌شمالی به سمت راست و در نیمکره جنوبی به سمت چپ خط ساحلی پخش می‌شوند.

۳۲- **در کدام‌یک 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، به‌ترتیب، جزو کدام دسته از امواج قرار می‌گیرند؟**

۱) بلند ـ کوتاه ۲) کوتاه ـ بلند ۳) بلند ـ بلند ۴) کوتاه ـ کوتاه

۳۴- **فرمول کلدنیگ (Colding)، برای محاسبه کدام‌یک از امواج زیر، کاربرد دارد؟**

۱) سونامی (Tsunami) ۲) موج لبه‌ای (Edge wave)

۳) خیزاب طوفان (Storm Surge) ۴) خیزاب واکنشی (Seiche Surge)

۳۵- **درصورت باریک بودن طیف موج، کدام‌یک از توزیع‌های احتمالی زیر، به ارتفاع موج قابل کاربرد است؟**

۱) ریلی ۲) گامبل ۳) فرشه ۴) لگ ـ نرمال

۳۶- **کدام فرض زیر، نظریه تابع جریان Dean را از حالت غیرماندگار (Unsteady) به ماندگار (Steady) تبدیل می‌کند؟**

۱) ثابت برنولی، معادل صفر درنظر گرفته نشود.

۲) تابع جریان، به جای تابع پتانسیل درنظر 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- **کدام‌یک، 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، تنش‌باد، زمین‌لرزه یا عبور زیردریایی، می‌تواند موج درونی ایجاد کند.

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

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 برثانیه خواهد بود؟ (شتاب جاذبه زمین را $g = ۱۰ \frac{m}{s^{-۲}}$ درنظر بگیرید.)

۱) ۴۰ ۲) ۲۰ ۳) ۱۵ ۴) ۱۰

۴۴- با استفاده از روش قطع خط صفر، ارتفاع ۱۲ موج برحسب متر به‌ترتیب 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) $۱-a\frac{d}{dx}$

۲) $\exp\left(a\frac{d}{dx}\right)$

۳) $۱+a\frac{d}{dx}$

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) F و G

۲) G و H

۳) F و H

۴) F، G و H

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۴۸- کدام‌یک از ماتریس‌های داده‌شده، با هیچ ماتریس یکانی قطری نمی‌شود؟

۱) $\begin{pmatrix} ۰ & ۱ \\ ۱ & ۰ \end{pmatrix}$

۲) $\begin{pmatrix} ۱ & ۱ \\ ۱ & ۰ \end{pmatrix}$

۳) $\begin{pmatrix} ۰ & i \\ -i & ۰ \end{pmatrix}$

۴) $\begin{pmatrix} ۰ & ۱ \\ ۰ & ۰ \end{pmatrix}$

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

۱) $\frac{۱}{\sqrt{۲}}\begin{pmatrix} -۱ & ۱ \\ ۱ & -۱ \end{pmatrix}$

۲) $\frac{۱}{\sqrt{۲}}\begin{pmatrix} ۱ & ۱ \\ i & i \end{pmatrix}$

۳) $\frac{۱}{\sqrt{۲}}\begin{pmatrix} ۱ & ۱ \\ ۱ & -۱ \end{pmatrix}$

۴) $\frac{۱}{\sqrt{۲}}\begin{pmatrix} ۱ & ۱ \\ -i & i \end{pmatrix}$

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

۱) $a^\dagger a$

۲) $e^{-i\omega t}\, a^\dagger a$

۳) $a\, a^\dagger$

۴) $e^{+i\omega t}\, a\, a^\dagger$

۵۱- اگر A و $A^\dagger$ عملگرهای پایین‌آورنده و بالابرنده باشند، و $\left|\alpha\right\rangle$ یک حالت کوانتومی نوسانگر کوانتومی با خاصیت $A\left|\alpha\right\rangle = \alpha\left|\alpha\right\rangle$ باشد، مقدار $\left\langle\alpha\right| e^{\alpha^* A}\ e^{\alpha A^\dagger}\left|\alpha\right\rangle$ برابر با کدام مورد است؟

۱) $e^{\frac{|\alpha|^۲}{۲}}$

۲) $e^{۲|\alpha|^۲}$

۳) $e^{۳|\alpha|^۲}$

۴) $e^{\alpha^۲+\alpha^{*۲}}$

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

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؟

۱) $\frac{-mV_0}{\hbar}$

۲) $\frac{-mV_0^2}{\hbar^2}$

۳) $\frac{-mV_0^2}{2\hbar^2}$

۴) $\frac{-mV_0^2}{2\hbar}$

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

۱) $\pm\sqrt{2}\,a$

۲) $+\sqrt{2}\,a$ (دو حالت تبهگن)

