www.isijournal.net

129

B

129B

نام:
نام خانوادگی:
محل امضا:

موسسه تحقیقات آرمان

دفترچه شماره (۱)

صبح جمعه
۱۳۹۴/۱۲/۱۴

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

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

آزمون ورودی دوره دکتری (نیمه‌متمرکز) ــ سال ۱۳۹۵

فیزیک (کد ۲۲۰۹)

تعداد سؤال: ۴۰ — مدت پاسخگویی: ۱۲۰ دقیقه

عنوان دروس اختصاصی، تعداد و شماره سؤال‌ها

ردیف	دروس اختصاصی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	فیزیک پایه (۱،۲و۳)، فیزیک جدید (۱و۲)	۴۰	۱	۴۰

این آزمون نمرهٔ 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.

www.isijournal.net

فیزیک پایه (۲،۱و۳):

۱- توپی به جرم $0/5kg$ ابتدا در حال سکون است. به این توپ نیرویی به شکل $F(t)=6\times10^{6}t-2\times10^{9}t^{2}$ در مدت‌زمان $3ms$ وارد می‌شود (F برحسب نیوتن و t برحسب ثانیه است) در لحظه‌ای که بیشترین نیرو به توپ وارد می‌شود، تندی توپ چند $\frac{m}{s}$ است؟

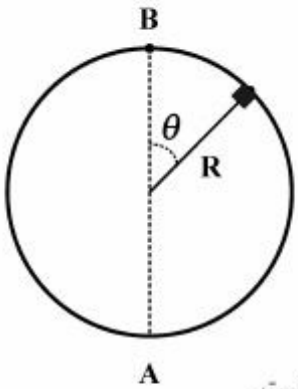
۱) ۹

۲) ۱۱/۵

۳) ۱۸

۴) ۲۲

۲- بخشی از مسیر یک قطار تفریحی، دایره‌ای کاملاً عمودی به شعاع R است. ارابه کوچکی که بر روی این مسیر بدون اصطکاک سُر می‌خورد، با تندی $2\sqrt{gR}$ وارد انتهای پایینی دایره (نقطهٔ A) می‌شود. کدام عبارت درست است؟



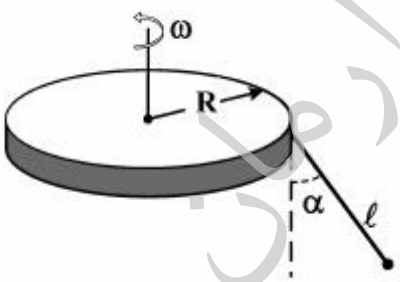
۱) ارابه در زاویه $\theta=\cos^{-1}\frac{2}{3}$ از مسیر جدا می‌شود.

۲) ارابه در زاویه $\theta=\cos^{-1}\frac{1}{3}$ از مسیر جدا می‌شود.

۳) ارابه به بالاترین نقطه دایره (نقطهٔ B) می‌رسد و سرعتش در آن نقطه صفر است.

۴) ارابه به بالاترین نقطه دایره (نقطهٔ B) می‌رسد و سرعتش در آن نقطه برابر $\sqrt{gR}$ است.

۳- در شکل زیر آونگی به طول ℓ از لبه یک قرص افقی به شعاع R آویزان است. قرص با سرعت زاویه‌ای ثابت ω حول محورش در حال چرخش است. کدام گزینه صحیح است؟



۱) $\omega=\left(\frac{g\cos\alpha}{R+\ell\tan\alpha}\right)$

۲) $\omega=\left(\frac{g\sin\alpha}{R}\right)^{\frac{1}{2}}$

۳) $\omega=\left(\frac{g\tan\alpha}{R+\ell\sin\alpha}\right)^{\frac{1}{2}}$

۴) $\omega=\left(\frac{g\tan\alpha}{R}\right)^{\frac{1}{2}}$

موسسه تحقیقات آزمون

www.isijournal.net

۴- جسمی به جرم m ابتدا در مداری دایره‌ای به شعاع $r_1 = 3R_E$ حول زمین می‌چرخد. نیرویی به این جسم وارد می‌شود و آن را در مداری دایره‌ای به شعاع $r_2 = 4R_E$ قرار می‌دهد. مقدار کاری که این نیرو در این انتقال انجام داده، کدام است؟ M_E, R_E به ترتیب شعاع و جرم کره زمین هستند.

