www.konkur.in

کد کنترل

691A

691A

«علم و تحقیق، کلید پیشرفت کشور است.»
مقام معظم رهبری

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

صبح جمعه
۱۴۰۴/۱۱/۱۰
دفترچه شماره ۲ از ۲

آزمون ورودی دوره‌های دکتری (نیمه‌متمرکز) ـ سال ۱۴۰۵
فیزیک (کد ۲۲۳۸)

تعداد سؤال: ۱۱۵ سؤال

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

این آزمون نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین‌حساب 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 می‌باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

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

اینجانب ..... با شماره داوطلبی ..... با آگاهی کامل، یکسان‌بودن شماره صندلی خود با شماره داوطلبی مندرج در بالای کارت ورود به جلسه، بالای پاسخ‌نامه و دفترچه سؤالات، نوع و کدکنترل درج‌شده بر روی جلد دفترچه سؤالات و پایین پاسخ‌نامه‌ام را تأیید می‌نمایم.

امضا:

مکانیک سیالات ـ فیزیک عمومی:

۱- آب با دبی $۳/۰\times۱۰^{-۴}\ \frac{m^۳}{s}$ در لوله‌ای جاری است. اگر در سطح مقطعی از لوله سرعت جریان آب $۰/۶۰\ \frac{m}{s}$ باشد، مساحت این سطح مقطع از لوله چند سانتی‌مترمربع است؟

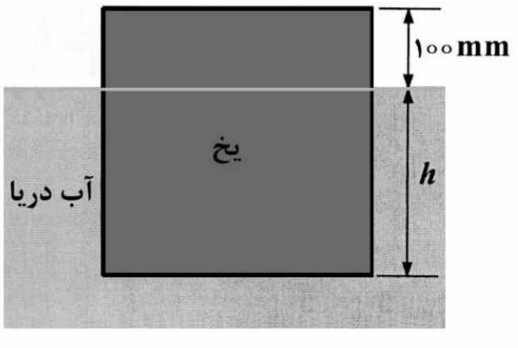
۱) ۳/۰

۲) ۵/۰

۳) ۹/۰

۴) ۱۸/۰

۲- یک قطعه یخ مکعب شکل در دریا شناور است. اگر ارتفاعی از یخ که بالای سطح دریا قرار دارد ۱۰۰ میلی‌متر باشد، ارتفاعی از یخ که درون آب قرار دارد (h) چند سانتی‌متر است؟ (چگالی نسبی یخ و آب دریا را به‌ترتیب ۰/۹۰ و ۱/۰۲ در نظر بگیرید.)



۱) ۷۵

۲) ۹۲

۳) ۱۰۲

۴) ۱۰۵

۳- رابطه گرادیان فشار در جهت x $(\frac{\partial p}{\partial x})$ با لزجت دینامیکی (μ) برای جریان دائمی، غیرقابل تراکم با مؤلفه‌های سرعت $u = ay - b(cy - y^۲)$، $v = w = ۰$ کدام است؟ (y جهت قائم و a، b و c ضرایب ثابت هستند.)

۱) $b\mu$

۲) $۲b\mu$

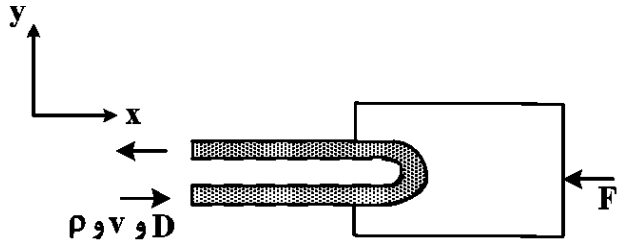
۳) $۲bc\mu$

۴) $\frac{۱}{۲}b\mu$

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۴- در شکل زیر جریان توسط یک مانع 180° تغییر جهت می‌دهد. رابطه سرعت جریان (v) با نیروی مقاوم (F) کدام است؟ (D قطر جریان، ρ چگالی مایع می‌باشند.)



۱) $v = \sqrt{\frac{4F}{\pi\rho D^2}}$

۲) $v = \sqrt{\frac{F}{\pi\rho D^2}}$

۳) $v = \sqrt{\frac{3F}{\pi\rho D^2}}$

۴) $v = \sqrt{\frac{2F}{\pi\rho D^2}}$

۵- برای مدل‌سازی یک سرریز با دبی عبوری $400\frac{m^3}{s}$، دبی جریان در مدل با مقیاس $\frac{1}{40}$ چند لیتر بر ثانیه است؟

۱) ۲۵۰

۲) $\frac{\sqrt{10}}{80}$

۳) ۲۵/۴

۴) $12/5\sqrt{10}$

۶- نقطه‌ای از سطح کرهٔ توپُر به شعاع R به یک نقطهٔ ثابت لولا و آویزان شده است. این کره می‌تواند جلو و عقب نوسان کند. فرکانس نوسانات سادهٔ این کره کدام است؟

۱) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{5}{7}\frac{g}{R}}$

۲) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{7}{5}\frac{g}{R}}$

۳) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{2}{5}\frac{g}{R}}$

۴) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{5}{2}\frac{g}{R}}$

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۷- برای سیاره‌ای که به دور خورشید بر یک مسیر بیضوی می‌چرخد، فرض کنید کم‌ترین فاصله سیاره تا خورشید (حضیض) r_1 و بیشترین فاصله (اوج) r_2 باشد. اگر v_1 سرعت سیاره در حضیض و v_2 سرعت سیاره در نقطه اوج باشد، نسبت $\frac{v_1}{v_2}$ کدام است؟

۱) $\sqrt{\frac{r_2}{r_1}}$

۲) $\frac{r_2}{r_1}$

۳) $\sqrt{\frac{r_1}{r_2}}$

۴) $\frac{r_1}{r_2}$

۸- سرعت متحرکی با زمان طبق رابطه $v = at^2$ برحسب متر بر ثانیه تغییر می‌کند. اگر در لحظه $t = 0\ s$ متحرک در مکان $x = -9/0\ m$ و در لحظه $t = 3/0\ s$ در مکان $x = 9/0\ m$ باشد، ضریب a کدام است؟

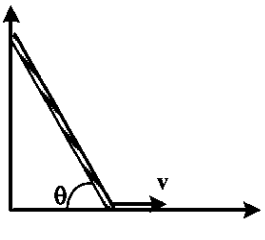
۱) $2/0 \frac{m}{s^2}$

۲) $2/0 \frac{m}{s^3}$

۳) $4/0 \frac{m}{s^2}$

۴) $4/0 \frac{m}{s^3}$

۹- مطابق شکل میلهٔ یکنواختی به دیوار تکیه داده شده است. انتهای پایین میله را که روی زمین قرار دارد، با سرعت ثابت افقی v به سمت راست می‌کشیم. در لحظه‌ای که زاویهٔ میله با سطح افقی 60° است، سرعت مرکز جرم میله کدام است؟



۱) $\sqrt{2}v$

۲) $\frac{\sqrt{2}}{2}v$

۳) $\sqrt{3}\,v$

۴) $\frac{\sqrt{3}}{3}v$

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۱۰- رابطهٔ نیروی بازگرداننده با تغییر طول فنری که از قانون هوک پیروی نمی‌کند، به شکل $F = -k_1(\Delta x) - k_2(\Delta x)^3$ برحسب نیوتن است که درآن $k_1 = 250 \frac{N}{m}$ و $k_2 = 800 \frac{N}{m^3}$ است. چند ژول کار باید انجام بدهیم تا این فنر را از حالت آزاد آن $(\Delta x = 0)$ به اندازه $10/0\ cm$ فشرده کنیم؟

۱) $-2/55$

۲) $-1/27$

۳) $1/27$

۴) $2/55$

۱۱- یک قطره آب کروی دارای بار الکتریکی $30\ pC$ است. پتانسیل الکتریکی بر روی سطح این قطره نسبت به بی‌نهایت $500\ V$ است. اگر این قطره آب با قطره آب مشابه دیگر ترکیب شوند و یک قطره کروی بزرگ‌تر تشکیل دهند، پتانسیل الکتریکی بر روی سطح قطره بزرگ چند ولت است؟

۱) 250

۲) 790

۳) 930

۴) 1000

۱۲- دو مکعب بسیار کوچک به جرم یکسان ۳ گرم و بار الکتریکی یکسان $10^{-7}\ C$ بر روی یک سطح افقی در فاصله $\ell = 10\ cm$ از یکدیگر نگه داشته شده‌اند. اگر این دو مکعب را رها کنیم، حداکثر فاصله بین آنها چند سانتی‌متر خواهدشد؟ (ضریب اصطکاکی بین مکعب‌ها و سطح افقی $\mu = 0/2$ است.) $\left(\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9\times10^9, g = 10 \frac{N}{kg}\right)$