۳) $\pm\frac{\sqrt{2}}{2}a$

۴) $+\frac{\sqrt{2}}{2}a$ (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؟

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

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

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

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

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 ام عملگر اسپین در لحظهٔ t، $s_z(t)$، کدام است؟

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

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

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

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

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۵۶- حالت ذره‌ای با اسپین $\frac{۱}{۲}$ به شکل $|\psi\rangle=|\alpha\rangle-|\beta\rangle$ توصیف شده است، که در آن $|\alpha\rangle=|\uparrow\rangle$ و $|\beta\rangle=\frac{۱-i}{۲}|\uparrow\rangle+\frac{۱}{\sqrt{۲}}|\downarrow\rangle$. احتمال این‌که ذره در حالت $|\uparrow\rangle$ باشد، کدام است؟

۱) $\frac{۱}{۲}$

۲) $\frac{۲}{۳}$

۳) $\frac{۳}{۴}$

۴) $\frac{۱}{۴}$

۵۷- الکترونی در حالت اسپینی $A\begin{pmatrix}۱-۲i\\ ۲\end{pmatrix}$ قرار دارد که A مقدار ثابتی است. نسبت مقدار چشم‌داشتی $\hat{S}_z$ به مقدار چشم‌داشتی $\hat{S}_x$ چقدر است؟

۱) ۴

۲) $\frac{۱}{۲}$

۳) $\frac{۱}{۴}$

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 $t=۰$ اسپینور الکترون به صورت $\chi(t=۰)=\sin\frac{\theta}{۲}|+\rangle+e^{i\phi}\cos\frac{\theta}{۲}|-\rangle$ باشد، $\chi(t)$ کدام است؟ (ω فرکانس حرکت تقدیمی اسپین حول میدان مغناطیسی است.)

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

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

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

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

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

۱) $i\hbar J_xJ_z$

۲) $i\hbar J_zJ_x$

۳) $-i\hbar J_xJ_z$

۴) صفر

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

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

$\phi(\theta,\phi)=\frac{۲}{\sqrt{۶}}Y_{۳,-۳}(\theta,\phi)+\frac{۱}{\sqrt{۳}}Y_{۳,-۲}(\theta,\phi)$، اگر با اندازه‌گیری L_Z مقدار $-۳\hbar$ حاصل شود، در این حالت زاویه میان‌بردار تکانهٔ زاویه‌ای و محور z چقدر است؟

۱) ۳۰°

۲) ۶۰°

۳) ۱۲۰°

۴) ۱۵۰°

الکترومغناطیس و الکترودینامیک:

۶۱- اگر $\vec{r}=x\hat{i}+y\hat{j}+z\hat{k}$ بردار مکان نقطهٔ (x,y,z) و $r=|\vec{r}|$ و حاصل انتگرال حجمی $\int_V r^۳\,dv$ درون حجم V برابر با α باشد، حاصل انتگرال سطحی $\oint_A r^۳\vec{r}.\hat{n}\,da$ کدام است؟ A سطح بسته‌ای است که حجم V را در برگرفته و $\hat{n}$ بردار واحد عمود بر سطح A در هر نقطه روی سطح است؟

۱) صفر

۲) ۲α

۳) ۴α

۴) ۶α

۶۲- بار نقطه‌ای q در نقطهٔ $(۰,\frac{۳}{۴},۰)$ قرار دارد. شار الکتریکی عبوری از سطح دایره‌ای به شعاع واحد، واقع بر صفحهٔ $x-z$ که مرکز آن بر مبدأ مختصات قرار دارد، کدام است؟

۱) $\frac{q}{۵\varepsilon_۰}$

۲) $\frac{q}{۴\varepsilon_۰}$

۳) $\frac{q}{۳\varepsilon_۰}$

۴) $\frac{q}{۲\varepsilon_۰}$

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۶۳- یک حلقهٔ باردار 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؟

۱) $\frac{Q}{۴\pi\varepsilon_{\circ} r}\sum_{l=\circ}^{\infty}\left(\frac{R}{r}\right)^{l} P_l(\cos\theta)$

