

مبارزه علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست‌وجو و کشف واقعیت‌هاست. «الام نین (رو)»

دفترچه سؤالات مرحله اول سال ۱۳۹۶

سی و یکمین دوره المپیاد فیزیک

ساعت: ۰۹:۰۰ صبح

کد دفترچه: ۱

مدت آزمون	تعداد سؤالات	
	مسئله کوتاه	چهار گزینه‌ای
۲۱۰ دقیقه	۵	۲۷

نام:

نام خانوادگی:

شماره صندلی:

توضیحات مهم

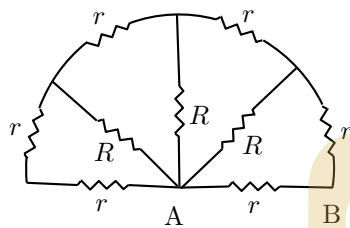
استفاده از ماشین حساب ممنوع است.

- ۱ - کد دفترچه سؤالات شما ۱ است. این کد را در محل مشخص شده روی پاسخ‌نامه با مداد پر کنید. در غیر این صورت پاسخ‌نامه شما تصحیح نخواهد شد. توجه داشته باشید کد دفترچه سؤالات شما که در بالای هر یک از صفحه‌های این دفترچه نوشته شده است، با کد دفترچه که در همین صفحه است، یکی باشد.
- ۲ - بلافاصله پس از آغاز آزمون، تعداد سؤالات داخل دفترچه و وجود همه برگه‌های دفترچه سؤالات را بررسی نمایید. در صورت وجود هر گونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید.
- ۳ - یک برگه پاسخ‌نامه در اختیار شما قرار گرفته که مشخصات شما بر روی آن نوشته شده است. در صورت نادرست بودن آن، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید. ضمناً مشخصات خواسته شده در پایین پاسخ‌نامه را با مداد مشکی بنویسید.
- ۴ - برگه پاسخ‌نامه را دستگاه تصحیح می‌کند، پس آن را تا نکید و تمیز نگه دارید و به علاوه، پاسخ هر پرسش را با مداد مشکی نرم در محل مربوطه علامت بزنید. لطفاً خانه مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.
- ۵ - در سوال‌های چهار گزینه‌ای به هر پاسخ درست ۳ نمره مثبت و به هر پاسخ نادرست ۱ نمره منفی تعلق می‌گیرد. در مسئله‌های کوتاه به هر پاسخ درست ۵ نمره مثبت تعلق می‌گیرد و پاسخ نادرست نمره منفی ندارد.
- ۶ - همراه داشتن هرگونه کتاب، جزوه، یادداشت و لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه، ماشین حساب و لپ‌تاپ ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد، تقلب محسوب خواهد شد.
- ۷ - آزمون مرحله دوم برای دانش‌آموزان پایه دهم، صرفاً جنبه آزمایشی و آمادگی دارد و شرکت‌کنندگان در دوره تابستانی از بین دانش‌آموزان پایه یازدهم انتخاب می‌شوند.
- ۸ - داوطلبان نمی‌توانند دفترچه سؤالات را با خود ببرند. دفترچه باید همراه پاسخ‌نامه تحویل داده شود.

۵) کد دفترچه سؤالات شما ۱ است. این کد را در محل مشخص شده روی پاسخ‌نامه با مداد پر کنید.

۱) ذره‌ای به جرم m و بار الکتریکی q تحت تأثیر نیروی گرانش زمین و نیروی الکتریکی روی مسیری افقی با شتاب ثابت g حرکت می‌کند. اندازه نیروی الکتریکی کدام گزینه است؟

- (۱) صفر (۲) $\frac{\sqrt{2}}{2}mg$ (۳) mg (۴) $\sqrt{2}mg$



۲) مقاومت الکتریکی بین دو نقطه‌ی A و B در شکل چقدر است؟

$$R = 60 \, \Omega \text{ و } r = 30 \, \Omega$$

- (۱) $90 \, \Omega$ (۲) $60 \, \Omega$ (۳) $30 \, \Omega$ (۴) $20 \, \Omega$

۳) در یک دنیای فرضی چهار نوع بار قرمز، آبی، سبز و زرد وجود دارد به طوری که دو بار هم‌رنگ یکدیگر را دفع و دو بار غیر هم‌رنگ را جذب می‌کنند. فرض کنید برای تشخیص نوع بار معینی در این دنیای فرضی از ابزاری شبیه برق‌نما (الکتروسکوپ) استفاده می‌کنیم که کلاهک آن را می‌توان قبلاً با هریک از بارهای چهارگانه قرمز، آبی، سبز و زرد باردار کرد. برای تعیین نوع این بار حداکثر به چند تا از برق‌نماهای فوق نیاز داریم؟

- (۱) یک (۲) دو (۳) سه (۴) چهار

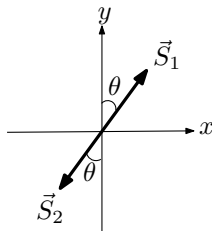
۴) جاده‌ای شیب 20% درصد دارد، یعنی در هر 100 متر روی جاده خودرو 20 متر بالاتر می‌رود. یک خودرو در یک روز برفی در کنار این جاده توقف می‌کند و راننده ترمز دستی آن را می‌کشد. خودرو به طرف پایین جاده شروع به سر خوردن می‌کند بدون این که چرخ‌ها بچرخند. اگر این خودرو در همین روز برفی بخواهد در یک خیابان افقی از حال سکون شروع به حرکت کند حداقل چه زمانی برای رسیدن به سرعت $90 \, \text{km/h}$ نیاز دارد؟ $g = 9.8 \, \text{m/s}^2$

- (۱) $11/4 \, \text{s}$ (۲) $12/5 \, \text{s}$ (۳) $40/1 \, \text{s}$ (۴) $45/0 \, \text{s}$