۱) 45

۲) 35

۳) 25

۴) 15

۱۳- یک حلقه جریان مربعی به طول ضلع $2a$ و یک حلقه دایره‌ای به شعاع a درنظر بگیرید. اگر جریان در هریک از حلقه‌ها برابر با I باشد، نسبت اندازه میدان مغناطیسی در مرکز مربع به اندازه میدان مغناطیسی در مرکز دایره، کدام است؟

۱) $\frac{4\sqrt{2}}{\pi}$

۲) $\frac{4}{\sqrt{2}\,\pi}$

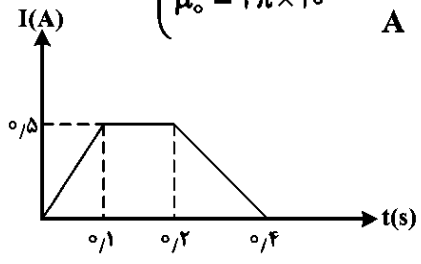
۳) $\frac{1}{4\sqrt{2}\,\pi}$

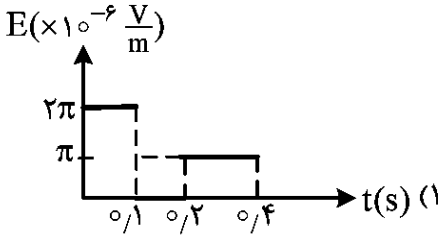
۴) $\frac{\sqrt{2}}{4\pi}$

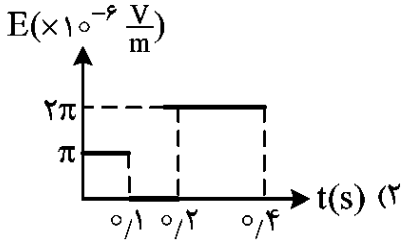
Telegram: @uni_k

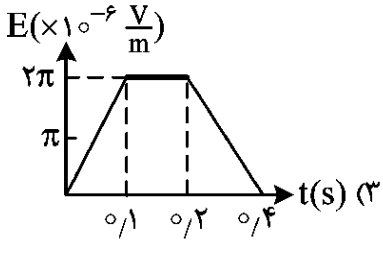
www.konkur.in

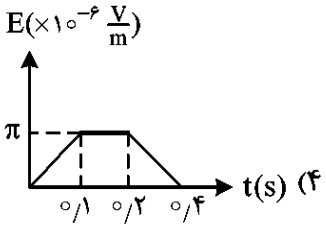
۱۴- سیملوله‌ای به طول ۸۰ cm درنظر بگیرید که مقطع آن دایره‌ای به شعاع ۴ cm و تعداد دور سیم در آن ۱۶۰۰ دور است. اگر جریان الکتریکی در این سیملوله مطابق شکل زیر با زمان تغییر کند، کدام نمودار تغییرات زمانی اندازه میدان الکتریکی القایی را در فاصله یک میلی‌متری از محور سیملوله نشان می‌دهد؟ $\left(\mu_{\circ} = ۴\pi \times ۱۰^{-۷}\ \frac{T.m}{A}\right)$



۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۱۵- یک سیم مستقیم دراز با مقطع دایره‌ای به شعاع R حامل جریان الکتریکی با چگالی غیریکنواخت $J = J_{\circ}\frac{r}{R}$ است. r فاصلهٔ هر نقطهٔ سیم تا محور آن و $J_{\circ}$ مقدار ثابتی است. اگر کل جریان سیم I باشد، $J_{\circ}$ کدام است؟

۱) $\frac{۳I}{۴\pi R^{۲}}$

۲) $\frac{I}{۲\pi R^{۲}}$

۳) $\frac{۳I}{۲\pi R^{۲}}$

۴) $\frac{I}{۴\pi R^{۲}}$

فیزیک دریا و تئوری امواج جزر و مد:

۱۶- اگر مقدار فاکتور نود برابر $F = ۰/۲۵ - ۱/۵$ باشد، کدام عبارت برای توضیح آن درست است؟

۱) مد از نوع نیم‌روزی مختلط است، در هر روز ۲ مد و ۲ جزر در شبانه‌روز با ارتفاع مساوی دارد. متوسط دامنه در اسپرینگ تاید برابر با $۲(M۲ + S۲)$ است.

۲) مد از نوع روزانه مختلط است، گاهی فقط دارای یک مد در شبانه‌روز می‌باشد که پس از حداکثر زاویه میل ماه اتفاق می‌افتد. متوسط دامنه در اسپرینگ تاید برابر با $۲(K_{۱} + O_{۱})$ است.

۳) رابطه مدل اندازه‌گیری امواج در دریا است که این رابطه ضریب ثابتی برای محاسبات امواج ناشی از باد است.

۴) ضریب متغیر امواج ناشی از باد است که با توجه به توپوگرافی کف این مقدار محاسبه شده است.

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۱۷- یک خلیج کوچک فرضی به شکل مکعب با ابعاد $۲۰۰km \times ۱۰۰km \times ۱۰۰m$ درنظر بگیرید که آب آن از طریق یک تنگه با اقیانوس مبادله می‌شود. شوری آب خلیج برابر $۴۰ppt$ و شوری آب ورودی از طریق تنگه $۳۶ppt$ می‌باشد. اگر شارش خروجی آب این خلیج $۱/۸Sv$ باشد ، حداقل زمان لازم برای جابه‌جایی کامل آب خلیج با آب ورودی (flashing time) چند ثانیه خواهد بود؟ $(Sv = ۱۰^۶ \frac{m^۳}{s})$

۱) ۲×۱۰^۹

۲) $۱۰^۹$

۳) ۲×۱۰^۶

۴) $۱۰^۶$

۱۸- در محاسبات معادلات بودجه گرمایی سالانه کل سطح زمین به‌طور میانگین، تغییرات دمای سطح آب و تغییرات دمای سطح خشکی را چند درجه سیلسیوس درنظر می‌گیرند؟

۱) هر دو فاز یکسان و کمتر از ۱۳

۲) سطح آب ۱۵ و سطح خشکی ۳۰

۳) سطح آب ۱۰ و سطح خشکی ۲۰

۴) هر دو فاز یکسان و بالاتر از ۱۳

۱۹- اگر در بخشی از مسیر جریان گلف استریم، سرعت جریان ۲ برابر و طول مسیر نصف شود، عدد راسبی چه تغییری می‌کند؟

۱) نصف می‌شود.

۲) دو برابر می‌شود.

۳) چهار برابر می‌شود.

۴) تغییر نمی‌کند.

۲۰- اگر شیب سطح دریا در عرض‌های میانی پارامتر کوریولیس $(f = ۱۰^{-۴}\ s^{-۱})$ برابر $i_x = \frac{۱}{۱۰۰۰۰۰}$ اندازه‌گیری شود و اصطکاک ناچیز باشد، مقدار سرعت جریان زمین‌گرد چند متر بر ثانیه خواهد بود؟ $(g = ۱۰ \frac{m}{s^۲})$

۱) ۱۰

۲) ۱

۳) ۰/۱

۴) ۰/۰۱

۲۱- آیا در خلیج‌فارس ترموکلاین وجود دارد؟ اگر دارد در چه فصلی؟

۱) بله و در فصل تابستان

۲) بله و در فصل زمستان

۳) بله و در فصل بهار

۴) خیر وجود ندارد.

۲۲- واحدهای تنش باد کنماتیکی (Kinematic wind stress) و ضریب لزجت پیچکی کنماتیکی (Kinematic eddy viscosity coefficient) به‌ترتیب برابر هستند با:

۱) $\frac{kg}{ms}$ ، $\frac{N}{m}$

۲) $\frac{m}{s^۲}$ ، $\frac{N}{ms^۲}$

۳) $\frac{m^۲}{s}$ ، $\frac{m^۲}{s^۲}$

۴) $\frac{kg}{ms^۲}$ ، $\frac{N}{m^۲}$

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۲۳- علت اصلی تعریف کمیت «سیگما ـ تیتا (σ_t)» در اقیانوس‌شناسی چیست؟

۱) تعیین سرعت صوت در آب

۲) محاسبه مستقیم فشار در عمق

۳) افزایش دقت اندازه‌گیری چگالی

۴) حذف اثر مستقیم فشار بر چگالی برای مقایسه‌های ساده‌تر چگالی پتانسیل ستون‌های آب

۲۴- در یک اقیانوس ساکن (بدون جریان)، اگر چگالی آب تنها تابعی از عمق (فشار) باشد، کدام عبارت درست است؟

۱) سطوح هم‌فشار و سطوح هم‌پتانسیل برهم منطبق هستند.