۱) $\frac{7GmM_E}{72R_E^2}$

۲) $\frac{7GmM_E}{144R_E^2}$

۳) $\frac{GmM_E}{12R_E}$

۴) $\frac{GmM_E}{24R_E}$

۵- جسمی ۳۰ کیلوگرمی تحت تأثیر نیروی $F = -3x - 5x^3$ روی محور x درحرکت است (F برحسب نیوتن و x برحسب متر است). اگر انرژی پتانسیل این نیرو در مبدأ مختصات برابر $-8J$ باشد، در نقطه $x = 2m$ انرژی پتانسیل ذره چند ژول است؟

۱) -26

۲) -18

۳) 18

۴) 26

۶- یک چترباز به جرم $70kg$ با سرعت حدی ثابت $50\frac{m}{s}$ در امتداد قائم در حال پایین آمدن است. آهنگ تغییر انرژی مکانیکی چترباز چند وات است؟ $(g = 9/8\frac{m}{s^2})$

۱) -53200

۲) -34300

۳) 34300

۴) 53200

۷- دو ذره به جرم‌ها و تندی‌های یکسان باهم برخورد غیرکشسان کامل نموده، چسبیده به یکدیگر و با تندی برابر $\frac{1}{3}$ تندی اولیه‌شان به حرکت ادامه می‌دهند. زاویه میان بردارهای سرعت اولیه دو ذره چند درجه است؟

۱) $\cos^{-1}(\frac{7}{9})$

۲) $2\cos^{-1}(\frac{1}{3})$

۳) 60

۴) 120

موسسه تحقیقاتی آرمان

www.isijournal.net

۸- لختی دورانی یک ستاره چرخان در حال انقباض (رمبش) به $\frac{۱}{۴}$ مقدار اولیه خود کاهش می‌یابد. نسبت انرژی جنبشی دورانی جدید ستاره به انرژی جنبشی دورانی اولیه آن کدام است؟

۱) $\frac{۱}{۱۶}$

۲) $\frac{۱}{۴}$

۳) ۴

۴) ۸

۹- یک ضربه‌نورد به جرم $۸۰\,kg$ پس از یک سقوط، خود را آویزان از انتهای یک ریسمان به طول $۲۰\,m$ و شعاع قاعدهٔ $۱\,cm$ می‌یابد، اما در این سقوط طناب به‌اندازه $۳\,cm$ کشیده شده است. ضریب مدول یانگ ریسمان چند $\frac{N}{m^۲}$ است؟ $g = ۹/۸\,\frac{m}{s^۲}$

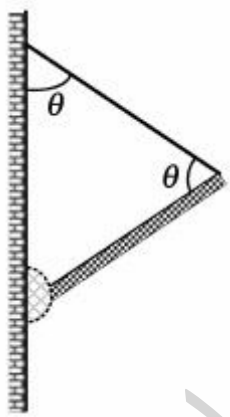
۱) $۸/۳\times۱۰^۸$

۲) $۸/۳\times۱۰^۹$

۳) $۱/۷\times۱۰^۵$

۴) $۱/۷\times۱۰^۹$

۱۰- در شکل زیر، یک سر میله یکنواخت به وزن $۲۴۰\,N$ به دیواری قائم لولا شده و سر دیگر آن توسط یک سیم نازک به همان دیوار بسته‌شده است. زاویه سیم با دیوار و با میله یکسان و برابر $\theta = ۶۰^\circ$ است. کشش در سیم چند نیوتن است؟



۱) ۶۰

۲) ۱۰۳

۳) ۱۲۰

۴) ۲۰۷

۱۱- پتانسیل الکتریکی در نقاط واقع در صفحهٔ xy با رابطهٔ $V(x,y)=۲x^۲y-y^۳$ داده می‌شود، که V برحسب ولت و x و y برحسب متر هستند. بردار میدان الکتریکی در نقطهٔ A با مختصات $(x=۳\,m, y=-۲\,m)$ برحسب $\frac{V}{m}$ کدام است؟

