به نام خدا



سایت گروه آموزشی آلم

ابتدایی، راهنمایی، دبیرستان، کنکور و دانشگاه

www.g-alm.ir	
www.g-alm.ir/ac	دانشگاه
www.g-alm.ir/forum	انجمن
www.g-alm.ir/azmoon	آزمون های آلم
www.g-alm.ir/shop	فروشگاه
www.film.g-alm.ir	فیلم های آموزشی

www.g-alm.ir

باسمه تعالی

وزارت آموزش و پرورش

باشگاه دانش پژوهان جوان

«مبارزه‌ی علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست‌وجو و کشف واقعیت‌هاست.»

امام خمینی (ره)

بیست و دومین المپیاد فیزیک کشور

مرحله‌ی دوم

آزمون نظری: ۲ اردیبهشت ۱۳۸۸

مدت آزمون: ۳ ساعت و ۳۰ دقیقه

شروع: ۹:۴۵ الی ۱۳:۱۵

تذکرات:

ضمن آرزوی موفقیت برای شما داوطلب گرامی، خواهشمند است به نکات زیر دقیقاً توجه فرمایید:

۱- این قسمت از آزمون شامل ۹ سؤال و وقت آن ۳ ساعت و ۳۰ دقیقه است.

۲- همه‌ی سؤال‌ها نمره‌ی مساوی دارد.

۳- نتایج این آزمون در اواخر خرداد ماه اعلام خواهد شد.

٤- هنگام آزمون همراه داشتن ماشین حساب و تلفن همراه (خاموش یا روشن)تخلف محسوب می‌شود. لذا تلفن همراه و ماشین حساب خود را قبل از شروع آزمون به مسئول حوزه تحویل دهید.

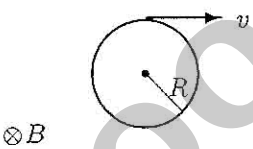
YscAzmoon.org

www.g-alm.ir/forum www.g-alm.ir/ac www.film.g-alm.ir

www.g-alm.ir

۱) گشتاور دوقطبی مغناطیسی یک حلقه سیم دایره‌ای به شعاع R که جریان i از آن می‌گذرد برداری است که اندازه‌ی آن $\mu = \pi R^2 i$ و جهت آن همان جهت میدان مغناطیسی در مرکز حلقه است. در فیزیک کلاسیک ساده‌ترین مدل برای حرکت الکترون‌ها حول هسته حرکت دایره‌ای یکنواخت است. این حرکت را می‌توان بایک حلقه‌ی جریان یک‌نواخت نشان داد.

الف) برای الکترونی که بار الکتریکی آن $-e$ است، و مطابق شکل بر روی دایره‌ای به شعاع R با سرعت یک نواخت v می‌چرخد گشتاور دوقطبی مغناطیسی را به دست آورید. این شکل را روی پاسخنامه‌ی خود بکشید و جهت μ را با علامت $\otimes$ یا $\odot$ مشخص کنید.



یک میدان مغناطیسی B که جهت آن در شکل مشخص شده است به اتم اعمال می‌کنیم. فرض کنید میدان مغناطیسی بر صفحه‌ی حرکت دایره‌ای یک نواخت الکترون عمود است. فرض کنید شعاع حرکت الکترون با اعمال میدان مغناطیسی ثابت می‌ماند ولی سرعت آن به اندازه‌ی Δv تغییر می‌کند. حتی برای قوی‌ترین میدان‌های مغناطیسی قابل تولید در آزمایشگاه Δv از v بسیار کوچک‌تر است.

ب) Δv را به دست آورید. جرم الکترون را m بگیرید.

ج) با اعمال این میدان مغناطیسی گشتاور دوقطبی مغناطیسی مربوط به حرکت الکترون دور هسته $\mu + \Delta\mu$ می‌شود. $\Delta\mu$ را به دست آورید.

د) برای الکترونی به جرم $9/1 \times 10^{-31}$ kg و بار $1/6 \times 10^{-19}$ C که در میدان مغناطیسی $2/0$ T بر روی دایره‌ای به شعاع $0/51$ Å می‌چرخد $\Delta\mu$ چقدر است؟

YscAzmoon.org

www.g-alm.ir/forum www.g-alm.ir/ac www.film.g-alm.ir

www.g-alm.ir

۲) تلمبه ابزاری است که با وارد کردن نیرو به شاره‌ی درونش، مثلاً آب، میان شاره‌ی ورودی به تلمبه و شاره‌ی خروجی از تلمبه، اختلاف فشار پدید می آورد.