۲) سطوح هم‌فشار و سطوح هم‌پتانسیل برهم منطبق نیستند.

۳) سطوح هم‌چگالی و سطوح هم‌پتانسیل برهم منطبق نیستند.

۴) سطوح فوق در همه موارد با هم زاویه دارند.

۲۵- علت اصلی تشدید و باریک شدن جریان‌های قدرتمندی مانند گلف‌استریم در حاشیه غربی اقیانوس‌ها کدام است؟

۱) شکل حوضه‌های اقیانوسی

۲) تنش باد در حاشیه غربی شدیدتر است.

۳) افزایش نیروی کوریولیس در عرض‌های جغراقیایی بالاتر (اثر بتا)

۴) افزایش نیروی کوریولیس در عرض‌های جغرافیایی بالاتر (اثر بتا) و وجود سواحل شرقی و غربی (حوضه اقیانوسی)

۲۶- دستگاه مختصات صفحه بتا برای توصیف کدام مورد به‌کار می‌رود؟

۱) جریان در نواحی که در مقایسه با شعاع زمین کوچک هستند.

۲) جریان‌هایی به پهنه حوضه اقیانوسی

۳) جریان در فواصل طولانی

۴) جریان در مقیاس جهانی

۲۷- در ناحیه‌ای از جریان گلف‌استریم که پهنای جریان ۱۵۰ کیلومتر و سرعت متوسط آن $۱\frac{m}{s}$ است، اختلاف ارتفاع آب بین شرق و غرب این ناحیه چند متر 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) ۱

۲) ۱/۵

۳) ۲

۴) ۱۵

۲۸- در تنگه‌ای که دارای رژیم جریان ۲ لایه است، ضخامت جریان خروجی ۲۰۰ متر، شتاب گرانش کاهش‌یافته $g' = ۰/۰۲$ و سرعت جریان خروجی $۱/۵\frac{m}{s^۲}$ است. عدد فرود برای این جریان کدام است؟

۱) ۰/۰۴

۲) ۰/۷۵

۳) ۱

۴) ۱/۵

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۲۹- مدت زمان خروج آب از یک حوزه دریایی (خور) و جایگزین شدن آب تازه در آن (Flashing time)، به کدام پارامترها بستگی دارد؟

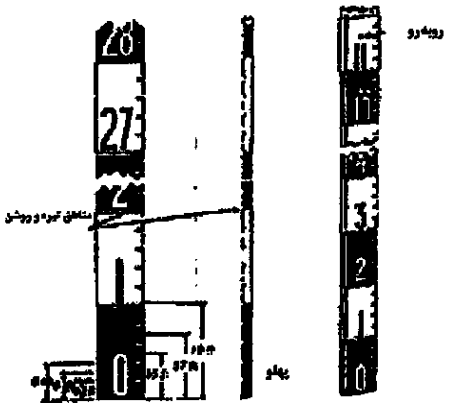
۱) شوری در دهانه، حجم خور

۲) متوسط شوری در خور، حجم خور

۳) حجم خور، دبی رودخانه

۴) شوری در دهانه، متوسط شوری، حجم خور و دبی رودخانه

۳۰- نام و کاربرد شکل روبه‌رو کدام است؟



۱) تاید پل ـ ارتفاع جزرومد را اندازه‌گیری می‌کند.

۲) موج‌نگار ـ طول موج را اندازه‌گیری می‌کند.

۳) جریان‌سنج ـ برای اندازه‌گیری مقدار جریان به‌کار می‌رود.

۴) موج‌نگار ـ برای اندازه‌گیری پارامترهای هیدروگرافی استفاده می‌شود.

۳۱- موجی در آب عمیق در حال انتشار است که انرژی کل در واحد عرض آن $۸۰۰۰۰\,J$ است. اگر طول موج ۱۰۰ متر باشد، ارتفاع این موج در آب عمیق چند متر خواهد بود؟ (شتاب جاذبه زمین را $g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$ و چگالی آب را $۱۰^۳\frac{kg}{m^۳}$ درنظر بگیرید.)

۱) ۲

۲) ۱

۳) ۰/۸

۴) ۰/۶۴

۳۲- موجی از آب عمیق وارد ناحیه کم‌عمق می‌شود، اگر ضریب کاهش ژرفا (Shoaling coefficient) معادل $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$ باشد، سرعت گروه این موج چه تغییری خواهد کرد؟

۱) نصف می‌شود.

۲) دو برابر می‌شود.

۳) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$ برابر می‌شود.

۴) تغییری نمی‌کند.

۳۳- کدام مورد به‌عنوان شرط شکست موج در آب‌های کم‌عمق شناخته می‌شود؟

۱) $Cg > C$

۲) $\frac{H}{L} \le ۰/۱۴$

۳) $\frac{H}{d} \approx ۰/۷۸$

۴) $T > ۲۰s$

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۳۴- همه جملات زیر درست‌اند، به‌جز .....

۱) اکثر امواج دریا دارای منشأ باد هستند.

۲) باد موجب ایجاد امواج با ارتفاع کمتر از $1\,cm$ تا $30\,m$ می‌شود.

۳) امواج ناشی از باد در محل تولید را امواج دوراً swell می‌گویند.

۴) اندازه ارتفاع امواج به سرعت وزش باد، مدت وزش باد در یک جهت معین و طول موجگاه بستگی دارد.

۳۵- برای مطالعه موجی به ارتفاع ۴ متر و طول موج ۱۰۰ متر که در آبی به عمق ۱۰ متر انتشار می‌یابد، کدام نظریه موج مناسب خواهد بود؟

۱) نویدال ۲) استوکس

۳) ایری ۴) دامنه محدود

۳۶- هم‌گرایی یا واگرایی خطوط پرتو موج (ارتوگونال) به‌دلیل کدام اثر موج است؟

۱) انعکاس ۲) پشته‌کردن

۳) تفرق ۴) انکسار

۳۷- سرعت موج سونامی در اقیانوسی به عمق یک کیلومتر، به‌طور تقریبی چند متر بر ثانیه خواهد بود؟ $(g \approx 10 \frac{m}{s^2})$

۱) ۱۰ ۲) ۱۰۰

۳) ۱۰۰۰ ۴) اطلاعات مسئله کافی نیست.

۳۸- موجی به یک اسکله می‌رسد، اگر ضریب عبور موج ۰/۲ و ضریب انعکاس آن ۰/۶ باشد، ضریب استهلاک انرژی موج کدام است؟

۱) ۰/۲

۲) ۰/۳۶

۳) ۰/۶

۴) ۰/۸

۳۹- در ناحیه‌ای از دریا، مجموع ارتفاع‌های دو مؤلفه جزرومدی نیم‌روزه (S_1, M_2) پنج برابر مجموع ارتفاع‌های دو مؤلفه جزرومدی روزانه (O_1, K_1) است. جزرومد این ناحیه از چه نوعی است؟

۱) نیم‌روزه ۲) ترکیبی عمدتاً نیم‌روزه

۳) روزانه ۴) ترکیبی عمدتاً روزانه

۴۰- در زمان رخداد کدام‌یک از پدیده‌های زیر، مجموعه «خورشید ـ زمین ـ ماه»، در راستای یک خط قرار می‌گیرند؟

۱) جزرومد روزانه ۲) جزرومد نیم‌روزه

۳) مهکشند ۴) کهکشند

۴۱- نظریه تعادل جزرومد (Equilibrium Theory) اولین‌بار توسط چه کسی مطرح و محاسبه گردید؟

۱) استوارت ۲) اکمن

۳) پیکارد ۴) نیوتون

۴۲- در آب عمیق، نسبت سرعت گروه موج (eg) به سرعت فاز موج (c) کدام است؟

۱) نیم ۲) یک

۳) یک و نیم ۴) دو

۴۳- کدام‌یک از امواج زیر خطی است؟

۱) موج استوکس مرتبه دوم ۲) موج نویدال

۳) موج استوکس مرتبه پنجم ۴) موج ایری

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۴۴- کدام‌یک از فرض‌های زیر در نظریه موج ایری (Airy) درنظر گرفته نشده است؟

۱) تیزی موج زیاد است.
۲) دوره تناوب موج ثابت است.
۳) ژرفای آب ثابت است.
۴) بستر دریا نفوذناپذیر است.