۲) $\frac{Q}{۴\pi\varepsilon_{\circ} r}\sum_{l=\circ}^{\infty}\left(\frac{R}{r}\right)^{l} P_l(\circ)\,P_l(\cos\theta)$

۳) $\frac{Q}{۴\pi\varepsilon_{\circ} r}\sum_{l=\circ}^{\infty}\sum_{m=-l}^{l}\left(\frac{R}{r}\right)^{l} Y_{lm}(\theta,\phi)$

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

۶۴- بار الکتریکی بین صفحات $x=\circ$ و $x=a$ با چگالی حجمی $\rho = ۲\rho_{\circ}\frac{x}{a}$ توزیع شده است. پتانسیل الکتریکی در نقاط $a > x > \circ$ کدام است؟ (پتانسیل الکتریکی در صفحهٔ $x=\circ$ برابر با صفر و در صفحهٔ $x=a$ برابر با $V_{\circ}$ است.)

۱) $\frac{\rho_{\circ}}{۳\varepsilon_{\circ} a}(a^{۳}-x^{۳})+V_{\circ}\frac{x}{a}$

۲) $\frac{\rho_{\circ}}{۳\varepsilon_{\circ} a}(a^{۲}x-x^{۳})+V_{\circ}\frac{x^{۲}}{a^{۲}}$

۳) $\frac{\rho_{\circ}}{۳\varepsilon_{\circ} a}(a^{۲}x-x^{۳})+V_{\circ}\frac{x}{a}$

۴) $\frac{\rho_{\circ}}{۳\varepsilon_{\circ} a}(a^{۳}-x^{۳})+V_{\circ}\frac{x^{۲}}{a^{۲}}$

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؟)

۱) $\frac{Q}{\pi R^{۲}}\delta(z)\,H(R-\rho)$

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

۳) $\frac{Q}{\pi R^{۲}}H(z)\,\delta(R-\rho)$

۴) $\frac{Q}{\pi R^{۲}}H(z)\,H(R-\rho)$

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۶۶- در یک مادهٔ دی‌الکتریک، اندازهٔ بردار جابه‌جایی الکتریکی، $|\vec{D}|$، پنج برابر اندازهٔ بردار قطبش $|\vec{P}|$، است. گذردهی نسبی این ماده کدام است؟

۱) ۵

۲) $\frac{۵}{۲}$

۳) $\frac{۵}{۳}$

۴) $\frac{۵}{۴}$

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 $V_۰$ قرار می‌گیرند، مایع تا ارتفاع h بین آنها بالا می‌آید. در این صورت اختلاف $\varepsilon - \varepsilon_۰$ کدام است؟ (ρ چگالی مایع و g شتاب گرانش است.)

۱) $\frac{\rho g\, h\,(b^۲ - a^۲)}{V_۰^۲ \ln\frac{b}{a}}$

۲) $\frac{۲\pi\rho g\, h\, ab}{V_۰^۲} \ln\frac{b}{a}$

۳) $\frac{\rho g\, h\,(b^۲ - a^۲)}{V_۰^۲} \ln\frac{b}{a}$

۴) $\frac{۲\pi\, \rho g\, h\, ab}{V_۰^۲ \ln\frac{b}{a}}$

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) $\frac{\pi}{۸}\sigma R^۴\vec{\omega}$

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

۳) $۲\pi\,\sigma R^۴\vec{\omega}$

۴) $\frac{\pi}{۲}\sigma R^۴\vec{\omega}$

۶۹- در مرکز یک کرهٔ رسانای متصل به زمین به شعاع ۲ متر، یک دوقطبی الکتریکی با گشتاور دوقطبی $\vec{p} = ۸\times۱۰^{-۹}\,\hat{k}$ برحسب کولن ـ متر قرار دارد. پتانسیل الکتریکی در نقطه $(۰,۰,۱\,m)$ چند ولت است؟ $(\varepsilon_۰ = \frac{۱۰^{-۹}}{۳۶\pi}\frac{F}{m})$

۱) ۲۹

۲) ۳۷

۳) ۴۶

۴) ۶۳

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۷۰- میلهٔ باریکی به‌طول L بر روی محور z از $z = ۰$ تا $z = L$ قرار دارد. بر روی این میله بار الکتریکی با چگالی خطی $\lambda = \lambda_۰ (۱ - \frac{۲z}{L})$ توزیع شده است. گشتاور دوقطبی الکتریکی این میله کدام است؟ ($\lambda_۰$ مقدار ثابتی است.)