یک تلمبه با لوله‌ای به سطح مقطع A، آب را از چاه بالا می‌کشد و آن را درون لوله‌ی قائمی به همان سطح مقطع می‌فرستد. فاصله‌ی تلمبه با سطح آب درون چاه h_1 و ارتفاع لوله‌ی قائم بالای تلمبه h_2 است. آب از بالای لوله‌ی قائم با سرعت u بیرون می‌جهد. فشار هوا P_0 و چگالی آب را ρ بگیرید و از ارتفاع خود تلمبه چشم بپوشید. دهانه‌ی چاه از قطر لوله‌ها بسیار بزرگ‌تر است. شتاب گرانش را g بگیرید. از اتلاف انرژی چشم بپوشید.

الف) توان تلمبه، Q، را حساب کنید.

ب) فشار آب در خروجی تلمبه، P_2 چه قدر است؟

ج) فشار آب در ورودی تلمبه، P_1 چه قدر است؟

YscAzmoon.org

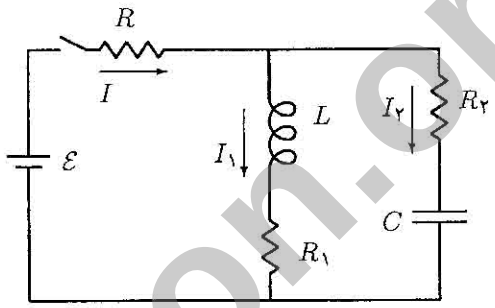
www.g-alm.ir/forum www.g-alm.ir/ac www.film.g-alm.ir

www.g-alm.ir

۳) مداری مانند شکل در نظر بگیرید. پیش از بستن کلید خازن خالی است و از خودالقا جریانی نمی‌گذرد.

الف) بلافاصله پس از بستن کلید، مقدار بار خازن، q، جریان‌های I_1 و I_2 و I، و اختلاف پتانسیل دو سر خودالقا، V_L، چه قدر است؟

ب) پس از زمان طولانی از بستن کلید، مقدار همان کمیت‌های بند الف چه قدر است؟



YscAzmoon.org

www.g-alm.ir/forum www.g-alm.ir/ac www.film.g-alm.ir

www.g-alm.ir

۴) منبع انرژی خورشید واکنشهای هسته‌ای زیر است که به زنجیره‌ی پروتون ـ پروتون مشهور است.

$$^{1}_{1}\mathrm{H} + {}^{1}_{1}\mathrm{H} \longrightarrow {}^{2}_{1}\mathrm{H} + e^{+} + \nu$$

$$^{2}_{1}\mathrm{H} + {}^{1}_{1}\mathrm{H} \longrightarrow {}^{3}_{2}\mathrm{He} + \gamma$$

$$^{3}_{2}\mathrm{He} + {}^{3}_{2}\mathrm{He} \longrightarrow {}^{4}_{2}\mathrm{He} + {}^{1}_{1}\mathrm{H} + {}^{1}_{1}\mathrm{H}$$

در این واکنش‌ها، ν ذرّه‌ای به نام نوترینو است. مجموع واکنشهای بالا به صورت

$$n\,{}^{1}_{1}\mathrm{H} \longrightarrow {}^{4}_{2}\mathrm{He} + ۲\,e^{+} + ۲\,\nu + ۲\,\gamma$$

است.

الف) با توجه به واکنشهای بالا عدد n چیست؟

ب) برای تولید هر هسته‌ی هلیوم ($^{4}_{2}\mathrm{He}$) چند واکنش باید انجام شود؟

ج) می‌دانیم توان کل تابشی خورشید تقریباً $۴ \times ۱۰^{۲۶}\ \mathrm{W}$ است. جرم هسته‌ی هلیوم $۳٫۹۷\ \mathrm{m}_p$ است که در آن m_p جرم هسته‌ی هیدروژن (پروتون) است. تعداد واکنش‌هایی که در هر ثانیه باید درون خورشید انجام شود تا توان تابشی خورشید را تأمین کند چند تا است؟

$$\mathrm{m}_p = ۱٫۷ \times ۱۰^{-۲۷}\,\mathrm{kg}, \qquad c = ۳ \times ۱۰^{۸}\,\mathrm{m/s}.$$

د) چند کیلوگرم هیدروژن بر ثانیه باید تبدیل به هلیوم شود تا این توان تابشی تأمین شود؟

YscAzmoon.org

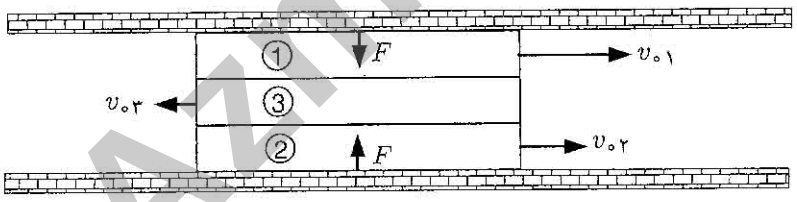
www.g-alm.ir/forum www.g-alm.ir/ac www.film.g-alm.ir