۴۵- پارامتر اورسل (Ursell Parameter) کدام‌یک از موارد زیر است؟ (L طول موج، H ارتفاع موج و d عمق آب است.)

۱) $U_R = \frac{L}{d}(\frac{d}{L})^۳$
۲) $U_R = \frac{d}{L}(\frac{L}{H})^۳$
۳) $U_R = \frac{H}{L}(\frac{L}{d})^۳$
۴) $U_R = \frac{L}{H}(\frac{H}{d})^۳$

مکانیک کوانتومی و مکانیک کوانتومی پیشرفته:

۴۶- اتم هیدروژنی درحالتی با تابع موج $\frac{۱}{\sqrt{\pi a_۰^۳}} e^{-\frac{r}{a_۰}}$ قرار دارد. $a_۰$ مقدار ثابتی است. مقدار چشم‌داشتی $\frac{۱}{r}$ در این حالت کدام است؟

۱) $\frac{۱}{a_۰}$
۲) $\frac{۲}{a_۰}$
۳) $\frac{۱}{\sqrt{\pi} a_۰}$
۴) $\frac{۱}{۴a_۰}$

۴۷- در اتم هیدروژن تعداد حالت‌های کوانتومی با انرژی $-۱/۵۱ eV$ کدام است؟

۱) ۶
۲) ۹
۳) ۱۸
۴) ۲۷

۴۸- دو الکترون بدون برهم‌کنش به پتانسیل نوسانگر هماهنگ ساده در یک بُعد مقید شده‌اند. اگر حالت اسپنی کل این سیستم متقارن باشد، انرژی حالت پایه این سیستم کدام است؟

۱) $\hbar\omega$
۲) $۲\hbar\omega$
۳) $۳\hbar\omega$
۴) $۴\hbar\omega$

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۴۹- حالت ذره‌ای در ابتدا به شکل $|\psi\rangle=\frac{1}{\sqrt{2}}\left(|E_1\rangle+|E_2\rangle\right)$ است که $|E_1\rangle, |E_2\rangle$ ویژه حالت‌های انرژی با ویژه مقدار E_1 و E_2 هستند. عملگر A در روابط $\langle E_1|A|E_1\rangle=0$ و $\langle E_2|A|E_2\rangle=0$ و $\langle E_1|A|E_2\rangle=a$ صدق می‌کند. مقدار چشم‌داشتی عملگر A در زمان t کدام است؟ (a کمیتی حقیقی است.)

۱) $a\sin\frac{E_2-E_1}{\hbar}t$

۲) $2a\cos\frac{E_2-E_1}{\hbar}t$

۳) $a\cos\frac{(E_2-E_1)}{\hbar}t$

۴) $2a\sin\frac{E_2-E_1}{\hbar}t$

۵۰- ذرّه‌ای به جرم m و بار الکتریکی q در پتانسیل یک‌بعدی $V(x)=\frac{1}{2}cx^2$ قرار دارد. با اعمال میدان الکتریکی $\vec{E}=E_0\hat{i}$ ترازهای انرژی آن چقدر جابه‌جا می‌شود؟

۱) $5\frac{q^2E_0^2}{4c}$

۲) $\frac{q^2E_0^2}{2c}$

۳) $3\frac{q^2E_0^2}{4cm}$

۴) $\frac{q^2E_0^2}{2cm}$

۵۱- هامیلتونی ذره‌ای $H=\hbar\omega\sigma_z$ است. اگر حالت اولیهٔ ذره $\frac{1}{\sqrt{2}}\begin{pmatrix}1\\ i\end{pmatrix}$ باشد، در زمان t، مقدار چشم‌داشتی σ_y کدام است؟ (σ_z و σ_y مؤلفه‌های ماتریس پائولی هستند.)

۱) $\frac{1}{2}\sin\omega t$

۲) $\frac{1}{2}\cos\omega t$

۳) $\frac{1}{2}\sin 2\omega t$

۴) $\frac{1}{2}\cos 2\omega t$

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۵۲- برهم‌کنش دو ذرّه با اسپین $\frac{۱}{۲}$ توسط عملگر $\hat{F} = a + b\,\hat{\sigma}_۱.\hat{\sigma}_۲$ توصیف می‌شود. a و b اعداد ثابت و $\hat{\sigma}_۱$, $\hat{\sigma}_۲$ ماتریس‌های پائولی هستند. اگر عملگر $\hat{S}$ اسپین کل سامانه و عملگر $\hat{S}_z$ بیانگر مؤلفه z آن باشد، رابطه جابه‌جایی $\left[\hat{F}, \hat{S}_z\right]$ کدام است؟

۱) صفر

۲) a

۳) $i\hbar b$

۴) $a + i\hbar b$

۵۳- با فرض $|a_۱\rangle = \begin{pmatrix} ۱ \\ ۱ \end{pmatrix}$ و $|a_۲\rangle = \begin{pmatrix} ۱ \\ -۱ \end{pmatrix}$ و $|b_۱\rangle = i|a_۱\rangle + ۲|a_۲\rangle$ و $|b_۲\rangle = ۲|a_۱\rangle - i|a_۲\rangle$ آنگاه عملگر $|b_۱\rangle\langle b_۲|$ کدام است؟

۱) $\begin{pmatrix} ۳+۴i & ۵ \\ -۵ & -۳+۴i \end{pmatrix}$

۲) $\begin{pmatrix} ۳-۴i & ۵ \\ -۵ & ۳-۴i \end{pmatrix}$

۳) $\begin{pmatrix} ۳+۴i & ۵ \\ -۵ & ۳+۴i \end{pmatrix}$

۴) $\begin{pmatrix} ۳-۴i & ۵ \\ -۵ & ۳+۴i \end{pmatrix}$

۵۴- در دستگاه مختصات دکارتی، اسپین الکترونی در جهت محور z برابر با $+\frac{\hbar}{۲}$ اندازه‌گیری شده است. احتمال اینکه اسپین الکترون در جهت $\hat{n} = (\sin\theta, ۰, \cos\theta)$ برابر با $+\frac{\hbar}{۲}$ باشد، کدام است؟

۱) $\cos^۲\theta$

۲) $\sin^۲\frac{\theta}{۲}$

۳) $\sin^۲\theta$

۴) $\cos^۲\frac{\theta}{۲}$

۵۵- کدام مورد برای رابطه جابجایی مؤلفه‌های ماتریس پانولی درست است؟

۱) $\left[\sigma_i, \sigma_j\right] = -i\sum_k \varepsilon_{ijk}\,\sigma_k$

۲) $\left[\sigma_i, \sigma_j\right] = i\sum_k \varepsilon_{ij_k}\,\sigma_k$

۳) $\left[\sigma_i, \sigma_j\right] = -۲i\sum_k \varepsilon_{ijk}\,\sigma_k$

۴) $\left[\sigma_i, \sigma_j\right] = ۲i\sum_k \varepsilon_{ijk}\,\sigma_k$

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۵۶- اگر A و B دو عملگر هرمیتی باشند و $[A, B] = ۰$ آنگاه کدام مورد عملگر یکانی است؟

۱) $\frac{۱+iB}{۱-iA}$

۲) $\frac{۱+iA}{۱-iA}$

۳) $\frac{۱-iB}{۱+iA}$

۴) $\frac{۱+iA}{۱+iB}$

۵۷- اگر $\vec{A} = \alpha x\hat{i} + ۲z\hat{k}$ یک عملگر برداری باشد، مقدار α کدام است؟

۱) $+۲$

۲) -۱

۳) $+۱$

۴) -۲

۵۸- حالت اولیهٔ سیستمی به شکل $\frac{۱}{\sqrt{۲}}\begin{pmatrix} ۱ \\ ۰ \\ -۱ \end{pmatrix}$ است. احتمال اینکه عملگر $A = \begin{pmatrix} ۰ & -i & ۰ \\ i & ۰ & ۰ \\ ۰ & ۰ & ۱ \end{pmatrix}$ را اندازه بگیریم و مقدار $+۱$ به‌دست آید، کدام است؟

۱) صفر

۲) $\frac{۱}{۴}$

۳) $\frac{۱}{۲}$

۴) $\frac{۳}{۴}$

۵۹- هامیلتونی سیستمی $H = \begin{pmatrix} ۳ & ۰ & ۰ \\ ۰ & ۰ & ۵ \\ ۰ & ۵ & ۰ \end{pmatrix}$ است. اگر در لحظه $t = ۰$ سیستم در حالت $|\psi\rangle = \frac{۱}{۵}\begin{pmatrix} ۳ \\ ۰ \\ ۴ \end{pmatrix}$ باشد، مقدار چشم داشتی H در زمان t کدام است؟