۱) $۲۴\hat{i}-۶\hat{j}$

۲) $۲۴\hat{i}+۱۲\hat{j}$

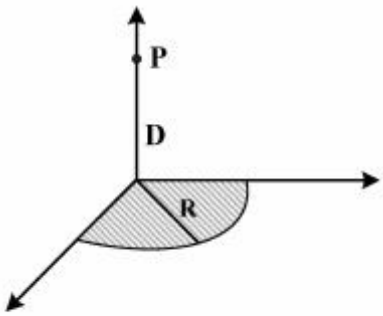
۳) $-۲۴\hat{i}+۶\hat{j}$

۴) $-۱۲\hat{i}+۶\hat{j}$

موسسه تحقیقاتی آرمان

www.isijournal.net

۱۲- یک ربع قرص به شعاع $R = ۶۰\,cm$ و با چگالی بار سطحی یکنواخت $\sigma = ۸\frac{fC}{m^۲}$ مطابق شکل زیر باردار شده است. پتانسیل الکتریکی در نقطهٔ P واقع بر محور مرکزی ربع قرص و به فاصله $D = ۸۰\,cm$ از مرکز قرص کدام است؟ پتانسیل در نقاط بی‌نهایت دور صفر است. $\frac{۱}{۴\pi\varepsilon_۰} = ۹\times۱۰^۹\,\frac{Nm^۲}{C^۲}$

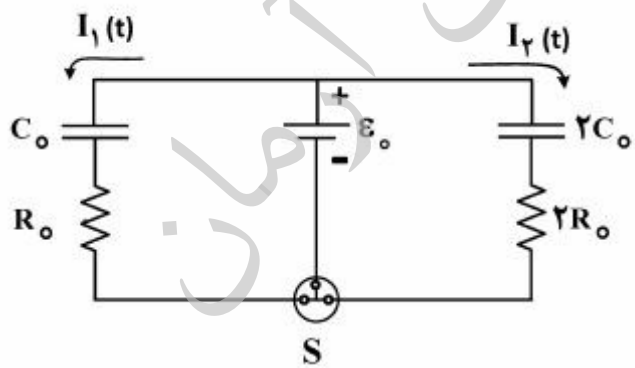


۱) $۲۲/۶\,\mu V$
۲) $۲۲/۶\,mV$
۳) $۲/۲۶\,mV$
۴) $۲/۲۶\,\mu V$

۱۳- بزرگی چگالی جریان در یک سیم استوانه‌ای به شعاع $۵\,mm$ برابر با $J = ۴\times۱۰^۹ r^۳$ است که در آن r برحسب متر و J برحسب $\frac{A}{m^۲}$ و r فاصله از محور استوانه است. اگر پتانسیل اعمال‌شده به دو سرسیم $۵۰\,V$ باشد در مدت $۲h$ چند ژول انرژی گرمایی در سیم تولید می‌شود؟

۱) ۵۶/۵
۲) ۵۶۵۵
۳) $۱/۵\times۱۰^{۱۳}$
۴) $۵/۶\times۱۰^{۱۶}$

۱۴- در مدار شکل زیر در ابتدا خازن‌ها کاملاً خالی بوده و کلید سه‌گانه S باز است. در لحظهٔ $t = ۰$ کلید سه‌گانه S یکجا باهم بسته می‌شود و به‌طور هم‌زمان خازن‌ها شروع به پُر شدن می‌کنند. در لحظهٔ $t = \alpha R_۰ C_۰$ شدّت جریان‌های عبوری $I_۱(t)$ و $I_۲(t)$ از دو مقاومت مزبور با یکدیگر مساوی هستند. مقدار α کدام است؟ $\ln ۲ \simeq ۰/۷$

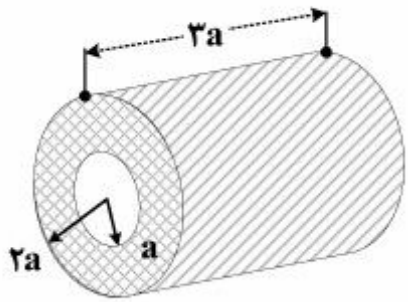


۱) ۲
۲) ۱
۳) ۰/۴۶
۴) ۰/۹۲

موسسه تحقیقاتی آرمان

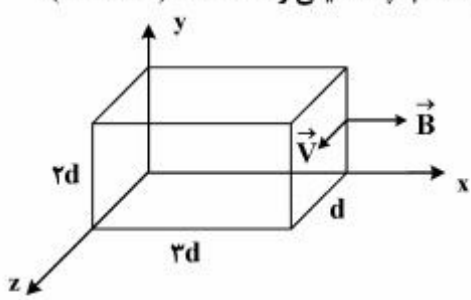
www.isijournal.net

۱۵- طبق شکل یک قطعه فلز به‌صورت یک لوله فلزی به شعاع‌های درونی a و بیرونی $2a$ و طول $3a$ را در نظر بگیرید که به خاطر همگن و همسانگرد بودن ساختمان درونی‌اش، ضریب مقاومت الکتریکی آن در همه جهات یکسان می‌باشد. اگر دو قطب یک باطری را در امتداد طول آن و بین دو سطح قاعده ببندیم جریان I_1 و اگر بین دو سطح جانبی درونی و بیرونی آن ببندیم جریان I_2 است. مقدار $\frac{I_1}{I_2}$ تقریباً کدام است؟



