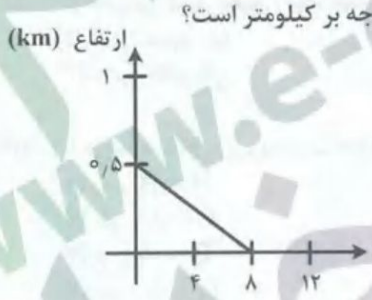
هواشناسی عمومی:

۱۰۶- ارتفاع تروپوپاز به‌طور متوسط در قطب و در استوا، به‌ترتیب چند کیلومتر است؟
۱) ۷ ، ۱۷ ۲) ۱۵ ، ۵
۳) ۷ ، ۱۷ ۴) ۵ ، ۱۵

۱۰۷- کدام روش انتقال گرما، در شب وجود ندارد؟
۱) همرفت طبیعی ۲) همرفت اجباری
۳) هدایت مولکولی ۴) همرفت طبیعی و اجباری

۱۰۸- اگر عرض جغرافیایی تقریباً ۳۵ درجه شمالی باشد، مقدار ضریب کنراد (Conrad) منطقه، کدام است؟
۱) ۵۱٫۶ ۲) ۶۵
۳) ۶۶ ۴) ۸۰

۱۰۹- با توجه به شکل گرادیان زیر، دمای هوا چگونه بوده و برابر با چند درجه بر کیلومتر است؟



۱) مثبت ـ ۸
۲) مثبت ـ ۱۶
۳) منفی ـ ۸
۴) منفی ـ ۱۶

۱۱۰- ابرهای سیروس و استراتوس، به‌ترتیب از کدام نوع‌اند؟
۱) بلند ـ پایین ۲) بلند ـ میانی
۳) پایین ـ بلند ۴) میانی ـ پایین

۱۱۱- میانگین سالانهٔ بارندگی و نرمال دما در یک محل، به‌ترتیب ۳۰۰mm و ۱۰°C است. ضریب دمارتن و نوع اقلیم، به‌ترتیب کدام‌اند؟
۱) ۱۵ ، خشک ۲) ۱۰ ، خشک
۳) ۱۵ ، نیمه‌خشک ۴) ۱۵ ، مدیترانه‌ای

۱۱۲- تغییرات سالانه دما با فشار بخار و رطوبت نسبی، به‌ترتیب واجد کدام رابطه هستند؟
۱) معکوس ـ مستقیم ۲) مستقیم ـ معکوس
۳) مستقیم ـ مستقیم ۴) معکوس ـ معکوس

۱۱۳- از اختلاط کدام دو بستهٔ هوا، همواره تراکم رخ می‌دهد؟
۱) اشباع و غیراشباع ۲) غیراشباع و غیراشباع
۳) اشباع و اشباع ۴) اشباع و شبه‌اشباع

۱۱۴- با توجه به مقطع جبهه‌ای زیر در سطح زمین، نقاط A، B و C، به‌ترتیب در داخل کدام جبهه هوایی قرار دارند؟

۱) سرد ـ گرم ـ گرم‌تر
۲) گرم ـ سرد ـ سردتر
۳) سرد ـ گرم ـ سرد
۴) سرد ـ سرد ـ سردتر

۱۱۵- حداکثر مقدار اُزن، در کدام لایه اتمسفر است؟

۱) مزوسفر
۲) ترموسفر
۳) تروپوسفر
۴) استراتوسفر

۱۱۶- حداقل سرعت لازم برای فرار مولکول‌ها از جاذبه زمین و خروج از اتمسفر، حدود چند $\frac{km}{s}$ است؟

۱) ۲
۲) ۸
۳) ۱۰
۴) ۱۲

۱۱۷- در خصوص گاز اُزن، کدام مورد صحیح است؟

۱) ناپایدار و ممکن است مفید یا مضر باشد.
۲) ناپایدار و مفید
۳) ناپایدار و مضر
۴) پایدار و مضر