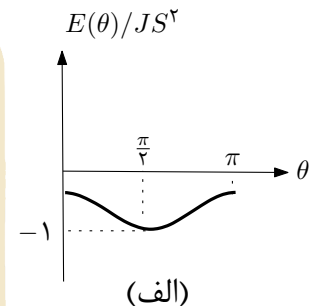
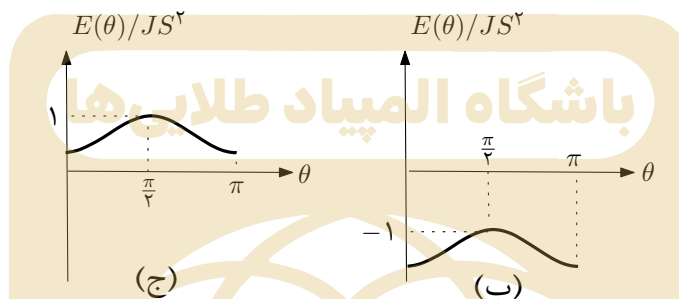
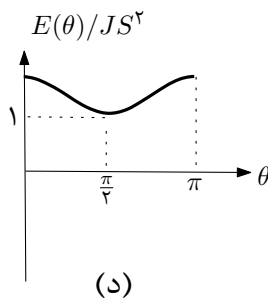
۵) هر دوقطبی مغناطیسی با برداری موسوم به ممان دوقطبی مغناطیسی، $\vec{S}$ ، مشخص می‌شود. انرژی دستگاهی متشکل از دو دوقطبی مغناطیسی را به صورت زیر بگیرید

$$E(\theta) = J[S_{1x}S_{2x} + S_{1y}S_{2y} + \lambda S_{1y}S_{2y} + \frac{\mu}{\gamma}(S_{1y}^2 + S_{2y}^2)],$$

که در آن J ، λ و μ ثابت‌های مثبت هستند ($\lambda < 1$ و $\mu < 1$). همچنین S_{1x} و S_{1y} مؤلفه‌های بردار $\vec{S}_1$ و S_{2x} و S_{2y} مؤلفه‌های بردار $\vec{S}_2$ هستند.



دوقطبی‌های $\vec{S}_1$ و $\vec{S}_2$ را مطابق شکل در صفحه $y-x$ در نظر بگیرید. اندازه هر ممان S است. هریک از نمودارهای زیر ممکن است انرژی دستگاه را بر حسب θ نشان دهد.



کدام گزینه درست است؟

- ۱) شکل (الف) برای $\lambda > \mu$ و شکل (ب) برای $\lambda < \mu$ ۲) شکل (ج) برای $\lambda > \mu$ و شکل (د) برای $\lambda < \mu$
- ۳) شکل (ب) برای $\lambda > \mu$ و شکل (الف) برای $\lambda < \mu$ ۴) شکل (د) برای $\lambda > \mu$ و شکل (ج) برای $\lambda < \mu$

۶) با در نظر گرفتن مقادیر تقریبی مناسب برای کمیت‌های مرتبط، مرتبه بزرگی تعداد ملکول‌های نیتروژن جو زمین به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟

۱۰۵۴ (۴)

۱۰۴۹ (۳)

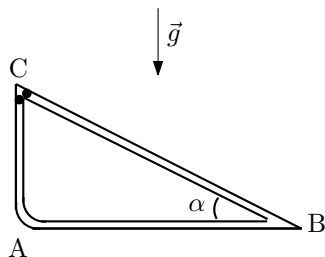
۱۰۴۴ (۲)

۱۰۳۹ (۱)

۷) هسته عناصر مانند یک جسم سخت نیست که سطح آن مرز مشخصی دارد. به هسته‌ای با عدد جرمی A شعاع متوسط R نسبت داده می‌شود که رابطه آن با A به صورت $R = R_0 A^{1/3}$ است که $R_0 = 1/2 \text{ fm}$. جرم یک پروتون یا نوترون $1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ است. چگالی ماده هسته‌ای کدام گزینه است؟

- ۱) $2/3 \times 10^8 \text{ kg/m}^3$ (۲) $2/3 \times 10^{11} \text{ kg/m}^3$ (۳) $2/3 \times 10^{14} \text{ kg/m}^3$ (۴) $2/3 \times 10^{17} \text{ kg/m}^3$

۸) دو جسم کوچک از نقطه C بدون سرعت اولیه رها می‌شوند و روی مسیرهای بدون اصطکاک CB و CAB به نقطه B می‌رسند. جسمی که از مسیر CAB می‌رود در نقطه A بدون آن که اندازه سرعت‌اش تغییر کند منحرف می‌شود و در مسیر AB به حرکت ادامه می‌دهد. زاویه A قائمه و شتاب گرانش مطابق شکل است. $\cos \alpha$ چقدر باشد تا دو گلوله هم‌زمان به نقطه B برسند؟