۱) $\frac{۲۳}{۲۵}$

۲) $\frac{۲۷}{۲۵}\cos ۳t$

۳) $\frac{۲۷}{۲۵}$

۴) $\frac{۲۳}{۲۵}\cos ۵t$

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۶۰- هامیلتونی سیستمی متشکل از دو الکترون به شکل $H = \alpha S_z + \frac{\beta}{\hbar} S^2$ است. α و β ضرایب ثابت و مثبت هستند. S^2 مجذور اندازه بردار اسپین کل سیستم و S_z مؤلفه آن در راستای محور z است. بیشترین مقدار انرژی این سیستم کدام است؟

۱) $\beta\hbar$

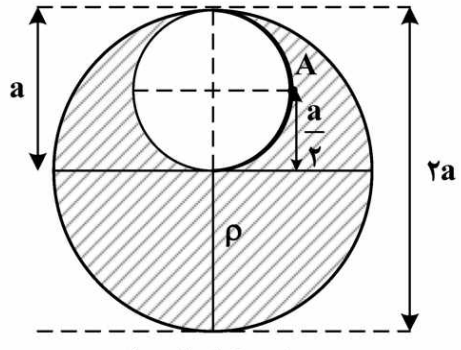
۲) $(\alpha + 2\beta)\hbar$

۳) $2\beta\hbar$

۴) $(\alpha + \beta)\hbar$

الکترومغناطیس و الکترودینامیک:

۶۱- در یک استوانه توپر بسیار بلند به شعاع a بار الکتریکی با چگالی حجمی یکنواخت ρ وجود دارد. در این استوانه یک حفرهٔ استوانه‌ای به شعاع $\frac{a}{2}$ موازی با محور استوانه و در فاصله $\frac{a}{2}$ از مرکز استوانه ایجاد می‌کنیم. اندازهٔ میدان الکتریکی در نقطه A کدام است؟



سطح مقطع استوانه

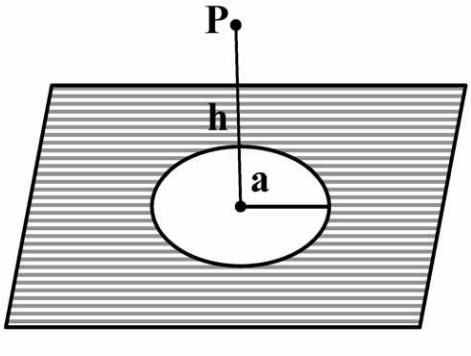
۱) $\frac{1}{16}\frac{\rho a}{\varepsilon_0}$

۲) $\frac{1}{4}\frac{\rho a}{\varepsilon_0}$

۳) $\frac{\sqrt{2}}{8}\frac{\rho a}{\varepsilon_0}$

۴) $\frac{\sqrt{2}}{16}\frac{\rho a}{\varepsilon_0}$

۶۲- در یک صفحهٔ بی‌نهایت با بار سطحی یکنواخت (σ)، حفره‌ای دایروی به شعاع a وجود دارد. نقطهٔ P در ارتفاع h از مرکز حفره واقع شده است. شعاع a طوری که میدان الکتریکی (E) در نقطه P، ثلث میدان صفحهٔ بدون حفره گردد کدام است؟ (یعنی $E = \frac{1}{3}\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$)



۱) $a = \frac{h}{4}$

۲) $a = h\sqrt{15}$

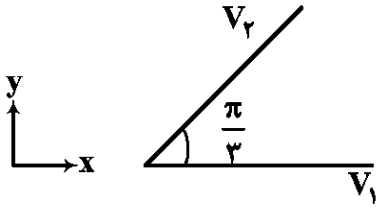
۳) $a = \frac{h}{\sqrt{8}}$

۴) $a = 2\sqrt{2}h$

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۶۳- دو صفحهٔ بسیار بزرگ مطابق شکل با هم زاویهٔ $\frac{\pi}{۳}$ می‌سازند. این دو صفحه نسبت به هم عایق‌بندی شده‌اند. (اتصال الکتریکی ندارند) صفحه اول که منطبق بر صفحه xz است در پتانسیل $V_۱ = ۲\ V$ و صفحه دوم که با معادله $\phi = \frac{\pi}{۳}$ مشخص می‌شود در پتانسیل $V_۲ = ۳\ V$ قرار دارد. پتانسیل الکتریکی در فضای بین دو صفحه کدام است؟ (عملگر لاپلاس در دستگاه مختصات استوانه‌ای $\nabla^۲ = \frac{۱}{\rho}\frac{\partial}{\partial\rho}(\rho\frac{\partial}{\partial\rho}) + \frac{۱}{\rho^۲}\frac{\partial}{\partial\phi^۲} + \frac{\partial^۲}{\partial z^۲}$ است.)



۱) $\frac{۳}{\pi}\phi + ۲$

۲) $۲\cos\phi + \frac{۳}{\sqrt{۳}}\sin\phi$

۳) $\frac{۲}{\sqrt{۳}}\cos\phi + ۲\sin\phi$

۴) $\frac{۱}{\sqrt{۳}}\tan\phi + ۲$

۶۴- توزیع بار الکتریکی با تقارن کروی در فضا به شکل $\rho(r) = \begin{cases} \rho_۰ & r < R \\ \rho_۰\left(\frac{r}{R}\right)^{-\alpha} & r \geq R \end{cases}$ که $۲ < \alpha < ۳$ است. میدان الکتریکی در $r = R$ کدام است؟

۱) $\frac{\rho_۰ R}{(۳-\alpha)\varepsilon_۰}\hat{r}$

۲) $\frac{۳\rho_۰ R}{\alpha\varepsilon_۰}\hat{r}$

۳) $\frac{\rho_۰ R}{۳\varepsilon_۰}\hat{r}$

۴) $\frac{\alpha\rho_۰ R}{۳\varepsilon_۰}\hat{r}$

۶۵- بر روی سطح کرهٔ نارسانایی به شعاع R که مرکز آن بر مبدأ مختصات منطبق است، بار الکتریکی با چگالی سطحی $\sigma(R, \theta, \phi) = \sigma_۰ \cos\theta$ توزیع شده است. درون کره نیز بار الکتریکی با چگالی حجمی یکنواخت $\rho_۰$ توزیع شده است. میدان الکتریکی در مرکز کره کدام است؟

۱) $-\frac{\sigma_۰}{۳\varepsilon_۰}\hat{k}$

۲) $\frac{\rho_۰ R}{\varepsilon_۰}\hat{r} - \frac{\sigma_۰}{۳\varepsilon_۰}\hat{k}$

۳) $\frac{\rho_۰ R}{\varepsilon_۰}\hat{r}$

۴) $\frac{\sigma_۰}{۳\varepsilon_۰}\hat{k} - \frac{\rho_۰ R}{\varepsilon_۰}\hat{r}$

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۶۶- سیمی به طول $2L$ بر روی محور z از $z=-L$ تا $z=+L$ بخشی از مداری با جریان پایای I است. توزیع جریان این قطعه سیم با یک چگالی جریان (جریان در واحد سطح) کدام است؟ ($\delta(x)$ تابع دلتای دیراک و $H(x)$ تابع هویساید است.)

۱) $\vec{J}=\frac{I}{2L}\delta(x)\,\delta(y)\,H(|z|-L)\hat{k}$

۲) $\vec{J}=I\,\delta(x)\,\delta(y)\,H(|z|-L)\hat{k}$

۳) $\vec{J}=\frac{I}{2L}\delta(x)\,\delta(y)\,H(L-|z|)\hat{k}$

۴) $\vec{J}=I\,\delta(x)\,\delta(y)\,H(L-|z|)\hat{k}$

۶۷- اگر تابع گرین برای معادلهٔ پواسون را به شکل $G(\vec{x},\vec{x}')=\frac{1}{|\vec{x}-\vec{x}'|}+F(\vec{x},\vec{x}')$ بنویسیم، تابع $F(\vec{x},\vec{x}')$ باید چه شرطی را برقرار کند؟

۱) باید مقدار ثابتی باشد.

۲) باید روی مرزها صفر باشد.

۳) باید $\nabla^2 F(\vec{x},\vec{x}')=0$ باشد.

۴) باید روی مرزها $\vec{\nabla}F.\hat{n}=\frac{\partial F}{\partial n}=0$ باشد.