۱) ۰/۱۱۶
۲) ۱/۰۰
۳) ۴/۳۳
۴) ۸/۶۶

۱۶- یک مکعب فلزی با ابعاد نشان داده‌شده در شکل زیر با سرعت ثابت $\vec{V} = (10\frac{m}{s})\hat{k}$ در میدان مغناطیسی ثابت و یکنواخت $\vec{B} = (40\,mT)\hat{i}$ حرکت می‌کند. اختلاف‌پتانسیل دو سر مکعب چند میلی ولت است؟ $(d = 1cm)$



۱) ۱۲
۲) ۸
۳) ۶
۴) ۴

۱۷- دو سیم‌لوله بخشی از یک پیچهٔ جرقهٔ استارت یک اتومبیل‌اند. وقتی جریان یک سیم‌لوله در مدت $2ms$ از $8A$ به صفر افت کند، نیروی محرکه‌ای برابر $40kV$ در سیم‌لوله دیگر القا می‌شود. القاییدگی متقابل سیم‌لوله‌ها چند هانری است؟

۱) $2/5\times10^{3}$
۲) ۰/۱
۳) 4×10^{-4}
۴) ۱۰

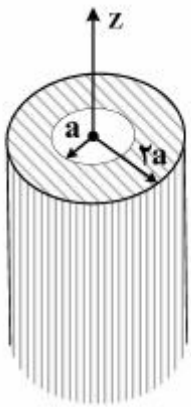
۱۸- خازنی تخت با صفحه‌های دایره‌ای به شعاع $40cm$ در حال پر شدن است. اگر چگالی جریان جابه‌جایی در ناحیه میان دو صفحهٔ خازن یکنواخت و دارای بزرگی $30\frac{A}{m^2}$ باشد، بزرگی میدان مغناطیسی در نقطه‌ای به فاصلهٔ $2cm$ از محور تقارن این ناحیه چند تسلا است؟

۱) $1/5\times10^{-4}$
۲) 3×10^{-4}
۳) $3/8\times10^{-7}$
۴) $7/5\times10^{-7}$

موسسه تحقیقاتی آرمان

www.isijournal.net

۱۹- یک لولهٔ عایق استوانه‌ای بسیار طویل به شعاع‌های درونی a و بیرونی $2a$، دارای بار الکتریکی یکنواخت به چگالی حجمی ρ_0 می‌باشد. ناظر A در امتداد طول (یا محور تقارن Z) استوانه با تندی ثابت $v=\beta c$ نسبت به استوانه در حال حرکت است، انرژی الکترومغناطیسی ذخیره‌شده درون استوانه در واحد طول آن از نظر ناظر A، کدام است؟



۱) $\frac{\pi}{2}(\frac{3}{4}+\ln 2)\frac{\rho_0^2 a^4}{\varepsilon_0}(1+\beta^2)$

۲) $\frac{\pi}{4}(\frac{3}{4}+\ln 2)\frac{\rho_0^2 a^4}{\varepsilon_0}(1+\beta^2)$

۳) $\frac{\pi}{2}(\frac{3}{4}+\ln 2)\frac{\rho_0^2 a^4}{\varepsilon_0}$

۴) $\frac{\pi}{8}(\frac{3}{4}+\ln 2)\frac{\rho_0^2 a^4}{\varepsilon_0}$

۲۰- در یک میدان مغناطیسی نایکنواخت، به ترتیب، مواد دیامغناطیسی، پارامغناطیسی و فرومغناطیسی به سمت چه ناحیه‌ای از میدان مغناطیسی کشیده می‌شوند؟

۱) ناحیه ضعیف‌تر، ناحیه قوی‌تر، ناحیه قوی‌تر

۲) ناحیه ضعیف‌تر، ناحیه ضعیف‌تر، ناحیه قوی‌تر

۳) ناحیه قوی‌تر، ناحیه ضعیف‌تر، ناحیه قوی‌تر

۴) ناحیه قوی‌تر، ناحیه ضعیف‌تر، ناحیه ضعیف‌تر

۲۱- برای آن‌که چگالی هوا تا ارتفاع H جو به‌طور خطی تا مقدار صفر کاهش یابد، ارتفاع H جو باید چند کیلومتر باشد؟ در تراز سطح دریا فشار ۱ اتمسفر و چگالی هوا $1/3\frac{kg}{m^3}$ است. شتاب گرانش را ثابت و $g=9/8\frac{m}{s^2}$ فرض کنید.