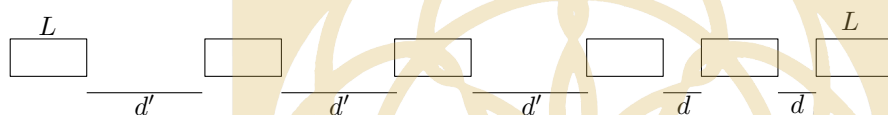
$$\frac{1}{2} \quad (4)$$

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

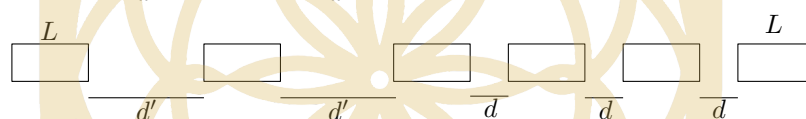
$$\frac{2}{3} \quad (2)$$

$$\frac{4}{5} \quad (1)$$

۹) تصویر هوایی لحظه‌ای از یک بزرگ‌راه مطابق شکل (۱) است. در لحظه تصویربرداری خودروهای جلویی، به فاصله $d = 2 \text{ m}$ از یکدیگر، با سرعت $v_1 = 5 \text{ m/s}$ و خودروهای عقبی به فاصله d' از یکدیگر، با سرعت $v_2 = 25 \text{ m/s}$ حرکت می‌کنند. طول همه خودروها را $L = 5 \text{ m}$ بگیرید. نخستین خودرو از مجموعه عقبی به محض آن که به فاصله d از آخرین خودرو مجموعه جلویی می‌رسد سرعت خود را به طور آنی از v_2 به v_1 می‌رساند و در همین لحظه یک تصویر هوایی دیگر از بزرگ‌راه گرفته می‌شود که مطابق شکل (۲) است. d' چقدر است؟



شکل (۱)



شکل (۲)

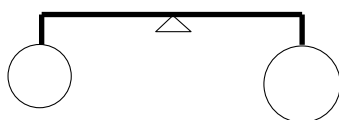
$$35 \text{ m} \quad (4)$$

$$30 \text{ m} \quad (3)$$

$$25 \text{ m} \quad (2)$$

$$10 \text{ m} \quad (1)$$

۱۰) در شکل مقابل دو بالون به شعاع‌های R_1 و R_2 داریم که به ترتیب از گازهایی به چگالی ρ_1 و ρ_2 پر شده‌اند. بالون‌ها از دو سمت یک ترازوی ساده که طول بازوهای آن مساوی است آویخته شده و دستگاه در حالت تعادل است. چگالی هوا ρ_0 است و داریم $\rho_0 < \rho_1 < \rho_2$.



کدام گزینه در مورد R_2/R_1 درست است؟ جرم بالون‌های خالی با یکدیگر برابر است.

$$\frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{\rho_2 - \rho_0}{\rho_1 - \rho_0} \right)^{1/3} \quad (2)$$

$$\frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{\rho_1(\rho_2 - \rho_0)}{\rho_2(\rho_1 - \rho_0)} \right)^{1/3} \quad (1)$$

$$\frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{\rho_1 - \rho_0}{\rho_2 - \rho_0} \right)^{1/3} \quad (4)$$

$$\frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{\rho_1}{\rho_2} \right)^{1/3} \quad (3)$$

۱۱) در یک دستگاه از واحدها، موسوم به واحدهای طبیعی، یکای طول $l_p = 1/6 \times 10^{-35} \text{ m}$ و یکای دما $T_p = 1/4 \times 10^{32} \text{ K}$ است که به آنها به ترتیب طول پلانک و دمای پلانک گفته می‌شود. در این دستگاه از واحدها تعداد فوتون‌ها بر واحد حجم عالم بر حسب دما با رابطه $n = 0.18 T^3$ داده می‌شود. اگر دمای میانگین عالم در حال حاضر 2.7 K باشد تعداد فوتون‌ها بر واحد حجم چند فوتون بر سانتی‌متر مکعب است؟

- (۱) $3/2 \times 10^2$ (۲) $1/4 \times 10^4$ (۳) $3/2 \times 10^8$ (۴) $1/4 \times 10^{10}$

۱۲) یک بالون پراز هیدروژن با جرم کل M و حجم ثابت V در ارتفاع h از سطح زمین در حال تعادل است. جو در شرایطی ایده‌آل فرض می‌شود که در آن چگالی هوا در ارتفاع h از رابطه $\rho = \rho_0 (1 - \frac{h}{h_0})^{1/(\gamma-1)}$ به دست می‌آید که ρ_0 چگالی هوا در ارتفاع صفر و γ ضریب اتمیسیته هوا است. فرض کنید به آرامی جرم m از بالون به بیرون ریخته شود. بالون بالا رفته در ارتفاع h' می‌ایستد. h' کدام است؟ یادآوری: اگر x خیلی کوچک‌تر از ۱ باشد ($x \ll 1$) آنگاه $(1+x)^\alpha \approx 1 + \alpha x$.

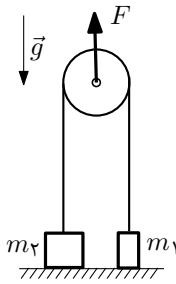
- (۱) $h + h_0 \frac{1}{\gamma-1} \frac{m}{M}$ (۲) $h + (h_0 - h) \frac{1}{\gamma-1} \frac{m}{M}$ (۳) $h + h_0 (\gamma-1) \frac{m}{M}$ (۴) $h + (h_0 - h) (\gamma-1) \frac{m}{M}$

۱۳) ذره‌ای با بار q و جرم m در میدان مغناطیسی یکنواخت B روی دایره‌ای می‌چرخد. بر اثر این چرخش ذره تابشی با طول موج λ انجام می‌دهد. با توجه به یکای کمیت‌ها کدام یک از روابط زیر می‌تواند طول موج تابش را بیان کند. ϵ_0 ضریب گذردهی الکتریکی خلأ و μ_0 تراوایی مغناطیسی خلأ است.