۱۱۸- درخصوص شفق قطبی، کدام مورد صحیح است؟

۱) نوعی جبهه هوا
۲) متئور نوری
۳) متئور الکتریکی
۴) متئور آبی

۱۱۹- با توجه به شکل زیر، وضعیت میدان از نظر فشار و گرادیان آن، چگونه است؟

۱) پر ـ $B = A$
۲) کم ـ $B < A$
۳) پر ـ $B > A$
۴) کم ـ $B > A$

۱۲۰- کدام مورد، درخصوص مقدار نیروی کوریولیس، صحیح است؟

۱) در استوا حداکثر
۲) در قطبین حداکثر
۳) برای جسم ساکن حداکثر
۴) مستقل از سرعت جسم

۱۲۱- کدام مورد، درخصوص ثابت‌های فرمول سایکرومتری به‌صورت $f = F(t') - AP(t - t')$، صحیح است؟

۱) A ثابت سایکرومتری، t' دمای تر
۲) A ثابت سایکرومتری، t دمای تر
۳) $F(t')$ فشار بخار واقعی، t دمای تر
۴) A ثابت سایکرومتری، f تبخیر

۱۲۲- محل تلاقی منحنی‌های SWR و LWR، کدام مورد است؟

۱) زمان دمای حداکثر
۲) زمان دمای حداقل
۳) زمان دمای حداکثر یا حداقل
۴) طلوع و غروب خورشید

۱۲۳- ثابت خورشیدی، برابر با کدام مورد است؟

۱) $۱/۹۴ \frac{ln}{day}$
۲) $۲ \frac{\frac{cal}{cm^۲}}{min}$
۳) $۲ \frac{cal}{cm^۲}$
۴) ۲ لانگلی

۱۲۴- وارونگی (Inversion) هوا، چه زمانی رخ می‌دهد؟

۱) جریانات هوا صعودی شود.
۲) $\frac{dT}{dZ} < 0$
۳) $\frac{dP}{dZ} < 0$
۴) $\frac{dT}{dZ} > 0$

۱۲۵- عمق میرایی رژیم دمایی خاک در مقیاس سالانه، حدوداً کدام است؟

۱) ۱۰ سانتی‌متر
۲) ۸۰ سانتی‌متر
۳) ۷ متر
۴) ۱ متر

۱۲۶- درخصوص تروپوپاز، کدام مورد صحیح است؟

۱) گرادیان برابر با صفر است.
۲) گرادیان دما منفی است.
۳) گرادیان دما مثبت است.
۴) ارتفاع همواره ثابت است.

۱۲۷- عضو حساس دمانگار، کدام است؟

۱) کپسول آنروئید
۲) لوله بوردون
۳) تیغه سفید و سیاه
۴) تیغه دوفلزی

۱۲۸- کدام مورد برای تشکیل شبنم، صحیح است؟

۱) دما باید کمتر از نقطه شبنم شود.
۲) دما باید به نقطه شبنم برسد.
۳) هسته‌های تراکم لازم است.
۴) بستگی به رطوبت نسبی ندارد.

۱۲۹- در رژیم شبه‌مدیترانه‌ای، کدام مورد صحیح است؟

۱) بارش تابستانه بیشتر از زمستانه است.
۲) بارش در فصل سرد است.
۳) فصل گرم سال هم دارای بارش است.
۴) بارش در طول سال، یکنواخت است.

۱۳۰- در فرآیند بی‌درو (Adiabatic)، کدام مورد صحیح است؟

۱) تبادل گرما صورت می‌گیرد.
۲) تغییر دما ناشی از انجام کار است.
۳) تغییرات دما وجود ندارد.
۴) توزیع ابر شکل می‌گیرد.