۱) ۵/۳

۲) ۷/۹

۳) ۱۱/۹

۴) ۱۵/۸

۲۲- کمترین مساحت (برحسب مترمربع) سطح بالایی یک تیغهٔ یخی به ضخامت $0/5\,m$ که روی آب شیرین شناور است، چقدر باشد تا بتواند اتومبیلی به جرم $1560\,kg$ را نگه دارد؟ چگالی یخ و آب شیرین به ترتیب $920\frac{kg}{m^3}$ و $998\frac{kg}{m^3}$ است.

۱) ۳/۴

۲) ۶/۸

۳) ۲۰

۴) ۴۰

موسسه تحقیقاتی آرمان

www.isijournal.net

۲۳- آب در یک لوله‌ی قائم که سطح مقطع آن از بالا به پایین به‌آرامی افزایش می‌یابد، جریان دارد. تندی آب در مقطعی از لوله به مساحت $۱۰\,cm^۲$ برابر $۸\frac{m}{s}$ است. در ارتفاع $۶m$ پایین‌تر، مساحت مقطع لوله $۲۵cm^۲$ است. اگر آب در هر مقطعی توزیع یکنواخت داشته باشد، اختلاف فشار آب در تراز پایینی و بالایی چند پاسکال است؟

$$g = ۱۰\frac{m}{s^۲} \quad , \quad \rho = ۱\frac{g}{cm^۳}$$

۱) ۱۱×۱۰^۴

۲) $۳/۲\times۱۰^۴$

۳) $۷/۹\times۱۰^۴$

۴) $۸/۶\times۱۰^۴$

۲۴- یک سطح افقی با بسامد $۴Hz$ در امتداد افق، در حال حرکت نوسانی ساده هماهنگ است. قطعه مکعبی روی این سطح قرار می‌گیرد. اگر قطعه روی سطح نلغزد و ضریب اصطکاک ایستایی آن با سطح $۰/۸$ باشد، دامنهٔ حرکت نوسانی سطح چند سانتی‌متر است؟

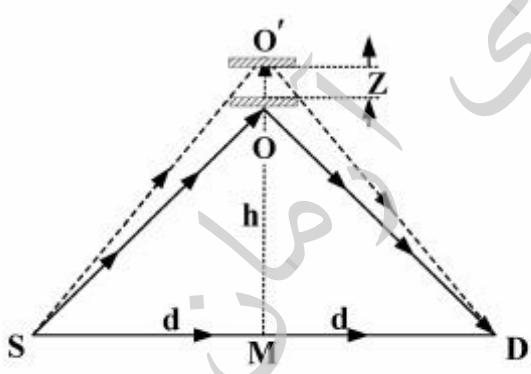
۱) $۱/۲۵$

۲) $۲/۵$

۳) $۱۵/۷$

۴) $۳۱/۵$

۲۵- در شکل زیر، در آشکارساز D، دو پرتو نور باهم تداخل سازنده دارند. یکی از پرتوها مستقیماً از چشمه S و دیگری پس از بازتاب از آینه O به آشکارساز می‌رسد. آینه در امتداد OM به مقدار بسیار کوچک z جابجا می‌شود، به‌طوری‌که برای اولین‌بار شدت موج تداخلی در آشکارساز D صفر شود. اگر $z \ll h$ و $z \ll d$، طول‌موج نورتابشی از منبع کدام است؟