۶۸- در محیطی با گذردهی ε، چگالی حجمی بار الکتریکی به شکل $\rho(x)=\rho_0\,\mathrm{sech}\frac{x}{a}\tanh\frac{x}{a}$ است. a و ρ_0 مقادیر ثابتی هستند. میدان الکتریکی $\vec{E}(x)$ کدام است؟

۱) $-\hat{i}\frac{\rho_0 a}{\varepsilon_0}$

۲) $-\hat{i}\frac{\rho_0 a}{\varepsilon}\tanh\frac{x}{a}$

۳) $-\hat{i}\frac{\rho_0 a}{\varepsilon_0}\mathrm{sech}\frac{x}{a}$

۴) $-\hat{i}\frac{\rho_0 a}{\varepsilon_0}\sinh\frac{x}{a}\tanh\frac{x}{a}$

۶۹- بردار قطبش الکتریکی در یک استوانهٔ دی‌الکتریک به شعاع $R=0/2\ m$ که محور آن بر محور z منطق است، به شکل $\vec{P}=(\frac{\hat{\rho}}{\rho}+z\hat{k})\times10^{-6}$ است. تمام مقادیر در SI هستند. چگالی بار قطبشی بر روی سطح جانبی این استوانه برحسب میکروکولن بر مترمربع کدام است؟

۱) ۲/۰

۲) ۲/۵

۳) ۴/۵

۴) ۵/۰

۷۰- در ناحیه‌ای از فضا میدان مغناطیسی $\vec{H}=20\rho^2\hat{\phi}$ برحسب آمپر بر متر در دستگاه مختصات استوانه‌ای داده شده است. اندازه چگالی جریان در نقاط روی سطح جانبی استوانهٔ $\rho=1\ m$ چند آمپر بر مترمربع است؟

۱) ۲۰

۲) ۳۰

۳) ۵۰

۴) ۶۰

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۷۱- ضریب تراوایی ماده‌ای $\mu = 5\mu_0$ است. اگر میدان مغناطیسی در این ماده $\vec{H} = -2\hat{i} + 6\hat{j} + 4\hat{k}$ برحسب آمپر بر متر باشد، بردار مغناطش در این ماده برحسب آمپر بر متر کدام است؟

۱) $-10\hat{i} + 30\hat{j} + 20\hat{k}$

۲) $-8\hat{i} + 24\hat{j} + 16\hat{k}$

۳) $-6\hat{i} + 18\hat{j} + 12\hat{k}$

۴) $-4\hat{i} + 12\hat{j} + 8\hat{k}$

۷۲- میدان مغناطیسی داخل کره‌ای به شعاع R با مغناطش یکنواخت $M_0\hat{k}$ برابر با $B_0\hat{k}$ است. چگالی سطحی بار الکتریکی بر روی یک پوسته کروی به شعاع R چه باشد تا در صورت دوران پوسته با سرعت زاویه‌ای ω حول محور z همان میدان مغناطیسی $B_0\hat{k}$ در داخل کره ایجاد شود؟

۱) $\frac{M_0}{R\omega}$

۲) $M_0 R\omega$

۳) $\omega R M_0 \sin\theta$

۴) $\frac{M_0}{R\omega}\sin\theta$

۷۳- یک سیم رسانا به شکل استوانه‌ای به طول $L = 1\,m$ و سطح مقطع دایره‌ای به شعاع $R = 2\,mm$ در نظر بگیرید. این سیم از ماده‌ای ناهمگن ساخته شده است که رسانندگی آن به شکل $\sigma = 10^6\,(1+10^6\,\rho^2)\frac{S}{m}$ برحسب ρ (فاصله هر نقطه درون سیم تا محور آن) تغییر می‌کند. اگر به دو سر سیم ولتاژ $V = 1\,mV$ اعمال شود، اندازهٔ میدان مغناطیسی H بر روی سطح جانبی سیم، چند آمپر بر متر است؟

۱) ۶

۲) ۵

۳) ۳

۴) ۲

۷۴- در ماده‌ای با پذیرفتاری مغناطیسی $\chi_m = -4\times10^{-6}$، چگالی شار مغناطیسی $B = 3\times10^{-5}\frac{Wb}{m^2}$ است. اندازه بردار مغناطش $|\vec{M}|$، در این ماده چند میکرو آمپر بر متر است؟ $(\mu_0 = 4\pi\times10^{-7}\frac{Tm}{A})$

۱) ۷۵/۵

۲) ۹۵/۶

۳) ۱۲۰

۴) ۱۴۲

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۷۵- در یک محیط خاص با ضریب تراوایی $\mu = ۴/۵\mu_۰$، میدان مغناطیسی $\vec{H} = ۳۰۰\hat{i} + ۴۰۰\hat{j}$ برحسب میلی‌آمپر بر متر است. کل انرژی ذخیره شده در مکعبی به مرکز مبدأ مختصات و ابعاد $۲\times۲\times۲\ cm^۳$ چند ژول است؟

$(\mu_۰ = ۴\pi\times۱۰^{-۷}\ \frac{Tm}{A})$

۱) $۴\pi\times۱۰^{-۱۳}$

۲) $۹\pi\times۱۰^{-۷}$

۳) $۱۲\pi\times۱۰^{-۷}$

۴) $۳۶\pi\times۱۰^{-۱۳}$

ترمودینامیک و مکانیک آماری پیشرفته ۱:

۷۶- پتانسیل ترمودینامیکی که برای سیستم‌های با دما و فشار ثابت به‌کار می‌رود کدام است؟

۱) آنتالپی ۲) گیبس

۳) انرژی هلمهولتز ۴) گیبس و آنتالپی

۷۷- بُعد فضای فاز یک سیستم کلاسیکی سه‌بُعدی شامل N ذره، کدام است؟

۱) N ۲) $۳N$

۳) $۶N$ ۴) $N^۲$

۷۸- در یک سیستم با تابع پارش $Z = \left(۲ + ۲e^{-\beta E}\right)^N$ تعداد حالت‌های تبهگن در انرژی $E = ۰$ چقدر است؟

۱) ۱ ۲) N

۳) $۲N$ ۴) ۲^N

۷۹- در یک سیستم بوزونی بدون برهم‌کنش در حد دمای بسیار کم، چه کسری از کل ذرات در حالت پایه جای می‌گیرند؟

۱) ۱ ۲) $\frac{۱}{۲}$

۳) $\frac{۱}{۴}$ ۴) صفر

۸۰- میانگین انرژی یک سیستم با دو تراز انرژی $E_۱ = ۰$ (با تبهگنی دوگانه) و تراز $E_۲ = E$ (ناتبهگن) در دمای T چقدر است؟

۱) $\frac{۲Ee^{-\beta E}}{۱+e^{-\beta E}}$

۲) $\frac{Ee^{-\beta E}}{۱+۲e^{-\beta E}}$

۳) $\frac{Ee^{-\beta E}}{۲+e^{-\beta E}}$

۴) $\frac{E}{۲+e^{-\beta E}}$

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۸۱- هامیلتونی الکترونی در یک میدان مغناطیسی ثابت، $H = \mu B \sigma_z$ است. تابع پارش این سیستم در دمای T کدام است؟ (σ_z مؤلفه z ماتریس پائولی و μ یک کمیت ثابت است و $\beta = \frac{1}{k_B T}$)

۱) $2\cosh(\beta\mu B)$

۲) $2\sinh(\beta\mu B)$

۳) $2\tanh(\beta\mu B)$

۴) $2\coth(\beta\mu B)$

۸۲- عملگر هامیلتونی هر مولکول از یک گاز دو اتمی بدون برهمکنش که فقط درجه آزادی چرخشی دارد با رابطه $H = \frac{\hat{L}^2}{2I}$ بیان می‌شود که $\hat{L}$ عملگر تکانه زاویه‌ای و I گشتاور لختی مولکول است. با فرض اینکه در دماهای بسیار پایین فقط دو تراز نخست اشغال می‌شوند انرژی داخلی سامانه‌ای شامل N مولکول این گاز با کدام رابطه بیان می‌شود؟

۱) $\frac{\hbar^2 N}{3I} \frac{1+e^{\frac{-\hbar^2}{IkT}}}{1+2e^{\frac{-\hbar^2}{IkT}}}$

۲) $\frac{\hbar^2 N}{I} \frac{e^{\frac{-\hbar^2}{IkT}}}{1+e^{\frac{-\hbar^2}{IkT}}}$

۳) $\frac{\hbar^2}{2I} N \frac{e^{\frac{-\hbar^2}{IkT}}}{3+e^{\frac{-\hbar^2}{IkT}}}$

۴) $\frac{3\hbar^2}{I} N \frac{e^{\frac{-\hbar^2}{IkT}}}{1+3e^{\frac{-\hbar^2}{IkT}}}$

۸۳- دو گاز A و B هر کدام شامل N ذره با جرم‌های یکسان درنظر بگیرید که هرکدام در حجم V قرار دارند و توسط دیواره‌ای از یکدیگر جدا شده‌اند. آنتروپی کل سامانه (شامل مجموعه گازهای A و B) با برداشتن دیواره چه تغییری می‌کند؟

۱) آنتروپی همواره ثابت می‌ماند.