۱۳۱- کدام مورد، بیانگر دمای پتانسیل است؟

۱) دمای بی‌درو
۲) دمای یک بسته هوا
۳) دمای هوا در سطح دریا
۴) دمای پایداری مطلق در فشار استاندارد

۱۳۲- برای ایستگاهی در عرض ۴۵° و سطح دریا، کدام تصحیح فشارسنجی انجام نمی‌شود؟

۱) شتاب ثقل
۲) ارتفاع
۳) دما
۴) شتاب ثقل و ارتفاع

۱۳۳- آنمومتر (Anemometer)، کدام مورد است؟

۱) بادنما
۲) دماسنج
۳) بادسنج
۴) ارتفاع‌سنج

۱۳۴- تغییرات شبانه‌روزی فشار، حداکثر چه تعداد و در کدام ساعت (ساعات) شبانه‌روز است؟

۱) دو، ۱۰ و ۲۲
۲) یک، ۱۰
۳) دو، ۴ و ۱۶
۴) یک، ۱۶

۱۳۵- باد گرادیان، به کدام دلیل به‌وجود می‌آید؟
۱) گرادیان شدید فشار
۲) منحنی بودن مسیر باد
۳) تعادل نیروی اصطکاک و کوریولیس
۴) تعادل گرادیان فشار و نیروی کوریولیس

۱۳۶- در تبخیر از سطح آب، هرچه دمای آب ..... ، شوری آن ..... و فشار هوا ..... باشد، مقدار تبخیر بیشتر است.
۱) بیشتر ـ کمتر ـ کمتر
۲) بیشتر ـ بیشتر ـ کمتر
۳) بیشتر ـ کمتر ـ بیشتر
۴) بیشتر ـ بیشتر ـ بیشتر

۱۳۷- گازهای تشکیل‌دهنده هتروسفر یا جوّ ناهمگن که بخشی از آتمسفر زمین است، دارای کدام وضعیت هستند؟
۱) درکل اتمی هستند و در آن، گاز مولکولی وجود ندارد.
۲) در لایه‌های پایین، مولکولی و در لایه بالا، اتمی هستند.
۳) نسبت گازهای اتمی‌شده به گازهای مولکولی، همواره در تمام ارتفاعات ثابت است.
۴) به‌تدریج اتمی می‌شوند و هرچه ارتفاع بیشتر شود، اتم‌ها افزایش می‌یابند تا تمام مولکول‌ها اتمی شوند.

۱۳۸- اُزن اتمسفری، بخش عمدهٔ کدام تابش‌ها را جذب نموده و حدوداً چند میلی‌متر است؟
۱) مادون قرمز، ۳۰
۲) ماوراءبنفش، ۳
۳) ماوراءبنفش، ۳۰
۴) مادون قرمز، ۳

۱۳۹- میانگین روزانه دمای مناطق نیمه‌گرمسیری، چند ماه از سال، از $20^{\circ}C$ بیشتر است؟
۱) ۶ تا ۱۱
۲) ۱۰ تا ۱۲
۳) ۴ تا ۱۱
۴) ۶ تا ۸

۱۴۰- دماسنج کمینه و دماسنج بیشینه هواشناسی در داخل پناهگاه، به‌ترتیب چگونه نصب می‌شوند؟
۱) کاملاً افقی ـ کمی مایل مخزن پایین‌تر
۲) کاملاً افقی ـ کمی مایل مخزن بالاتر
۳) کمی مایل مخزن پایین‌تر ـ کاملاً افقی
۴) کمی مایل مخزن بالاتر ـ کاملاً افقی

آمار و ریاضی:

۱۴۱- میانگین نمره‌های یک آزمون ۵۷ و انحراف‌معیار نمرات ۱۰ است. اگر نمرهٔ کسب‌شده فردی ۷۲ باشد، نمره استاندارد وی کدام است؟ (توزیع نمرات، نرمال است.)
۱) ۱
۲) ۰/۵
۳) ۱/۵
۴) ۲

۱۴۲- در یک امتحان، نتایج زیر به‌دست آمده است. درخصوص عملکرد دانشجویان در هر سه امتحانات، کدام مورد صحیح است؟

درس	ریاضی	آمار	فیزیک
دانشجو	$\bar{X}=60$ $s=10$	$\bar{X}=55$ $s=12$	$\bar{X}=50$ $s=5$
A	۷۰	۳۱	۶۰
B	۶۵	۴۳	۵۳
C	۶۳	۴۰	۵۰

۱) A از B و C بهتر است.
۲) B از A و C بهتر است.
۳) A با B برابر و از C بهتر است.
۴) B با C برابر و از A بهتر است.