۱) صفر

۲) $\frac{\lambda_۰ L^۲}{۶}\hat{k}$

۳) $\frac{\lambda_۰ L^۲}{۳}\hat{k}$

۴) $\lambda_۰ L^۲ \hat{k}$

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

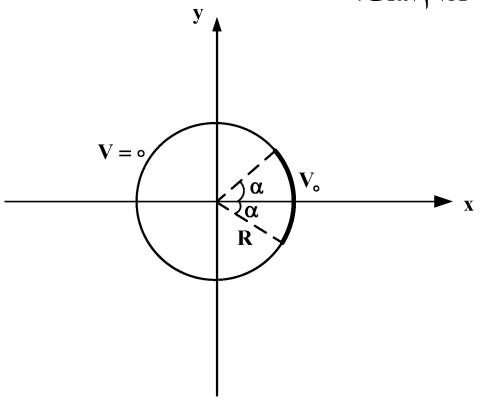
۱) $\int_v (\Phi\nabla^۲\psi + \vec{\nabla}\Phi.\vec{\nabla}\psi)\, dv = \oint_A \psi\, \vec{\nabla}\Phi.\hat{n}\, da$

۲) $\int_v (\Phi\nabla^۲\psi - \psi\nabla^۲\Phi)\, dv = \oint_A \Phi\, \vec{\nabla}\psi.\hat{n}\, da$

۳) $\int_v (\Phi\nabla^۲\psi + \vec{\nabla}\Phi.\vec{\nabla}\psi)\, dv = \oint_A \Phi\, \vec{\nabla}\psi.\hat{n}\, da$

۴) $\int_v (\Phi\nabla^۲\psi - \psi\nabla^۲\Phi)\, dv = \oint_A \psi\, \vec{\nabla}\Phi.\hat{n}\, da$

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 $V_۰$ 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) $\frac{V_۰\alpha}{\pi} + \frac{۲V_۰}{\pi}\sum_{n=۱}^{\infty}\frac{۱}{n}\left(\frac{\rho}{R}\right)^n \sin n\alpha \cos n\phi$

۲) $\frac{V_۰\alpha}{\pi} + \frac{۲V_۰}{\pi}\sum_{n=۱}^{\infty}\frac{۱}{n}\left(\frac{\rho}{R}\right)^n \cos n\alpha \cos n\phi$

۳) $\frac{V_۰\alpha}{\pi}\sum_{n=۰}^{\infty}\frac{۱}{n+۱}\left(\frac{\rho}{R}\right)^n \sin n\alpha \cos n\phi$

۴) $\frac{V_۰\alpha}{\pi}\sum_{n=۰}^{\infty}\frac{۱}{n+۱}\left(\frac{\rho}{R}\right)^n \cos n\alpha \cos n\phi$

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

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

۱) $\frac{\sigma_\circ R^3}{\varepsilon_\circ}$ و $\frac{\sigma_\circ}{\varepsilon_\circ}$

۲) $\frac{\sigma_\circ R^3}{2\pi\varepsilon_\circ}$ و $\frac{\sigma_\circ}{2\pi\varepsilon_\circ}$

۳) $\frac{\sigma_\circ R^3}{3\varepsilon_\circ}$ و $\frac{\sigma_\circ}{3\varepsilon_\circ}$

۴) $\frac{\sigma_\circ R^3}{\pi\varepsilon_\circ}$ و $\frac{\sigma_\circ}{\pi\varepsilon_\circ}$

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

۱) $\frac{\sqrt{2}}{2} I$

۲) $(\frac{2-\sqrt{2}}{4})I$

۳) $(\frac{\sqrt{2}-1}{2})I$

۴) $\frac{\sqrt{2}}{4} I$

۷۵- در ماده‌ای با ضریب تراوایی $\mu = 2\mu_\circ$ چگالی شار مغناطیسی $\vec{B} = \frac{B_\circ}{a} x\hat{k}$ است که در آن $B_\circ$ و a مقادیر ثابتی هستند. چگالی جریان در این ماده کدام است؟

۱) $\frac{2B_\circ}{a\mu_\circ}\hat{i}$

۲) $-\frac{2B_\circ}{a\mu_\circ}\hat{j}$

۳) $\frac{B_\circ}{2a\mu_\circ}\hat{i}$

۴) $-\frac{B_\circ}{2a\mu_\circ}\hat{j}$

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

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 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؟