- (۱) $\lambda = \frac{qB}{m\sqrt{\epsilon_0\mu_0}}$ (۲) $\lambda = \frac{qB\sqrt{\epsilon_0\mu_0}}{m}$ (۳) $\lambda = \frac{m}{qB\sqrt{\epsilon_0\mu_0}}$ (۴) $\lambda = \frac{m\sqrt{\epsilon_0\mu_0}}{qB}$

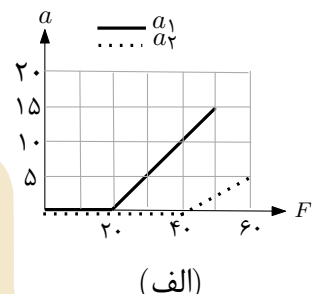
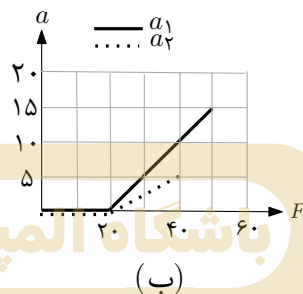
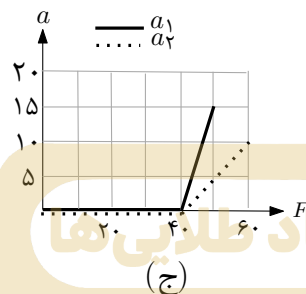
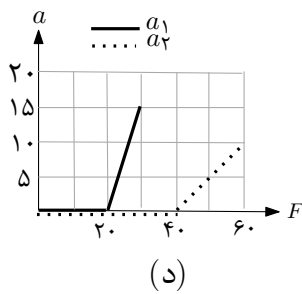
۱۴) یک لامپ 2.5 W نور زرد سدیم با طول موج $\lambda = 5890 \text{ \AA}$ تابش می‌کند. فرض کنید چشم انسان در تاریکی مطلق قادر است با دریافت حداقل 10 فوتون بر ثانیه یک منبع نور را تشخیص دهد. در این حال مردمک چشم کاملاً باز است و قطر آن به 6 mm می‌رسد. با توجه به این که انرژی فوتون‌ها از رابطه پلانک، $\epsilon = hf$ ، به دست می‌آید و با فرض آن که هیچ منبع نور دیگری نباشد و فوتون‌ها در مسیر خود پراکنده نشوند، این لامپ حداکثر از چه فاصله‌ای قابل تشخیص است؟ $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$ و $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$.

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



(۱۵) مطابق شکل دو جسم به جرم‌های $m_1 = ۱ \text{ kg}$ و $m_2 = ۲ \text{ kg}$ به دو سر ریسمانی که از روی قرقره‌ای گذشته است وصل شده‌اند. جرم قرقره و ریسمان قابل چشم‌پوشی است. در حالی که دو جسم روی یک سطح افقی به عنوان تکیه‌گاه قرار دارند، نیروی متغیر F را به سمت بالا به محور قرقره وارد می‌کنیم. اندازه F را از صفر به تدریج زیاد می‌کنیم.

کدام یک از نمودارهای زیر شتاب جرم‌های m_1 و m_2 را بر حسب F به درستی بیان می‌کند؟ شتاب a_1 را با خط توپر و شتاب a_2 را با خط چین نشان داده‌ایم. اعداد روی محور افقی بر حسب نیوتن و اعداد روی محور قائم بر حسب متر بر مجذور ثانیه است. $g = ۱۰ \text{ m/s}^2$.



کدام نمودار درست است؟

د (۴)

ج (۳)

ب (۲)

الف (۱)

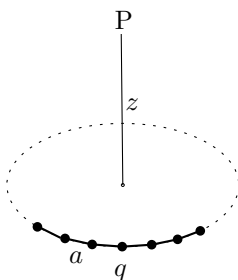
(۱۶) اگر دو مقاومت را با هم سری کنیم، مقاومت معادل p می‌شود و اگر همان دو مقاومت را با هم موازی ببندیم، مقاومت معادل q است. فرض کنید $p = nq$ است، حداقل مقدار ممکن برای n چیست؟

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۵ (۱)



(۱۷) $2n$ بار الکتریکی نقطه‌ای q مطابق شکل بر روی رأس‌های یک ضلعی منتظم که طول ضلع آن a است قرار داده شده‌اند. نقطه P به فاصله z از مرکز $2n$ ضلعی منتظم روی خط راستی که بر صفحه $2n$ ضلعی منتظم عمود است قرار دارد. اندازه میدان الکتریکی در نقطه P بر حسب $u = \frac{2z}{a} \sin(\frac{\pi}{2n})$ کدام گزینه است؟

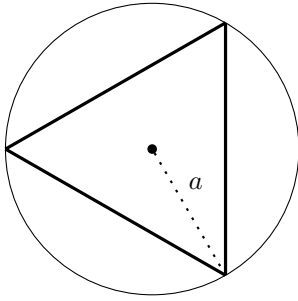
$$\frac{qn}{4\pi\epsilon_0 z^2} \frac{u^2}{(4+u^2)^{3/2}} \quad (۲)$$

$$\frac{qn}{4\pi\epsilon_0 z^2} \frac{u^2}{4+u^2} \quad (۱)$$

$$\frac{qn}{2\pi\epsilon_0 z^2} \frac{u^2}{(1+u^2)^{3/2}} \quad (۴)$$

$$\frac{qn}{2\pi\epsilon_0 z^2} \frac{u^2}{1+u^2} \quad (۳)$$

۱۸) سطح مقطع یک سیملوله طویل استوانه‌ای به شعاع a که در واحد طول آن n دور سیم پیچیده شده در شکل نشان داده شده است. یک حلقه رسانای روکش‌دار به شکل مثلث متساوی‌الاضلاع داخل سیملوله در دایره به شعاع a که عمود بر محور استوانه است محاط شده است. فرض کنید شدت جریان سیملوله، $I(t)$ ، با زمان تغییر کند. اگر مقاومت الکتریکی حلقه رسانا R باشد جریان الکتریکی القاء شده در آن کدام گزینه است؟ اثر خودالقایی حلقه را نادیده بگیرید.