۱) $\frac{۲Zd}{\sqrt{h^۲+d^۲}}$

۲) $\frac{۲Zh}{\sqrt{h^۲+d^۲}}$

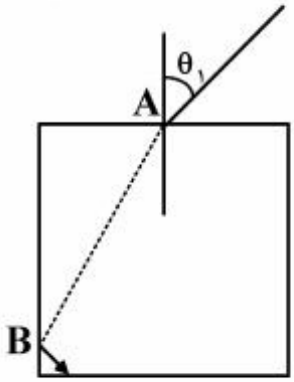
۳) $\frac{۴Zh}{\sqrt{h^۲+d^۲}}$

۴) $\frac{Zd}{\sqrt{h^۲+d^۲}}$

موسسه تحقیقاتی آرمان

www.isijournal.net

۲۶- در شکل زیر، یک پرتوی نور با زاویه تابش $\theta_1 = 30^\circ$ از نقطهٔ A وارد یک تیغهٔ شیشه‌ای با مقطع مستطیل شکل شده و سپس در نقطهٔ B بازتاب داخلی کلی پیداکرده است. n ضریب شکست شیشه در چه رابطه‌ای صدق می‌کند؟



۱) $n > \sqrt{\frac{3}{2}}$

۲) $n > \frac{\sqrt{5}}{2}$

۳) $1 < n < \frac{\sqrt{5}}{2}$

۴) $1 < n < \sqrt{\frac{3}{2}}$

۲۷- در دمای $27^\circ C$ در یک دستگاه خلأ به حجم $100\,cm^3$، فشار گاز به $10^{-9}\,Pa$ رسیده است. تعداد مولکول‌ها در این ظرف کدام است؟

۱) $2/4\times10^{7}$

۲) $4/1\times10^{8}$

۳) $2/4\times10^{13}$

۴) $4/1\times10^{12}$

۲۸- در ظرفی که ازلحاظ گرمایی عایق‌بندی شده است، چند گرم از بخار $100^\circ C$ باید با $200\,g$ یخ در دمای $-20^\circ C$ مخلوط گردد تا آب $50^\circ C$ به دست آید؟ گرمای ویژه یخ $530\,\frac{cal}{kg.K}$، گرمای نهان ذوب یخ $80\,\frac{kcal}{kg}$ و گرمای نهان تبخیر آب $540\,\frac{kcal}{kg}$ است.

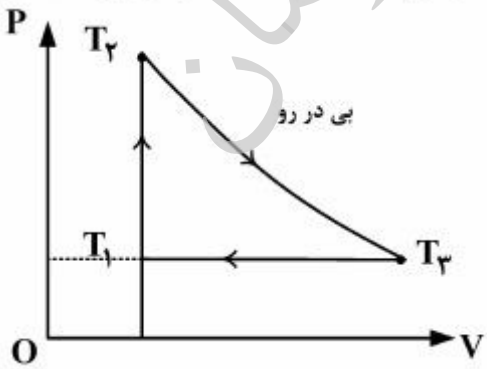
۱) ۳۶

۲) ۴۰

۳) ۴۴

۴) ۴۸

۲۹- بازده چرخهٔ شکل زیر که با یک گاز ایدئال تک اتمی کار می‌کند، کدام است؟ درصورتی‌که بدانیم $T_1 = \frac{5}{3}T_3 - \frac{2}{3}T_2$ است.



۱) ۳۰ درصد

۲) ۳۳/۳ درصد

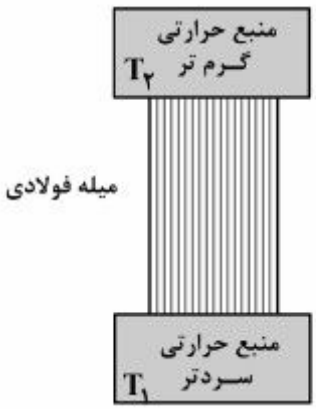
۳) ۴۰ درصد

۴) ۴۲/۴ درصد

موسسه تحقیقاتی آرمان

www.isijournal.net

۳۰- در شکل زیر، وقتی یک میله فولادی استوانه‌ای با طول محدود که سطح جانبی آن با یک عایق حرارتی پوشانیده شده بین دو منبع حرارتی گرم‌تر به دمای T_2 و سردتر به دمای T_1 قرار می‌گیرد، تولید آنتروپی آن در جهان در هر ثانیه $\sigma_\circ$ است. اگر این میله فولادی در همین حال به‌صورت یک ماشین «کارنو» دربیاید در هر ثانیه چقدر کار مکانیکی تولید می‌کند؟



۱) $\sigma_\circ(T_2 - T_1)$

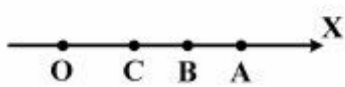
۲) $\frac{\sigma_\circ T_2 T_1}{(T_2 - T_1)}$