۱۴۳- متغیر تصادفی X، دارای توزیع یکنواخت در بازهٔ $[a,b]$ است. مُد (نما) کمّیت X کدام است؟

۱) $\frac{a+b}{۲}$

۲) $\frac{b-a}{۲}$

۳) $\frac{(b-a)^۲}{۱۲}$

۴) مد ندارد.

۱۴۴- اگر X متغیر تصادفی، $P(X>۰)=۱$ و امید ریاضی متناهی باشد، کدام مورد همواره صحیح است؟

۱) $cov(x,\frac{۱}{x})>۰$

۲) $cov(x,\frac{۱}{x})<۰$

۳) $cov(x,\frac{۱}{x})\geq ۰$

۴) $cov(x,\frac{۱}{x})\leq ۰$

۱۴۵- از جامعه‌ای با انحراف‌معیار ۱٫۲، یک نمونه تصادفی با حجم ۳۶ و میانگین ۱۷ انتخاب شده است. فاصله اطمینان ۹۵ درصدی برای میانگین جامعه، کدام است؟ ($Z_{\frac{\alpha}{۲}}=۱٫۹۶$ ، $Z_{\alpha}=۱٫۶۴$)

۱) (۱۶٫۶۰۸،۱۷٫۳۹۲)

۲) (۱۶٫۶۷۲،۱۷٫۳۲۷)

۳) (۱۷٫۶۰۸،۱۸٫۳۹۲)

۴) (۱۷٫۶۷۲،۱۸٫۳۲۸)

۱۴۶- توزیع استودنت، در کدام‌یک از آزمون‌های فرض استفاده می‌شود؟

۱) نمونه $n<۳۰$ و واریانس جامعه معلوم

۲) نمونه $n<۳۰$ و واریانس جامعه نامعلوم

۳) نمونه $n>۳۰$ و واریانس جامعه معلوم

۴) نمونه $n>۳۰$ و واریانس جامعه نامعلوم

۱۴۷- یک نمونه تصادفی ۹ تایی از جامعه با توزیع نرمال $N(\mu,۵)$ انتخاب و میانگین آن ۴٫۵ گزارش شده است. در آزمون فرضیهٔ $\begin{cases}H_۰:\mu=۴\\H_۱:\mu>۴\end{cases}$، مقدار آمارهٔ آزمون کدام است؟

۱) $۰٫۵\sqrt{۳}$

۲) ۰٫۳

۳) ۰٫۵

۴) $۰٫۳\sqrt{۵}$

۱۴۸- با توجه به داده‌های $\sum y^۲=۹۹$ ، $\sum x^۲=۱۳۳۱$ و $\sum xy=۱۲۱$ ، ضریب همبستگی کدام است؟

۱) $\frac{۲}{۳}$

۲) $\frac{۱}{۳}$

۳) $\frac{۳}{۴}$

۴) $\frac{۱}{۴}$

۱۴۹- اگر $A=\begin{bmatrix}۲ & ۴ & ۳\\ -۱ & ۶ & ۹\\ ۳ & ۸ & ۱\end{bmatrix}$ باشد، مجموعه درآیه‌های ماتریس $A^۲$ کدام است؟

۱) ۳۳۳

۲) ۳۴۵

۳) ۴۴۴

۴) ۵۶۴

۱۵۰- ضریب $x^۹$ در بسط سری مک‌لورن تابع $f(x)=\frac{x}{(۱+x^۲)^۳}$، کدام است؟ $(|x|<۱)$