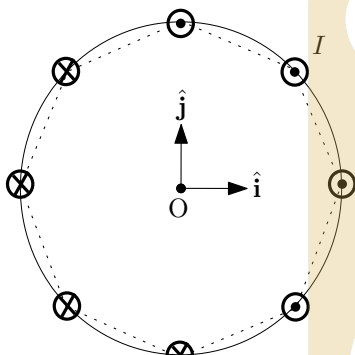


$$\left(\frac{3\sqrt{3}}{4} \frac{a^2}{R} \mu_0 n \frac{dI(t)}{dt} \right) \quad (2)$$

$$\left(\pi - \frac{3\sqrt{3}}{4} \right) \frac{a^2}{R} \mu_0 n \frac{dI(t)}{dt} \quad (4)$$

$$\left(\frac{\sqrt{3}}{4} \frac{a^2}{R} \mu_0 n \frac{dI(t)}{dt} \right) \quad (1)$$

$$\left(\pi - \frac{\sqrt{3}}{4} \right) \frac{a^2}{R} \mu_0 n \frac{dI(t)}{dt} \quad (3)$$



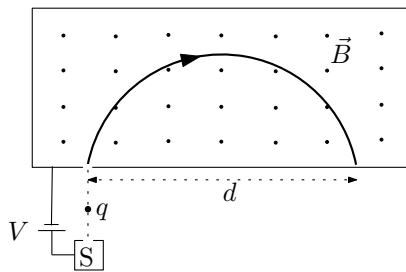
۱۹) هشت سیم مستقیم و طویل به موازات یکدیگر طوری قرار دارند که مقطع آن‌ها مطابق شکل، یک هشت ضلعی منتظم محاط در دایره‌ای به شعاع r است. جریان الکتریکی در همه آن‌ها I است که در چهارتا از آن‌ها به سمت داخل شکل و در چهارتای دیگر به سمت بیرون شکل است. بردار میدان مغناطیسی این مجموعه در نقطه O ، مرکز هشت ضلعی منتظم، بر حسب بردارهای یک‌ه $\hat{i}$ و $\hat{j}$ کدام گزینه است؟ یادآوری می‌شود اندازه میدان مغناطیسی یک سیم طویل حامل جریان I در فاصله R از آن $\frac{\mu_0 I}{2\pi R}$ است.

$$\frac{\mu_0 I}{2\pi r} [2(1 + \sqrt{2})\hat{i} + 2\hat{j}] \quad (2)$$

$$\frac{\mu_0 I}{2\pi r} [2(1 + \sqrt{2})\hat{i} - 2\hat{j}] \quad (4)$$

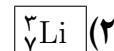
$$\frac{\mu_0 I}{2\pi r} [2\hat{i} - 2(1 + \sqrt{2})\hat{j}] \quad (1)$$

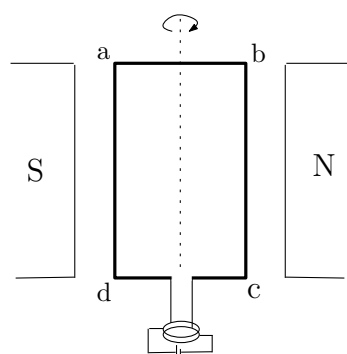
$$\frac{\mu_0 I}{2\pi r} [2\hat{i} + 2(1 + \sqrt{2})\hat{j}] \quad (3)$$



۲۰) در شکل، نمایی از یک دستگاه جداکننده جرم که برای اندازه‌گیری جرم یون‌ها به کار می‌رود، نشان داده شده است. در این دستگاه یون‌هایی که در چشمه S تولید شده‌اند، تحت تأثیر پتانسیل الکتریکی $V = 1000 \text{ V}$ شتاب می‌گیرند و وارد اتاقکی می‌شوند که در آن میدان مغناطیسی $B = 0.08 \text{ T}$ عمود بر صفحه شکل، برقرار است.

فرض کنید یون‌هایی با بار $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ در این دستگاه وارد شده و در فاصله $d = 30.2 \text{ cm}$ فرود آمده‌اند. اگر واحد جرم اتمی $u = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ باشد، این یون‌ها مربوط به کدام عنصر هستند؟





(۲۱) موتور الکتریکی ساده از یک قاب abcd که می‌تواند دور محورش بچرخد درست شده است. دور این قاب چند دور سیم نازک روکش‌دار پیچیده شده و قاب میان دو قطب آهنربا قرار دارد. دو سر سیم‌های پیچیده دور قاب به یک باتری وصل می‌شود و جریانی در سیم‌پیچ به وجود می‌آید. نیروی ناشی از تأثیر میدان مغناطیسی بر جریان الکتریکی، قاب را می‌چرخاند.

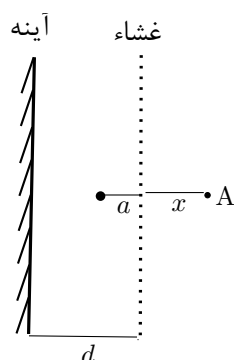
در یک موتور الکتریکی یک بار سیمی که شعاع سطح مقطع آن r_1 است انتخاب می‌کنیم و N_1 دور از آن را دور قاب می‌پیچیم. در این وضعیت، جریان I_1 از سیم‌پیچ می‌گذرد. بار دیگر سیمی از همان جنس به شعاع سطح مقطع r_2 برمی‌داریم و N_2 دور از آن را دور قاب می‌پیچیم. در این وضعیت، جریان I_2 از سیم‌پیچ می‌گذرد. می‌خواهیم نیروی وارد بر هر جزء از سیم‌ها و جرم کل قاب سیم‌پیچی شده در دو وضعیت تغییر نکند. میدان مغناطیسی را ثابت فرض کنید. N_2 و r_2 بر حسب N_1 ، r_1 ، I_1 و I_2 کدام گزینه است؟

$$N_2 = N_1 \frac{I_1}{I_2} \text{ و } r_2 = r_1 \sqrt{\frac{I_1}{I_2}} \quad (۲)$$

$$N_2 = N_1 \sqrt{\frac{I_1}{I_2}} \text{ و } r_2 = r_1 \frac{I_2}{I_1} \quad (۱)$$

$$N_2 = N_1 \frac{I_2}{I_1} \text{ و } r_2 = r_1 \sqrt{\frac{I_1}{I_2}} \quad (۴)$$

$$N_2 = N_1 \sqrt{\frac{I_2}{I_1}} \text{ و } r_2 = r_1 \frac{I_1}{I_2} \quad (۳)$$