۵) سه مکعب‌مستطیل بسیارطویل یک‌سان به جرم M روی زمین و بین دو دیوار ثابت قائم، در تماس با هم در حرکت‌اند، به طوری که تصویر آن‌ها از بالا مانند شکل است. ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم‌ها μ_s و ضریب اصطکاک لغزشی‌ی بین آن‌ها μ_k است. $\mu_s > \mu_k$. اصطکاک بین جسم‌ها و زمین و هم چنین بین جسم‌ها و دیوار قابل چشم‌پوشی است. نیروی عمودی‌ای که دیوارها به جسم مجاورشان وارد می‌کنند را F بگیرید. اندازه‌ی سرعت اولیه‌ی جسم‌ها $v_{0۱}$، $v_{0۲}$، و $v_{0۳}$ است. $v_{0۱} > v_{0۲} > v_{0۳}$. فرض کنید جسم‌ها و دیوارها آن‌قدر طویل‌اند که در تمام مدت حرکت در تماس با هم باقی می‌مانند.

الف) در یک نمودار منحنی سرعت ـ زمان را برای سه جسم بکشید.

ب) پس از چه مدت سرعت سه جسم یکی می‌شود؟

ج) انرژی تلف‌شده در این مدت چه‌قدر است؟



YscAzmoon.org

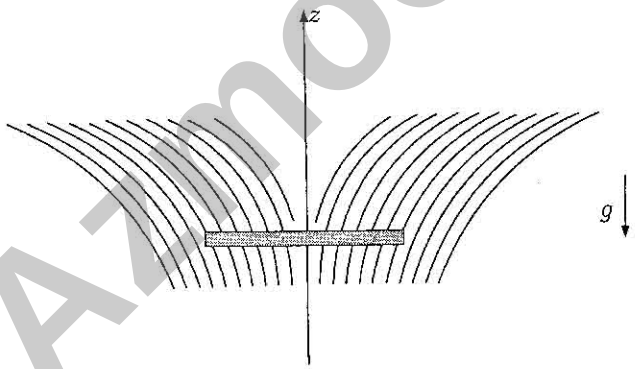
www.g-alm.ir

۶) رسانایی به شکل یک حلقه به مقاومت الکتریکی‌ی R، و جرم m از ارتفاع بلندی در حضور یک میدان مغناطیسی سقوط می‌کند. میدان مغناطیسی حول محور قائم z، که همان محور حلقه است، تقارن دارد و مؤلفه‌ی قائم آن $B_z = B_0(1 + \alpha z)$ است. محور z در جهت قائم است. α ثابت است. قطر حلقه D است، و صفحه‌ی حلقه هم‌واره افقی می‌ماند. از مقاوت هوا چشم‌پوشی کنید.

الف) جریان القایی در حلقه، I، وقتی که حلقه در ارتفاع z است، چه‌قدر است؟ در این لحظه سرعت حلقه v است. I را بر حسب B_0، α، D، R و v به دست آورید.

ب) پس از مدتی سرعت حلقه به سرعت حد v_f، که ثابت است، میل می‌کند. v_f را بر حسب B_0، α، D، m، R و شتاب گرانش g به دست آورید.

راه‌نمایی: وقتی سرعت حلقه به سرعت حد می‌رسد اتلاف انرژی در مقاومت الکتریکی باید از طریق انرژی پتانسیل گرانشی تأمین شود.



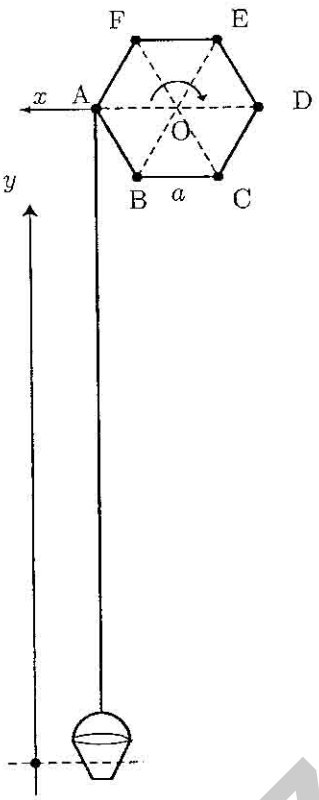
YscAzmoon.org

www.g-alm.ir/forum www.g-alm.ir/ac www.film.g-alm.ir

www.g-alm.ir

۷) شکل مقابل مقطع قائم یک چرخ چاه قدیمی را نشان می‌دهد که از میله‌های افقی A، B، C، D، E، و F تشکیل شده است که توسط پره‌هایی به محور دستگاه، O، متصل شده اند. مقطع دستگاه یک شش ضلعی منتظم به طول ضلع a است. زاویه‌ی θ، زاویه‌ی میان پره‌ی OA و امتداد افقی Ox است. در ابتدا قسمت آزاد طناب از میله‌ی افقی A آویزان است و سطل در نقطه‌ی $y = ۰$ قرار دارد، و زاویه‌ی چرخش دستگاه، θ، نیز صفر است.