۱) -۱

۲) -۱۰

۳) ۵

۴) صفر

۱۵۱- حاصل انتگرال $\int_۰^۱ \frac{x^۲+۲}{x+۲}dx$، کدام است؟

۱) $\frac{۲}{۳}+۶\ln\frac{۳}{۲}$

۲) $\frac{۲}{۳}+۶\ln\frac{۲}{۳}$

۳) $-\frac{۳}{۲}+۶\ln\frac{۲}{۳}$

۴) $-\frac{۳}{۲}+۶\ln\frac{۳}{۲}$

۱۵۲- اگر $u=x\int_۱^y e^{t^۲}dt$ باشد، حاصل u_{xy} در نقطه $(۲,۲)$ کدام است؟

۱) $e^۴$

۲) $e^۲$

۳) $۴e^۴$

۴) $۲e^۲$

۱۵۳- کمترین مقدار تابع $f(x,y)=۴x^۲+۶xy+۳y^۲-۴x+۷$، کدام است؟

۱) ۷

۲) ۶

۳) ۴

۴) ۳

۱۵۴- مشتق سویی تابع $f(x,y)=x^۲+۲xy-y^۲$ در جهت بردار $\vec{u}=\vec{i}+\vec{j}$ در نقطه $A\ (۱,۲)$ کدام است؟

۱) $۲\sqrt{۲}$

۲) $\sqrt{۲}$

۳) ۲

۴) ۴

۱۵۵- اگر R ناحیه محدود به صفحات $y=x$، $y=z=0$ و استوانه $z=2-x^2$ واقع در $\frac{1}{8}$ اول باشد، حاصل $\iiint_R 2xyz\,dv$، کدام است؟

۱) $\frac{1}{4}$

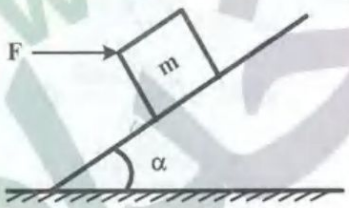
۲) $\frac{3}{4}$

۳) $\frac{1}{3}$

۴) $\frac{4}{3}$

فیزیک عمومی:

۱۵۶- جسمی به جرم $20kg$ روی سطح شیبداری با زاویه $\alpha=30^\circ$ ساکن است. اگر ضریب اصطکاک ایستایی جسم با سطح شیب‌دار $0/4$ باشد، حداکثر نیروی افقی F که می‌توان به جسم اعمال کرد، بدون آنکه روی سطح شیب‌دار به سمت بالا حرکت کند، تقریباً چند نیوتن است؟ $(g=9/8\frac{m}{s})$



۱) ۱۵۴

۲) ۲۴۹

۳) ۳۱۴

۴) ۵۷۱

۱۵۷- ذره‌ای به جرم m، در یک بُعد تحت پتانسیل $U(x)=k(2x^3-5x^2+4x)$ حرکت می‌کند که در آن، $k>0$ ضریب ثابتی است. نقطه تعادل پایدار ذره و بسامد زاویه‌ای حول آن نقطه، کدام است؟

۱) $x=\frac{2}{3}$ ، $\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}$

۲) $x=\frac{2}{3}$ ، $\omega=\sqrt{\frac{2k}{m}}$

۳) $x=1$ ، $\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}$

۴) $x=1$ ، $\omega=\sqrt{\frac{2k}{m}}$

۱۵۸- یک نوترون با سرعت v_0، به‌صورت رودررو، با هسته کربن ساکنی با عدد اتمی ۱۲، برخورد کشسان می‌کند. در این برخورد، چه کسری از انرژی جنبشی اولیه نوترون، به هسته کربن منتقل می‌شود؟

۱) $\frac{8}{26}$

۲) $\frac{24}{169}$

۳) $\frac{48}{169}$

۴) $\frac{6}{26}$

۱۵۹- یک فرفره از یک قرص یکنواخت به شعاع ۴ cm و جرم ۵۰ g که به یک میله محوری بسیار سبک متصل‌شده، تشکیل شده است. فرفره روی یک سطح افقی قرار دارد و از حالت سکون حول محورش با سرعت زاویه‌ای $۳۰۰\frac{rad}{s}$ به دوران درمی‌آید. چند ژول کار انجام شده است؟