(۲۲) یک غشاء نازک در فاصله d جلوی یک آینه تخت و موازی آن قرار دارد. در فاصله a از غشاء، بین غشاء و آینه، یک چشمه امواج رادیویی نقطه‌ای قرار دارد. این چشمه تپی در بازه زمانی کوتاه به سوی غشاء می‌فرستد. غشاء دارای این خاصیت است که هر تپ را به دو تپ تقسیم می‌کند، یک تپ را عبور می‌دهد و تپ دیگر را باز می‌تاباند. آینه نیز هر تپ که به آن می‌رسد را کاملاً باز می‌تاباند.

مطابق شکل در نقطه A به فاصله x از غشاء یک دریافت‌کننده امواج رادیویی قرار دارد. فرض کنید چشمه در لحظه $t = 0$ یک تپ به سمت غشاء می‌فرستد. تعیین کنید بعد از زمان T چند تپ به دریافت‌کننده می‌رسد. c سرعت نور است و علامت $[y]$ جزء صحیح عدد اعشاری y را نشان می‌دهد.

$$\left\lceil \frac{Tc}{2(d-a)} \right\rceil + 1 \quad (۴)$$

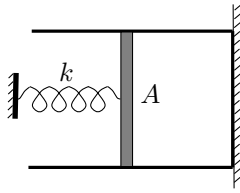
$$\left\lceil \frac{Tc}{2d} \right\rceil + 1 \quad (۳)$$

$$\left\lceil \frac{Tc}{x+a} \right\rceil + 1 \quad (۲)$$

$$\left\lceil \frac{Tc - (x+a)}{2d} \right\rceil + 1 \quad (۱)$$

کد دفترچه سؤالات: ۱

(۲۳) مقداری گاز در ظرفی محبوس است و به وسیله یک پیستون به جرم ناچیز، حجم آن قابل تغییر است. مطابق شکل پیستون به یک فنر که از قانون هوک پیروی می‌کند و ثابت آن k است وصل شده است. سر دیگر فنر به نقطه ثابتی بسته شده است. مساحت سطح مقطع پیستون A است.



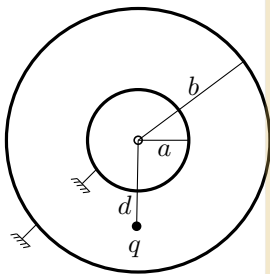
به آرامی به گاز گرما می‌دهیم طوری که از حجم و فشار اولیه (V_1, P_1) به حجم و فشار نهایی (V_2, P_2) می‌رسد. کار انجام شده روی گاز کدام گزینه است؟
راهنمایی: به کمک تعادل نیروها در هر لحظه، نوع رابطه P بر حسب V را تعیین کنید.

$$(1) \quad P_1 V_1 - P_2 V_2 + k(V_2 - V_1)^2 / 2 A^2 \quad (2) \quad (P_2 + P_1)(V_1 - V_2) / 2 + k(V_2 - V_1)^2 / 2 A^2$$

$$(4) \quad P_1 V_1 - P_2 V_2$$

$$(3) \quad (P_2 + P_1)(V_1 - V_2) / 2$$

باشگاه المپیاد طلایی‌ها



(۲۴) دو کره رسانای هم‌مرکز به شعاع‌های a و b متصل به زمین هستند. بار نقطه‌ای q بین دو کره و به فاصله‌ی d از مرکز کره‌ها قرار دارد و بارهای Q_1 و Q_2 را به ترتیب روی کره‌های با شعاع a و b القاء می‌کند. می‌توان نشان داد $Q_1 + Q_2 = -q$. بارهای Q_1 و Q_2 کدام‌اند؟

توجه: اگر درون یک کره رسانا بار الکتریکی وجود نداشته باشد و فقط روی سطح آن بار وجود داشته باشد، پتانسیل الکتریکی همه نقاط درون کره و سطح آن با هم برابرند. همچنین لازم به دقت است که پتانسیل الکتریکی بار نقطه‌ای q در فاصله r از آن $V = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$ است و برای مجموعه‌ای از بارها، پتانسیل الکتریکی در هر نقطه برابر با مجموع پتانسیل الکتریکی بارها در آن نقطه است.

$$(1) \quad Q_2 = -q \frac{b(b-d)}{d(b-a)}, \quad Q_1 = -q \frac{a(b-d)}{d(b-a)} \quad (2) \quad Q_2 = -q \frac{b(d-a)}{d(b-a)}, \quad Q_1 = -q \frac{a(d-a)}{d(b-a)}$$

$$(3) \quad Q_2 = -q \frac{b(d-a)}{d(b-a)}, \quad Q_1 = -q \frac{a(b-d)}{d(b-a)} \quad (4) \quad Q_2 = -q \frac{a(b-d)}{d(b-a)}, \quad Q_1 = -q \frac{b(d-a)}{d(b-a)}$$

(۲۵) چگالی آب مایع 1 g/cm^3 و عدد آووگادرو 6.02×10^{23} است. فاصله میانگین دو اتم اکسیژن همسایه در آب مایع چقدر است؟

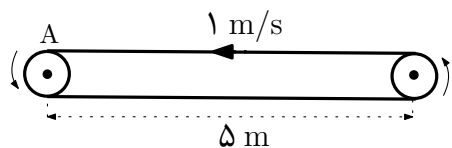
$$(4) \quad 3 \times 10^{-10} \text{ cm}$$

$$(3) \quad 3 \times 10^{-9} \text{ cm}$$

$$(2) \quad 3 \times 10^{-8} \text{ cm}$$

$$(1) \quad 3 \times 10^{-7} \text{ cm}$$

(۲۶) مطابق شکل تسمه نقاله‌ای با سرعت ثابت 1 m/s به طرف چپ



در حرکت است. جسمی را از نقطه A نزدیک سطح تسمه و در امتداد آن به صورت افقی و با سرعت v نسبت به ناظر زمین به سمت راست پرتاب می‌کنیم.