۱) $(T_1T_2)^{\frac{1}{2}}$ ۲) $\frac{T_1+T_2}{2}$

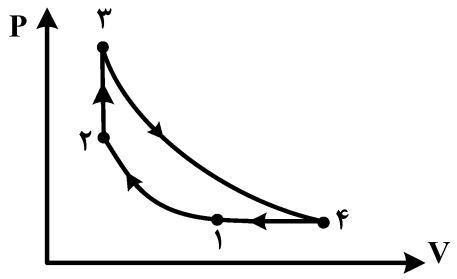
۳) $\frac{P_1V_1+P_2V_2}{\frac{P_1V_1}{T_1}+\frac{P_2V_2}{T_2}}$ ۴) $\frac{P_1T_1+P_2T_2}{P_1+P_2}$

۷۸- ۱۰ گرم یخ در دمای صفر درجه سلسیوس را به ۳۰ گرم آب در دمای ۲۵ درجه سلسیوس اضافه می‌کنیم. دمای این سیستم وقتی به تعادل گرمایی برسد، چند سلسیوس است؟ (گرمای نهان ذوب یخ $L=80\frac{cal}{gr}$ و ظرفیت گرمایی آب $C=1\frac{cal}{gr}$ است.)

۱) $-1/25$ ۲) صفر

۳) $7/5$ ۴) $12/5$

۷۹- یک گاز ایده‌آل چرخهٔ نشان‌داده‌شده را طی می‌کند. فرایندهای ۲ → ۱ و ۴ → ۳ بی‌دررو هستند. فرایند ۳ → ۲ هم‌حجم و فرایند ۱ → ۴، هم‌فشار هستند. اگر T_i دمای نقطهٔ iاُم باشد، بیشترین دما کدام است؟



۱) T_1

۲) T_2

۳) T_3

۴) T_4

۸۰- یک پوستهٔ 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، رابطهٔ بین دما و شعاع پوسته چگونه است؟

۱) $T\propto\frac{1}{a}$ ۲) $T\propto\frac{1}{a^4}$

۳) $T\propto\frac{1}{a^3}$ ۴) $T\propto\frac{1}{a^2}$

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

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

۱) $1-e^{\frac{-2\epsilon}{k_BT}}$

۲) $\left(1+e^{\frac{+3\epsilon}{k_BT}}\right)^{-1}$

۳) $1-e^{\frac{-3\epsilon}{k_BT}}$

۴) $\left(1+e^{\frac{+2\epsilon}{k_BT}}\right)^{-1}$

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

۱) ۰

۲) $k_B \ln 6$

۳) $k_B \ln 3$

۴) $k_B \ln 2$

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

۱) $\left[2\sinh\left(\frac{\hbar\omega}{2k_BT}\right)\right]^{-1}$

۲) $\left[2\cosh\left(\frac{\hbar\omega}{2k_BT}\right)\right]^{-1}$

۳) $\left[2\sinh\left(\frac{\hbar\omega}{k_BT}\right)\right]^{-1}$

۴) $\left[2\cosh\left(\frac{\hbar\omega}{k_BT}\right)\right]^{-1}$

۸۴- گازی متشکل از ذراتی به جرم m در دمای T درنظر بگیرید. اگر توزیع سرعت این ذرات از توزیع ماکسول ـ 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.)

۱) $(\alpha+\beta)^2\frac{k_BT}{m}$

۲) $(\alpha-\beta)^2\frac{k_BT}{m}$

۳) $(\alpha^2-\beta^2)\frac{k_BT}{m}$

۴) $(\alpha^2+\beta^2)\frac{k_BT}{m}$

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

۱) صفر

۲) $\pm\left(\frac{a}{3b}\right)^{\frac{1}{4}}$

۳) $\pm\left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{1}{3}}$

۴) $\pm\left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{1}{2}}$

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

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

۱) $\frac{2bS^2}{VN}$ ۲) $\frac{bS^2}{VN}$

۳) $\frac{3bS^2}{2VN}$ ۴) $\frac{3bS^2}{VN}$

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

۱) $\frac{k_B T}{V_\circ}$ ۲) $\frac{3k_B T}{2V_\circ}$

۳) $\frac{2k_B T}{3V_\circ}$ ۴) $\frac{(k_B T)}{2V_\circ}$

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

۱) $-\varepsilon \tanh(\beta\varepsilon)$ ۲) $-\varepsilon \tanh(\frac{\beta\varepsilon}{2})$

۳) $\varepsilon \tanh(\frac{\beta\varepsilon}{2})$ ۴) $\varepsilon \tanh(\beta\varepsilon)$

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؟

۱) $\frac{1}{3}$ ۲) $\frac{2}{5}$

۳) $\frac{2}{3}$ ۴) $\frac{3}{5}$

۹۰- در یک سیستم با انرژی درونی U و در حجم V، آنتروپی به شکل $S = cU^{\frac{3}{4}} V^{\frac{1}{4}}$ 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.)