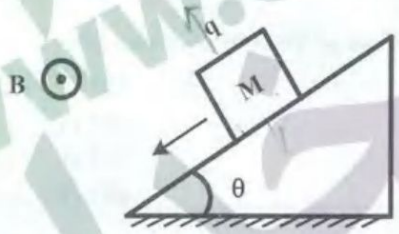
۱) ۱٫۸
۲) ۳٫۶
۳) ۵٫۴
۴) ۷٫۲

۱۶۰- یک کرهٔ توپر یکنواخت، روی سطح شیب‌داری با حرکت غلتشی کامل درحالِ بالا رفتن از سطح شیب‌دار است. درحین این حرکت، در هر لحظه چند درصد از انرژی جنبشی ذره، از نوع انرژی جنبشی دورانی است؟

$I_{\text{کره توپر}} = \frac{۲}{۵}mR^۲$

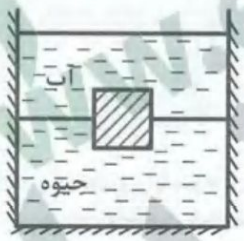
۱) ۵۰
۲) ۳۳٫۳
۳) ۲۸٫۵۷
۴) ۲۵

۱۶۱- جسمی به جرم M و بار الکتریکی q روی سطح شیب‌دار بدون اصطکاکی با زاویه شیب θ در حرکت است. یک میدان مغناطیسی ثابت عمود بر صفحه کاغذ وجود دارد. شتاب جسم در لحظه‌ای که سرعت آن v است، کدام است؟



۱) $g\sin\theta$
۲) $g\sin\theta + \frac{qVB\cos\theta}{m}$
۳) $g\sin\theta - \frac{qVB\cos\theta}{m}$
۴) $(g + \frac{qVB}{m})\sin\theta$

۱۶۲- در یک ظرف، مطابق شکل زیر، آب روی جیوه قرار دارد. مکعبی از آهن به ضلع ۶۰ cm درحالِ تعادل در مرز مشترک دو مایع قرار دارد. چند سانتی‌متر از مکعب داخل جیوه قرار دارد؟ (چگالی آهن $۷٫۷\frac{g}{cm^۳}$ و چگالی جیوه $۱۳٫۶\frac{g}{cm^۳}$ است.)



۱) ۴۱٫۴
۲) ۳۲
۳) ۲۷٫۵
۴) ۳۰

۱۶۳- یک حباب هوا در عمق ۴۰ m یک دریاچه، حجمی برابر $۸۰ cm^۳$ دارد. اگر این حباب به سطح آب بیاید، حجم آن تقریباً چند $cm^۳$ است؟ (فشار هوای محیط ۷۰ سانتی‌متر جیوه است و دمای دریاچه در نقاط مختلف یکسان فرض شود.)

۱) ۸۳
۲) ۲۵۷
۳) ۳۳۷
۴) ۴۱۷

۱۶۴- یک پرتو الکترون استوانه‌ای‌شکل به شعاع d، دارای چگالی بار حجمی $\rho = \rho_0(1+\frac{r^2}{d^2})$ است که r فاصله یک نقطه از محور استوانه و ρ_0 ضریب ثابتی است. میدان الکتریکی در نقطه‌ای خارج پرتو و به فاصله r از پرتو الکترون، کدام است؟

۱) $\frac{3\rho_0 d^2}{4\varepsilon_0 r}$

۲) $\frac{3\rho_0 d^4}{2\varepsilon_0 r}$

۳) $\frac{3\rho_0}{4\varepsilon_0}\ln\left(\frac{r}{d}\right)$

۴) $\frac{2\pi\rho_0 d^3}{\varepsilon_0 r^2}$

۱۶۵- میدان الکتریکی به شکل $\vec{E}(y) = y^2\hat{i}$ وجود دارد که در آن y برحسب متر و میدان برحسب $\frac{N}{C}$ است. برای انتقال بار $q = 6\mu C$ از مبدأ مختصات به نقطه‌ای با مختصات دکارتی (۱،۲،۰)، چند میکروژول کار لازم است؟