۲) آنتروپی همواره افزایش می‌یابد.

۳) اگر گازهای A و B تمیزپذیر باشند آنتروپی افزایش می‌یابد.

۴) اگر گازهای A و B تمیزناپذیر باشند آنتروپی کاهش می‌یابد.

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۸۴- سامانه‌ای شامل ۳ ذره بدون برهمکنش را درنظر بگیرید که هر ذره می‌تواند در یکی از ۳ تراز ممکن قرار بگیرد. اگر ذرات تمیزناپذیر باشند تعداد میکروحالت‌هایی که ۳ ذره در ۳ تراز جداگانه قرار دارند کدام است؟ (از اسپین ذرات صرف‌نظر شود.)

۱) ۱

۲) ۳

۳) ۶

۴) ۹

۸۵- در پرتاب ۴ سکه تعداد ماکروحالت‌ها و نیز تعداد میکروحالت‌های محتمل‌ترین ماکروحالت به‌ترتیب از راست به چپ، کدامند؟

۱) ۶، ۵

۲) ۵، ۶

۳) ۵، ۵

۴) ۶، ۶

۸۶- سامانه‌ای پارامغناطیسی شامل N دوقطبی مغناطیسی با گشتاور مغناطیسی μ درنظر بگیرید. گشتاور مغناطیسی میانگین این سامانه در دمای T و در میدان مغناطیسی یکنواخت H کدام مورد است؟ (k ثابت بولتزمن است.)

۱) $N\mu\left(\coth\frac{kT}{\mu H}-\frac{\mu H}{kT}\right)$

۲) $N\mu\left(\coth\frac{3\mu H}{kT}-\frac{2kT}{\mu H}\right)$

۳) $N\mu\left(\coth\frac{2\mu H}{kT}-\frac{3kT}{\mu H}\right)$

۴) $N\mu\left(\coth\frac{\mu H}{kT}-\frac{kT}{\mu H}\right)$

۸۷- انرژی آزاد هلمهولتز برای سامانه‌ای یک‌بُعدی شامل N نوسانگر هماهنگ کوانتومی مستقل کدام است؟ (T دما و k ثابت بولتزمن است.)

۱) $NkT\ln\left[\cosh\frac{\hbar\omega}{kT}\right]$

۲) $NkT\ln\left[2\sinh\frac{\hbar\omega}{2kT}\right]$

۳) $NkT\ln\left[\frac{\hbar\omega}{2kT}\right]$

۴) $NkT\ln\left[\frac{\hbar\omega}{kT}\right]$

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۸۸- انرژی یک ذره محبوس در جعبه سه‌بعدی مکعبی با عدد موج آن متناسب است $(E \propto k)$. اگر چگالی حالت‌های انرژی این ذره متناسب با E^n باشد، n کدام است؟

۱) $\frac{۱}{۲}$

۲) ۱

۳) $\frac{۳}{۲}$

۴) ۲

۸۹- کدام مورد فشار یک گاز فرمیونی در دمای صفر مطلق را به درستی بیان می‌کند؟

۱) صفر ۲) متناهی و غیرصفر

۳) بی‌نهایت ۴) قابل تعریف نیست.

۹۰- اگر Z تابع پارش تک‌ذره باشد، آنگاه تابع پارش N ذرهٔ یکسان تمیزناپذیر و غیربرهمکنشی کدام است؟

۱) Z^N

۲) $\frac{Z^N}{N!}$

۳) $\frac{Z^N}{N}$

۴) $Z^N \ln N$

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

۹۱- مقدار کار لازم برای فشرده کردن یک گاز ایده‌آل در دمای ثابت تا یک چهارم حجم اولیه آن چند برابر کار لازم برای فشرده کردن آن تا نصف مقدار اولیه آن است؟

۱) ۲

۲) $\ln ۲$

۳) $۲\ln ۲$

۴) $۴\ln ۲$

۹۲- محتمل‌ترین سرعت برای مولکول‌های یک گاز ایده‌آل کدام است؟ (کسری از مولکول‌هایی که سرعت آن‌ها در دمای T بین v و $v+dv$ است متناسب است با $v^۲e^{-\frac{Mv^۲}{۲RT}}$ که در آن M جرم مولی گاز و R ثابت گازها است.)

۱) صفر

۲) $\sqrt{\frac{۲RT}{M}}$

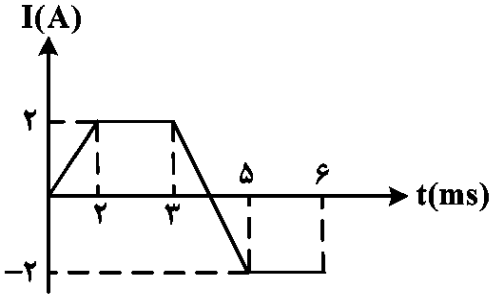
۳) $\sqrt{\frac{۳RT}{M}}$

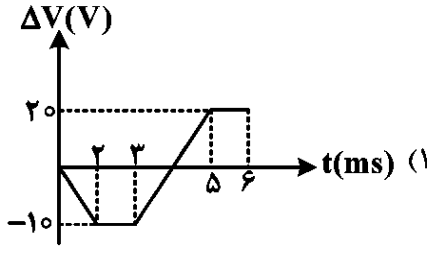
۴) $\sqrt{\frac{RT}{M}}$

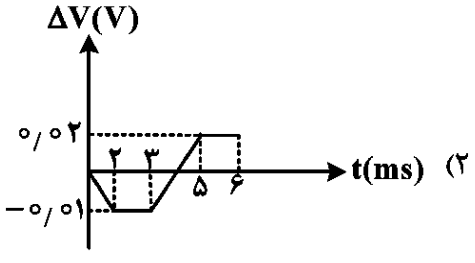
Telegram: @uni_k

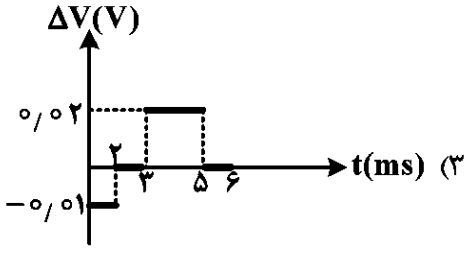
www.konkur.in

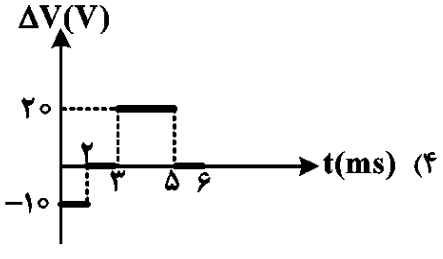
۹۳- تغییرات زمانی جریان الکتریکی در یک القاگر ۱۰ میلی هانری به شکل زیر است. کدام نمودار تغییرات اختلاف پتانسیل دو سر القاگر را با زمان نشان می‌دهد؟



۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۹۴- یک گلوله رسانای کروی به شعاع a درون یک پوستهٔ نازک کروی رسانا به شعاع $b = ۲a$ و هم‌مرکز با آن قرار دارد. بار کره درونی q و بار پوسته کروی $Q = ۳q$ است. نسبت پتانسیل الکتریکی پوسته کروی به پتانسیل الکتریکی کره درونی کدام است؟

۱) $\frac{۳}{۴}$

۲) $\frac{۴}{۵}$

۳) $\frac{۵}{۳}$

۴) $\frac{۳}{۲}$

۹۵- ذره‌ای تحت زاویهٔ θ نسبت به راستای افقی پرتاب شده است. اگر این ذره نسبت به محورهای افقی و عمودی که از نقطهٔ پرتاب می‌گذرند، از نقاط (a,b) و (b,a) عبور کند، زاویهٔ پرتاب کدام است؟

۱) $\tan^{-۱}\frac{a^۲+ab+b^۲}{ab}$

۲) $\tan^{-۱}\left(\frac{a^۲+b^۲}{۲ab}\right)$

۳) $\sin^{-۱}\frac{a^۲+ab+b^۲}{ab}$

۴) $\sin^{-۱}\frac{a^۲+b^۲}{۲ab}$

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۹۶- دو گلوله با جرم‌های $m_1 = m$ و $m_2 = 3m$ به‌ترتیب با سرعت‌های $v_1 = v$ و $v_2 = 2v$ بر روی یک خط مستقیم به سمت یکدیگر حرکت می‌کنند و برخورد ناکشسان کامل انجام می‌دهند. بیشترین مقدار انرژی اتلافی کدام است؟

۱) $\frac{9}{2}mv^2$

۲) $\frac{14}{3}mv^2$

۳) $\frac{18}{5}mv^2$

۴) $\frac{27}{8}mv^2$

۹۷- در نانو سیالات طول دبای در چه شرایطی اهمیت پیدا می‌کند؟

۱) سیال بدون یون باشد.