۱) صفر ۲) $\frac{3PU}{4T}$

۳) $c\frac{U}{3}$ ۴) $\frac{US}{4V}$

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

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

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؟ $(g = ۹/۸ \frac{m}{s^۲})$

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) $۱/۲ \times ۱۰^۶$

۲) $۱/۰۸ \times ۱۰^۶$

۳) $۱/۲ \times ۱۰^۵$

۴) $۱/۰۸ \times ۱۰^۵$

۹۳- اگر در یک گاز ایده‌آل، محتمل‌ترین تندی مولکول‌ها در دمای $T_۲$، با جذر میانگین مربعی تندی مولکول‌ها در دمای $T_۱$ برابر باشد، نسبت $T_۲$ به $T_۱$ کدام است؟

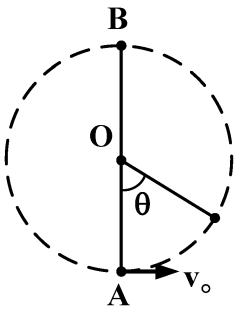
۱) $\frac{۱}{۳}$

۲) $\frac{۲}{۳}$

۳) $\frac{۳}{۲}$

۴) ۳

۹۴- گلولهٔ کوچکی به جرم m توسط نخی به طول L از نقطه O آویزان شده است. اگر در نقطهٔ A به گلوله سرعت افقی $v_۰$ بدهیم، به‌گونه‌ای که $v_۰$ حداقل سرعت لازم برای رسیدن گلوله به نقطه B باشد، معلوم کنید تحت چه زاویه‌ای (θ)، سرعت گلوله برابر با $\frac{v_۰}{\sqrt{۲/۵}}$ خواهد بود؟



۱) ۴۵°

۲) ۹۰°

۳) ۱۲۰°

۴) ۱۵۰°

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۹۵- درون کره‌ای به‌شعاع R، بار الکتریکی با چگالی $\rho(r)=\rho_{\circ}(\frac{۳}{۴}-\frac{r}{R})$ توزیع شده است. $\rho_{\circ}$ 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؟

۱) $\frac{\rho_{\circ} r}{۴\pi\varepsilon_{\circ}}(۱-\frac{r}{R})$

۲) $\frac{۴\rho_{\circ} r}{۳\pi\varepsilon_{\circ}}(۱-\frac{r}{R})$

۳) $\frac{\rho_{\circ} r}{\varepsilon_{\circ}}(\frac{۳}{۴}-\frac{r}{R})$

۴) $\frac{\rho_{\circ} r}{۴\varepsilon_{\circ}}(۱-\frac{r}{R})$

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 برخطوط میدان، وارد می‌شوند. اگر شعاع دایره‌ای که پروتون طی می‌کند، ۵ سانتی‌متر باشد، شعاع دایره‌ای که ذره آلفا طی می‌کند، چند سانتی‌متر است؟

۱) ۵

۲) $۵\sqrt{۲}$

۳) ۱۰

۴) $۱۰\sqrt{۲}$

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 زیرِ 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 به‌کار می‌رود؟

۱) پراکندگی پرتو X ۲) پراش الکترون

۳) پراش پرتو X ۴) طیف‌سنجی الکترون اوژه

۱۰۰- کدام‌یک از نانوساختارهای زیر برای گرمایش سلول‌های زیستی تحت تابش پرتو با طول موج ۸۰۸ نانومتر دارای بازدهی بیشتر هستند؟

۱) نانوذرات نقره ۲) نانوذرات طلا ۳) نانومیله نقره ۴) نانومیله‌های طلا

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

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 هیدروژن‌گونه، در گذارِ الکترون از مدار $n = 2$ به مدار $n = 1$ تابشی با بسامد $2/7\times10^{15}$ هرتز گسیل می‌کند. بسامد تابش این اتم، در گذار از مدار $n = 3$ به $n = 1$، چند هرتز است؟

۱) $1/6\times10^{15}$ ۲) $3/2\times10^{15}$

۳) $4/3\times10^{15}$ ۴) $5/4\times10^{15}$

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 اولِ اتم هیدروژن کدام است؟ (e بار الکترون، h ثابت پلانک، m_e جرم الکترون است.)