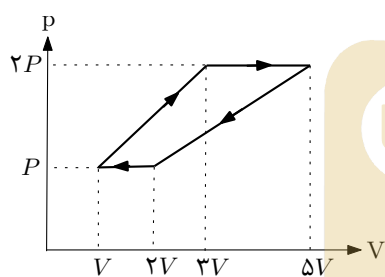
ضریب اصطکاک جنبشی بین تسمه و جسم 0.25 و طول تسمه نقاله 5 m است. شتاب گرانش را $g = 10 \text{ m/s}^2$ بگیرید. حداکثر v چقدر باشد تا جسم از سمت مقابل A از روی تسمه نقاله پایین نیفتد.

10 m/s (۴)

6 m/s (۳)

5 m/s (۲)

4 m/s (۱)



(۲۷) یک ماشین گرمایی با یک مول گاز کامل تک اتمی طی فرایند

چرخه‌ای آرمانی نشان داده شده در شکل کار انجام می‌دهد. بازده این

ماشین گرمایی چند درصد است؟

64 (۴)

34 (۳)

27 (۲)

7 (۱)

مسئله‌های کوتاه

پیش از شروع به حل مسئله‌های کوتاه توضیح زیر را به دقت بخوانید.

در این مسئله‌ها باید پاسخ را برحسب واحدهای مورد نظر (مثلاً میلی آمپر، متر، کیلوگرم، دقیقه و غیره) که در صورت مسئله خواسته شده، با دو رقم به دست آورید. سپس خانه‌های مربوط به رقم‌های این عدد را در پاسخ‌نامه سیاه کنید. توجه کنید که رقم یکان عدد در ستون یکان، و رقم دهگان در ستون دهگان علامت زده شود.

مثال: فرض کنید ظرفیت خازنی برحسب میکروفاراد خواسته شده باشد و شما عدد $26/7 \mu F$ را به دست آورده باشید. ابتدا آن را به نزدیک‌ترین عدد صحیح گرد کنید تا عدد ۲۷ میکروفاراد به دست آید. سپس مطابق شکل پاسخ خود را در پاسخ‌نامه وارد کنید.

پاسخ نادرست در این بخش نمره‌ی منفی ندارد.

باسگاه المپیاد طلایی‌ها

دهگان	یکان
1	1
☒	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	☒
8	8
9	9
0	0

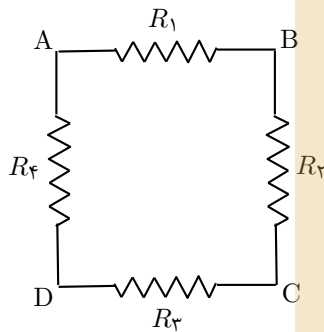
(۱) قلب یک انسان بالغ تقریباً در هر $\frac{8}{10}$ ثانیه یک بار می‌زند و در هر بار 70 cm^3 خون را از سرخرگ آئورت عبور می‌دهد. قطر سرخرگ آئورت 2 cm است. سرعت خون عبوری از آئورت چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟

پاسخ: 28 cm/s

(۲) فرض کنید پشت چراغ قرمز تعداد زیادی اتومبیل که طول هر یک 4 m است پشت سر هم و چسبیده به هم توقف کرده‌اند. وقتی چراغ سبز شد اتومبیل اول که دقیقاً پشت چراغ قرار دارد با شتاب ثابت 1 m/s^2 به راه می‌افتد و پس از آن که 8 m از اتومبیل عقبی فاصله گرفت، اتومبیل دوم نیز با همان شتاب به راه می‌افتد. اتومبیل سوم نیز پس از آن که اتومبیل دوم 8 m از آن فاصله گرفت با همان شتاب شروع به حرکت می‌کند و به همین ترتیب ادامه می‌یابد. اگر چراغ 120 s ثانیه سبز بماند حداکثر چند اتومبیل می‌توانند از چراغ سبز عبور کنند؟

پاسخ: ۲۷

باشگاه المپیاد طلایی‌ها



(۳) در مدار مقابل اگر یک باتری را بین نقاط A و B یا بین نقاط C و D وصل کنیم توان الکتریکی مصرفی در مدار P است. اگر همان باتری بین نقاط A و D یا بین نقاط B و C بسته شود توان الکتریکی مصرفی $P' = \frac{65}{9}P$ است. نسبت $\frac{R_1}{R_2}$ چقدر است؟ پاسخ: ۱۳