با چرخش دستگاه ارتفاع سطل، y را به عنوان تابعی از θ به دست آورید و $y(\theta)$ را برای $۰ < \theta < \pi$ رسم کنید. فرض کنید طناب هم‌واره قائم می‌ماند.

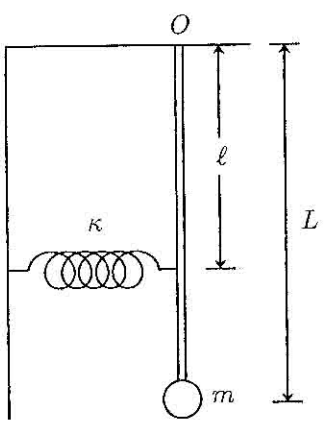


YscAzmoon.org

www.g-alm.ir/forum www.g-alm.ir/ac www.film.g-alm.ir

www.g-alm.ir

۸)



در دستگاه روبرو جرم وزنه m است، و جرم میله‌ی قائم متصل به آن ناچیز است. راستای فنر افقی و ضریب سختی آن κ است. میله می‌تواند حول محور افقی که از نقطه‌ی O می‌گذرد در صفحه‌ی قائم نوسان کند. یک سر فنر به دیوار قائم و سر دیگر آن به میله‌ی قائم محکم شده است. هنگامی که میله قائم است فنر کشیده یا فشرده نیست. میله را کمی از حال تعادل خارج و رها می‌کنیم. شتاب گرانش g، طول میله L، و فاصله‌ی نقطه‌ی O تا محل اتصال فنر به میله ℓ است.

الف) عبارتی برای انرژی پتانسیل دستگاه بر حسب x، جابه‌جایی افقی وزنه از حالت تعادل، κ، ℓ، و L به دست آورید. توجّه داشته باشید که برای زوایای کوچک (بر حسب رادیان) داریم

$$\sin\theta \simeq \theta, \qquad \cos\theta \simeq ۱ - \frac{\theta^۲}{۲}.$$

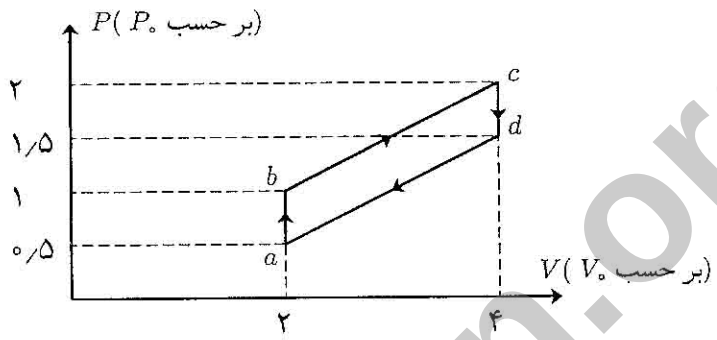
ب) انرژی مکانیکی دستگاه، E را بر حسب x، v، m، κ، ℓ، و L بنویسید و از طریق مشابهت آن با نوسان‌گر ساده، دوره‌ی تناوب حرکت نوسانی دستگاه را محاسبه کنید. در محاسبه‌ی انرژی، مؤلفه‌ی سرعت وزنه در راستای قائم را نادیده بگیرید.

YscAzmoon.org

www.g-alm.ir/forum www.g-alm.ir/ac www.film.g-alm.ir

www.g-alm.ir

۹) انرژی درونی گاز کامل تک‌اتمی $U = \frac{۳}{۲}PV$ است، که P فشار، و V حجم گاز است. یک مول گاز کامل تک‌اتمی، چرخه‌ای مانند شکل را می‌پیماید.



الف) برای هر یک از چهار بخش چرخه، مقدار کار انجام شده روی گاز، W، و مقدار گرمای داده شده به گاز، Q، را به دست آورید. تمام پاسخ‌ها بر حسب $P_۰$ و $V_۰$ باشد.

ب) بازده چرخه را حساب کنید.

YscAzmoon.org

www.g-alm.ir/forum www.g-alm.ir/ac www.film.g-alm.ir