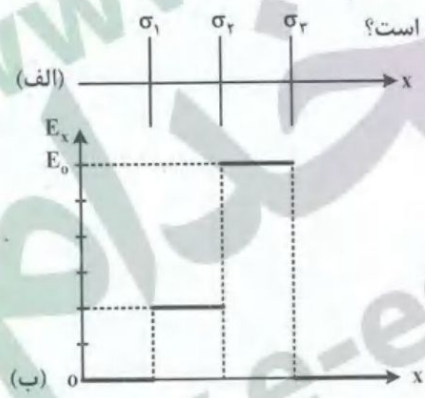
۱) ۴۸

۲) $24\sqrt{3}$

۳) ۲۲

۴) ۱۶

۱۶۶- شکل «الف»، سه ورقهٔ پلاستیکی بزرگ و موازی را نشان می‌دهد که به‌طور یکنواختی باردار شده‌اند و در شکل «ب»، مؤلفهٔ میدان الکتریکی خالص در راستای محور x (محور عمود بر صفحه ورقه‌ها) رسم شده است. نسبت چگالی بار ورقه ۳ به چگالی بار ورقه ۲، $(\frac{\sigma_3}{\sigma_2})$، کدام است؟



۱) ۶

۲) ۶−

۳) ۱٫۵−

۴) ۱٫۵

۱۶۷- حلقه رسانایی به مساحت $40cm^2$، تعداد ۵۰۰ دور سیم‌پیچ و مقاومت الکتریکی 2Ω، درون ناحیه‌ای با میدان مغناطیسی ثابت $3T$ قرار دارد، به‌طوری‌که راستای میدان، عمود بر صفحه حلقه است. این حلقه در مدت $0,2s$ از ناحیهٔ میدان خارج می‌شود. در این فرایند، چند ژول کار انجام می‌شود؟

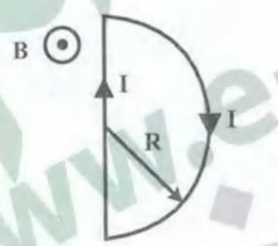
۱) ۹۰

۲) 9×10^3

۳) ۴۵۰

۴) $4,5\times10^6$

۱۶۸- یک حلقه سیم بسته به شکل نیم‌دایره در ناحیه‌ای از فضا قرار دارد که میدان مغناطیسی ثابت ۴۰ گاوس عمود بر صفحه حلقه وجود دارد. اگر شعاع حلقه $R = 5cm$ و شدت جریان درون حلقه $I = 20A$ باشد، نیروی کل وارد بر حلقه، چند نیوتن است؟



۱) $1,6\times10^2$

۲) $1,6\times10^{-3}$

۳) 8×10^{-3}

۴) $2,06\times10^{+2}$

۱۶۹- در ناحیه‌ای از فضا، میدان مغناطیسی به‌شکل $\vec{B}(x,y) = 2x^2y^2\hat{k}$ وجود دارد که x و y برحسب متر و B برحسب تسلا است. شار مغناطیسی عبوری از مستطیلِ واقع در صفحه xy که رأس‌های آن در نقاط (۰،۰)، (۱،۰)، (۰،۳) و (۱،۳) است، چند وبر است؟ (مختصات برحسب متر است.)

۱) ۵۴ ۲) ۲۷

۳) ۹ ۴) ۴٫۵

۱۷۰- خودالقایی سیم‌پیچ ایده‌آلی با تعداد n دور در واحد طول، شعاع R و طول L، کدام است؟

۱) $\mu_0 \pi n^2 R^2 L$ ۲) $\mu_0 \pi n R^2 L$

۳) $2\mu_0 n^2 R L^2$ ۴) $\frac{1}{2}\mu_0 n^2 R^2 L^2$