۲) جریان آشفته (turbulent flow) غالب باشد.

۳) عرض کانال خیلی بزرگ‌تر از طول دبای باشد.

۴) عرض کانال هم‌مرتبه یا کوچک‌تر از طول دبای باشد.

۹۸- با کدام‌یک از روش‌های زیر نمی‌توان نوع پیوندهای شیمیایی در نانوساختارها را به‌دست آورد؟

۱) DLS

۲) FTIR

۳) SERS

۴) NMR

۹۹- قطر یک نانولوله کربنی، با کایرالیتی $(n, m) = (5, 5)$ چند برابر طول پیوند اتم‌های کربن است؟

۱) $\frac{\sqrt{3}}{\pi}$

۲) $\frac{15}{\pi}$

۳) $\frac{5\sqrt{3}}{\pi}$

۴) $\frac{5}{\pi}$

۱۰۰- کدام‌یک از عبارت‌های زیر درست است؟

۱) برای نانوذرات مغناطیسی درحالت سوپر پارامغناطیسی، انرژی ناهمسانگردی مغناطیسی بزرگ‌تر از انرژی گرمایی است.

۲) با کاهش اندازه نانوذرات، قله جذب اپتیکی آنها به‌سمت طول موج‌های بلندتر می‌رود.

۳) رسانندگی بالای گرافن به‌واسطه پیوندهای π و π^* است.

۴) استحکام مکانیکی بالای مواد کربنی به‌واسطه اوربیتال‌های σ^* است.

فیزیک مدرن:

۱۰۱- یک باریکهٔ نوترونی با انرژی ۲ eV در فضای آزاد در نظر بگیرید. پس از طی چه مسافتی برحسب کیلومتر شدت این باریکه، نصف می‌شود؟ (نیمه عمر نوترون را ۱۳/۰ min و جرم آن را $m_n = 1/6 \times 10^{-27}$ kg درنظر بگیرید.)

۱) $2/60 \times 10^2$

۲) $1/56 \times 10^2$

۳) $2/60 \times 10^4$

۴) $1/56 \times 10^4$

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۱۰۲- پرتوی با انرژی $0/25\,MeV$ با زاویه 180° از الکترون ساکنی پراکنده می‌شود. سرعت الکترون پراکنده‌شده چه کسری از سرعت نور است؟ (جرم سکون الکترون را $0/5\frac{MeV}{c^2}$ درنظر بگیرید.)

۱) ۰/۳

۲) ۰/۴

۳) ۰/۶

۴) ۰/۸

۱۰۳- باریکه‌ای از پرتوهای x به طول موج $0/25\,nm$ به بلوری می‌تابد و نخستین بازتاب براگ در زاویه ۳۰ درجه مشاهده می‌شود. فاصله بین صفحات بلوری چند نانومتر است؟

۱) ۰/۲۵

۲) ۰/۴۰

۳) ۰/۵۰

۴) ۰/۷۵

۱۰۴- تابع موج اتم هیدروژن در حالت $n=2$ و $\ell=1$ به‌صورت $\psi(r,\theta,\varphi)=\alpha\frac{r}{a}e^{-\frac{r}{2a}}f(\theta,\varphi)$ است که α ثابت بهنجارش، a شعاع بور و $f(\theta,\varphi)$ تابعی از زوایای θ و φ است. محتمل‌ترین فاصله الکترون تا هسته $(r=0)$ در این حالت کوانتومی کدام است؟

۱) $4a$

۲) $3a$

۳) $2/5a$

۴) $2a$

۱۰۵- عدد کوانتومی تکانه زاویه‌ای مداری کل اتم کربن C کدام مورد نمی‌تواند باشد؟ (هر اتم کربن دارای ۶ الکترون است.)

۱) صفر

۲) ۱

۳) ۲

۴) ۳

۱۰۶- طول موج الکترونی با انرژی $1eV$ چند برابر طول موج فوتونی با انرژی $1eV$ است؟ (برای الکترون $mc^2=0/5MeV$)

۱) 10^{-6}

۲) 10^{-3}

۳) 10^{3}

۴) 10^{6}

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۱۰۷- تعداد فوتون‌ها در یک تابش الکترومغناطیس با انرژی ۲۶۵۲۰ ژول و فرکانس $4\,MHz$ چقدر است؟ (ثابت پلانک $h = 6/63\times10^{-34}\,J-s$ است.)

۱) 10^{29}

۲) 10^{31}

۳) 25×10^{29}

۴) 25×10^{31}

۱۰۸- اگر نیمه‌عمر یک نمونه رادیواکتیو ۱۰ سال باشد، بعد از ۴۰ سال، چه کسری از جرم اولیهٔ آن باقی می‌ماند؟

۱) $\frac{1}{4}$

۲) $\frac{1}{8}$

۳) $\frac{1}{16}$

۴) $\frac{1}{24}$

۱۰۹- انرژی ذره‌ای با سرعت $\frac{2}{5}c$ و تکانه $10\frac{MeV}{c}$ کدام است؟ (c سرعت نور است)

۱) $\frac{50}{3}MeV$

۲) $25MeV$

۳) $10MeV$

۴) $4MeV$

۱۱۰- چگالی جسمی مکعبی‌شکل، وقتی در آزمایشگاه ساکن است، از دید ناظر آزمایشگاه برابر با $1500/0\frac{kg}{m^3}$ است. اگر این مکعب با سرعتی معادل ۰/۸ سرعت نور، عمود بر یکی از وجوهش حرکت کند، چگالی آن از دید ناظر آزمایشگاه چند کیلوگرم بر مترمکعب خواهدبود؟

۱) ۱۵۰۰

۲) ۲۰۰۰

۳) ۲۲۵۰

۴) ۲۵۰۰

۱۱۱- از دید ناظر S سرعت ذره‌ای $\vec{u}=\frac{c}{2}(\hat{i}+\hat{j})$ است. (c سرعت نور است). اگر از دید ناظر S' بردار سرعت این ذره در راستای محور y باشد، بردار سرعت این ذره از دید ناظر S' کدام است؟

۱) $\frac{\sqrt{3}}{3}\hat{j}$

۲) $\frac{2}{5}\hat{j}$

۳) $-\frac{\sqrt{3}}{3}\hat{j}$

۴) $-\frac{2}{5}\hat{j}$

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۱۱۲- اختلاف زمانی دو رویداد در یک نقطه در چارچوب S برابر با ۶μs است. اگر فاصله مکانی آنها در چارچوب S' برابر با ۲۴۰۰ متر باشد، سرعت S' نسبت به S چه کسری از سرعت نور است؟

۱) ۰/۶

۲) ۰/۷۵

۳) ۰/۸

۴) ۰/۹۸

۱۱۳- دو موشک که طول ویژه هریک از آنها ۱۰۰ متر است به سمت یکدیگر حرکت می‌کنند. سرعت هریک از آنها نسبت به ناظر زمینی ۰/۸ سرعت نور است. طول هر موشک از دید موشک دیگر چند متر است؟

۱) ۲۲

۲) ۴۴

۳) ۶۶

۴) ۸۸

۱۱۴- نسبت کوتاه‌ترین طول موج رشته بالمر $(n_{low} = ۲)$ به بلندترین طول موج رشته لیمان $(n_{low} = ۱)$ چقدر است؟

۱) $\frac{۳}{۴}$

۲) ۳

۳) $\frac{۴}{۳}$

۴) ۴

۱۱۵- پنج ذره به جرم m و اسپین $\frac{۱}{۲}$ در یک چاه نامتناهی به پهنای L محبوس‌اند. انرژی حالت پایه این سیستم چند برابر $\frac{h^۲}{۸mL^۲}$ است؟ (h ثابت پلانک است.)

۱) ۱۹

۲) ۱۷

۳) ۱۳

۴) ۵

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

Telegram: @uni_k