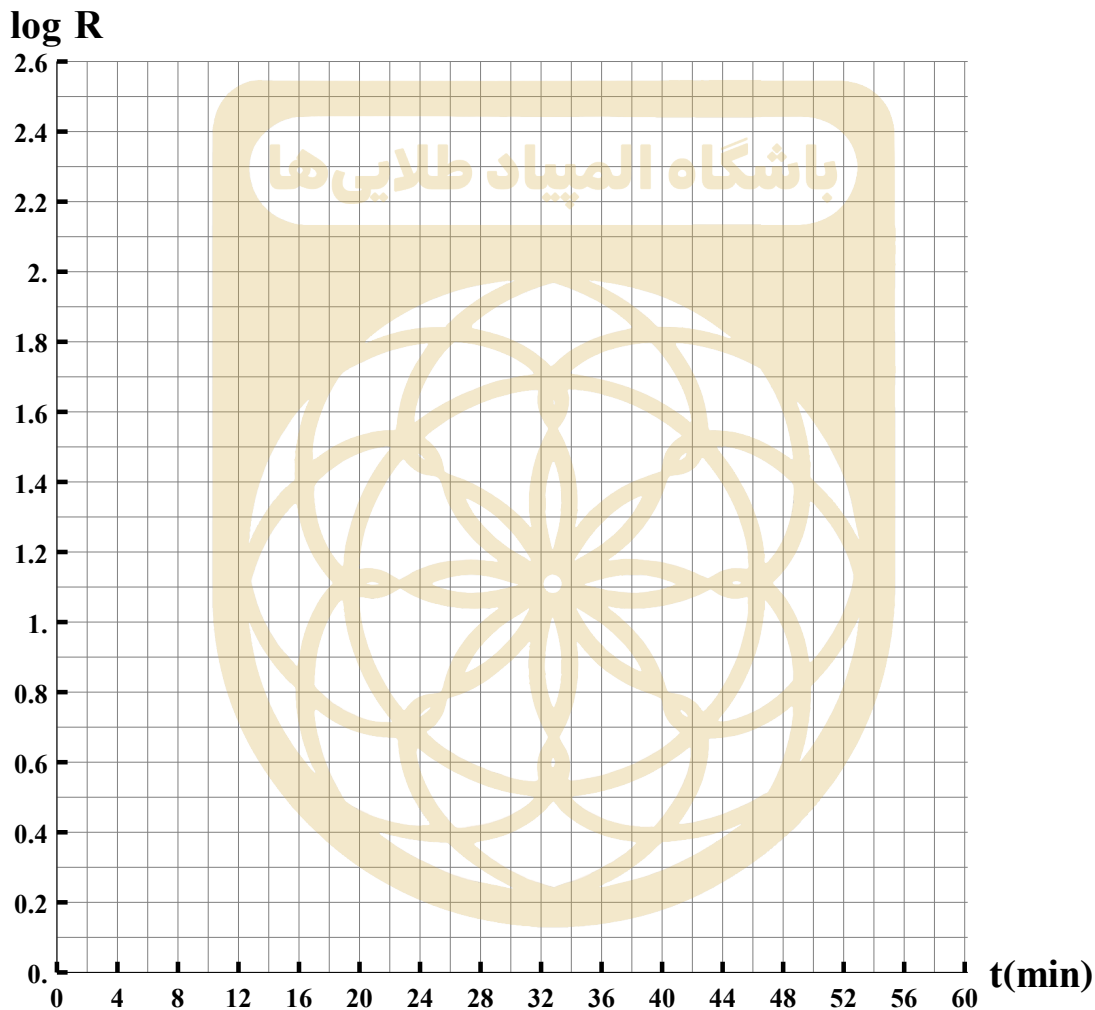
(۴) بلندترین فواره جهان در شهر جدّه است. این فواره آب را با آهنگ 37500 لیتر در دقیقه تا ارتفاع 260 m پرتاب می‌کند. قطر ستون آب در محل پرتاب چند سانتی‌متر است؟ از مقاومت هوا صرف‌نظر کنید و سرعت آب را در تمام نقاط سطح مقطع هنگام خروج از فواره یکسان فرض کنید. پاسخ: 10 cm ، 11 cm و 12 cm

۵) تعداد هسته‌ها در یک ماده پرتوزا بنا بر رابطه $N(t) = N_0 \times 10^{-k\lambda t}$ با زمان کاهش می‌یابد، که $k = 0.43$ و λ ثابت تلاشی نام دارد. همچنین می‌توان نشان داد که R ، تعداد واپاشی بر واحد زمان، با N متناسب است، یعنی با کم شدن تعداد هسته‌ها، تعداد واپاشی‌ها بر واحد زمان نیز به همان نسبت کاهش می‌یابد.

t (دقیقه)	تعداد بر دقیقه R
۸	۳۲۰
۲۳	۲۰۰
۳۰	۱۶۰
۵۴	۸۰

در جدول مقابل برای یک نمونه پرتوزا آهنگ واپاشی R (بر حسب تعداد بر دقیقه) در چهار لحظه t (بر حسب دقیقه) داده شده است. با رسم نمودار $\log R$ بر حسب t نیمه عمر ماده پرتوزا را بر حسب دقیقه به

دست آورید. $\log 2 \approx 0.3$. پاسخ: ۲۳ دقیقه



پاسخ نامه (کلید اولیه) سؤالات دفترچه کد یک (۱) مرحله اول آزمون سال تحصیلی ۹۷-۱۳۹۶ المپیاد فیزیک

سوال شماره	گزینه / پاسخ صحیح	توضیح	سوال شماره	گزینه / پاسخ صحیح	توضیح
۱	۴		۱۷	۴	
۲	۴		۱۸	۲	
۳	۳		۱۹	۱	
۴	۲		۲۰	۲	
۵	۳		۲۱	۲	
۶	۲		۲۲	۱	
۷	۴		۲۳	۳	
۸	۱		۲۴	۳	
۹	۳		۲۵	۲	
۱۰	۴		۲۶	۲	
۱۱	۱		۲۷	۱	
۱۲	۴		مسئله کوتاه ۱	پاسخ: ۲۸ cm/s	
۱۳	۳		مسئله کوتاه ۲	پاسخ: ۲۷	
۱۴	۳		مسئله کوتاه ۳	پاسخ: ۱۳	
۱۵	۱		مسئله کوتاه ۴	پاسخ: ۱۰ cm ، ۱۱ cm ، ۱۲ cm	
۱۶	۴		مسئله کوتاه ۵	پاسخ: ۲۳ دقیقه	