۱) $\frac{h}{4\pi em_e}$ 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 ـ پوزیترون، دو پرتو گاما تولید می‌شود. طول موج هریک از پرتوهای گاما، چند آنگستروم است؟ (انرژی سکون الکترون و پوزیترون را $E_0 = 0/5MeV$ و ثابت پلانک را $h = 4/0\times10^{-15}\ eV.s$ 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) $\frac{K_1 - K_2}{c}\frac{\lambda_1\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1}$

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

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

۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) ۱

۳) ۲ ۴) بستگی به تکانهٔ ذره دارد.

۱۰۸- در آزمایش فوتوالکتریک، وقتی آزمایش را با نوری به طول موج $\lambda_۱$ انجام می‌دهیم، مشاهده می‌کنیم که پتانسیل قطع برابر با ۳/۲ ولت است. اگر آزمایش را با نوری به طول موج $\lambda_۲ = ۲\lambda_۱$ انجام بدهیم، مشاهده می‌کنیم که پتانسیل قطع، برابر با ۰/۸ ولت است. در این آزمایش، تابع کار فلز، چند الکترون ـ ولت است؟

۱) ۱/۲ ۲) ۱/۶

۳) ۲ ۴) ۲/۴

۱۰۹- یک جسم کروی به شعاع $R_۱$ در دمای $۳۰۰\ K$ و جسم کروی دیگری به شعاع $R_۲$ در دمای $۶۰۰\ K$ قرار دارند. این دو جسم، رفتاری شبیه به جسم سیاه دارند. مقدار انرژی گسیل‌یافته در واحد زمان برای هر دو جسم، یکسان است. نسبت شعاع کره اول به شعاع کره دوم $\left(\frac{R_۱}{R_۲}\right)$، کدام است؟

۱) $\frac{۱}{۱۶}$ ۲) $\frac{۱}{۴}$

۳) ۴ ۴) ۱۶

۱۱۰- طول موج تابشی مربوط به بیشترین تابش یک جسم در دمای ۳۰۰ کلوین برابر با ۴۰۰۰ آنگستروم است. در دمای ۴۰۰ کلوین، طول موج تابش بیشینه این جسم، چند آنگستروم است؟

۱) ۳۰۰۰ ۲) ۴۰۰۰

۳) ۱۰۰۰ ۴) ۲۰۰۰

۱۱۱- تکانهٔ ذره‌ای برابر با $p = \frac{۳}{۵}\frac{E}{c}$ است که در آن، E انرژی کل و c سرعت نور است. جرم سکون این ذره، کدام است؟

۱) $\frac{۴}{۵}\frac{E}{c^۲}$ ۲) $\frac{۲}{۳}\frac{E}{c^۲}$

۳) $\frac{۱}{۳}\frac{E}{c^۲}$ ۴) $\frac{۱}{۵}\frac{E}{c^۲}$

۱۱۲- یک چشمهٔ نور در آزمایشگاه، نوری با طول موج ۶۰۰ نانومتر تولید می‌کند. متحرکی با سرعت $v = ۰/۶c$ به سمت چشمهٔ نور حرکت می‌کند. از دید این ناظر، طول موج نور، چند نانومتر است؟

۱) ۲۰۰ ۲) ۲۵۰

۳) ۳۰۰ ۴) ۴۰۰

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

۱) $\frac{E}{۳c}$ ۲) $\frac{(M-۳m)c}{۳}$

۳) $\frac{\sqrt{E^۲+۳m^۲c^۴}}{۳c}$ ۴) $\frac{\sqrt{E^۲-۹m^۲c^۴}}{۳c}$

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

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) $\sqrt{\frac{۲}{۳}}$ در جهت محور x

۲) $\sqrt{\frac{۲}{۳}}$ در جهت محور y

۳) $\sqrt{\frac{۲}{۳}}$ 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؟

۱) $\frac{۴}{\sqrt{۳}}$

۲) $\frac{۲}{\sqrt{۳}}$

۳) $۲\sqrt{۲}$

۴) ۲

Telegram: @uni_k