۳) $\sigma_\circ T_1$

۴) $\sigma_\circ T_2$

فیزیک جدید (۱و۲):

۳۱- سه ذره نسبیتی A و B و C روی محور x حرکت می‌کنند. سرعت ذره C نسبت به ناظر ساکن O برابر $v_{CO} = \circ/2c$، سرعت ذره B نسبت به C برابر $v_{BC} = \circ/2c$ و سرعت ذرهٔ A نسبت به B برابر $v_{AB} = \circ/6c$ است. سرعت ذره A نسبت به ناظر O چقدر است؟



۱) $\circ/4c$

۲) $\circ/6c$

۳) $\circ/8c$

۴) c

۳۲- گشتاور دوقطبی (ممان) مغناطیسی یک اتم که در حالت $^3P_2$ است، چند مگنتون بوهر است؟

۱) ۴/۹

۲) ۳/۷

۳) ۲/۵

۴) ۱/۵

۳۳- طول‌موج متناظر با بیشینه شدت در طیف تابش زمینه کیهانی، چقدر است؟

۱) ۱mm

۲) ۱cm

۳) ۰/۱m

۴) ۱m

موسسه تحقیقاتی آرمان

www.isijournal.net

۳۴- نوری با طول‌موج ۲۰۰nm به سطح فلز آلومینیوم می‌تابد. تابع کار آلومینیوم ۴٫۲eV است. انرژی جنبشی فوتو الکترون‌ها، T، چقدر است؟

۱) $T = ۲eV$

۲) $T = ۲٫۴eV$

۳) $۰ \le T \le ۲eV$

۴) $۲٫۴eV \le T \le ۴٫۲eV$

۳۵- اگر طول‌موج نور گسیل‌شده از یک کهکشان، در روی زمین برابر $۱٫۰۵\lambda_{۰}$ ردیابی شود، با استفاده از قانون هابل فاصلهٔ کهکشان از زمین چند سال نوری برآورده می‌شود؟ $H = ۲۱٫۸\ mm/s.ly$

۱) $۲٫۸\times۱۰^{۳}$

۲) $۲٫۸\times۱۰^{۱۱}$

۳) ۷×۱۰^{۵}

۴) ۷×۱۰^{۸}

۳۶- عدم قطعیت در مکان یک الکترون آزاد در یک‌لحظه از زمان ۱nm است. عدم قطعیت در مکان همین الکترون بعد از ۱ ثانیه چقدر است؟

۱) ۰٫۱m

۲) ۱۰m

۳) ۱km

۴) ۱۰۰km

۳۷- احتمال تونل‌زنی به‌وسیلهٔ الکترون‌های دارای انرژی ۵eV از یک سد پتانسیل به ارتفاع ۱۰eV و پهنای ۰٫۲nm تقریباً چند برابر احتمال تونل‌زنی همان الکترون‌ها از سدی به همان ارتفاع ولی با پهنای ۲nm است؟

۱) $e^{۶}$

۲) $e^{۸}$

۳) $e^{۳۰}$

۴) $e^{۴۰}$

۳۸- انرژی حالت پایه یک الکترون در جعبه‌ای به ابعاد $۱۶A^{\circ}\times۸A^{\circ}\times۴A^{\circ}$ چند الکترون‌ولت است؟

۱) ۲۸

۲) ۲٫۸

۳) ۰٫۲۸

۴) ۰٫۰۲۸

موسسه تحقیقاتی آرمان

www.isijournal.net

۳۹- کدام گزینه نادرست است؟

۱) همهٔ لپتون‌ها بار الکتریکی دارند.

۲) همهٔ لپتون‌ها اسپین‌شان $\frac{۱}{۲}$ است.

۳) همهٔ لپتون‌ها پادذره دارند.

۴) لپتون‌هایی وجود دارند که انرژی سکون‌شان از انرژی سکون پروتون بیشتر است.

۴۰- چند روز طول می‌کشد تا ۶۰ درصد یک نمونه از عنصر رادون واپاشی کند؟ نیمه‌عمر رادون ۳٫۸ روز است.

$\ln ۱۰ = ۲٫۳$, $\ln ۳ = ۱٫۱$, $\ln ۲ = ۰٫۶۹$

۱) ۵٫۴

۲) ۵٫۱

۳) ۴٫۶

۴) ۴٫۲

موسسه تحقیقاتی آرمان