



جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش
سازمان ملی پرورش استعداد های درخشان



سازمان ملی پرورش استعداد های درخشان مبارزه علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست و جو و کشف واقعیت هاست. «لام خمینی (ره)»

اینجانب (شرکت کننده) این دفترچه را به صورت کامل (۱۹ برگه با احتساب جلد) دریافت نمودم امضاء

اینجانب (منشی حوزه) تعداد برگه (با احتساب جلد) دریافت نمودم امضاء

سی و سومین دوره المپیاد فیزیک

تاریخ: ۱۳۹۹/۰۴/۲۰ - ساعت: ۸:۰۰ مدت: ۲۴۰ دقیقه



شماره سندلی

نام و نام خانوادگی :

شماره پرونده:

استان:

کد ملی:

منطقه:

نام پدر:

پایه تحصیلی:

نام مدرسه:

حوزه:

توضیحات مهم

استفاده از ماشین حساب ممنوع است

- این پاسخ نامه به صورت نیمه کامپیوتری تصحیح می شود، بنابراین از مجاله و کثیف کردن آن جداً خودداری نمایید.
- مشخصات خود را با اطلاعات بالای هر صفحه تطبیق دهید. در صورتی که حتی یکی از صفحات پاسخ نامه با مشخصات شما همخوانی ندارد، بلافاصله مراقبین را مطلع نمایید.
- پاسخ هر سوال را در محل تعیین شده خود بنویسید. چنانچه همه یا قسمتی از جواب سوال را در محل پاسخ سوال دیگری بنویسید، به شما نمره ای تعلق نمی گیرد.
- با توجه به آنکه برگه های پاسخ نامه به نام شما صادر شده است، امکان ارائه هیچگونه برگه اضافه وجود نخواهد داشت. لذا توصیه می شود ابتدا سوالات را در برگه چرک نویس، حل کرده و آنگاه در پاسخنامه پانویس نمایید.
- عملیات تصحیح توسط مصححین، پس از قطع سربرگ، به صورت ناشناس انجام خواهد شد. لذا از درج هرگونه نوشته یا علامت مشخصه که نشان دهنده صاحب برگه باشد، خودداری نمایید. در غیر این صورت تقلب محسوب شده و در هر مرحله ای که باشید از ادامه حضور در المپیاد محروم خواهید شد.
- از مخدوش کردن دایره ها در چهار گوشه صفحه و بارکدها خودداری کنید، در غیر این صورت برگه شما تصحیح نخواهد شد.
- همراه داشتن هرگونه کتاب، جزوه، یادداشت و لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه، ساعت هوشمند، دستبند هوشمند و لپ تاپ ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد، تقلب محسوب خواهد شد.
- آزمون مرحله دوم برای دانش آموزان پایه دهم صرفاً جنبه آزمایشی و آمادگی دارد و شرکت کنندگان در دوره تابستانی از بین دانش آموزان پایه یازدهم انتخاب می شوند.
- هر سوال این دفترچه ۱۰ نمره دارد.
- استفاده از خودکار قرمز فقط جهت پاسخگویی به سوال ۶ (روی نقشه) مجاز است.

در صورت لزوم از این

صفحه به عنوان چرک

نویس استفاده کنید

باشگاه طلاییها

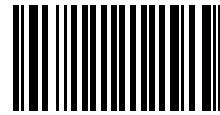
مطالب این صفحه

تحت هیچ شرایطی

تصحیح نخواهد شد



نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



توضیح ضروری: در این آزمون هر سؤال شامل بخش‌های توضیحی است که فرض‌های سؤال را توضیح می‌دهند. این بخش‌ها با حروف معمولی نگاشته شده‌اند. خواسته‌های سؤال با حروف سیاه نگاشته شده‌اند.
*** استفاده از خودکار قرمز، صرفاً برای پاسخ‌گویی به قسمتی از سؤال ۶ (بر روی نقشه) مجاز می‌باشد***

سؤال ۱) نوسانگر هماهنگ ساده‌ای به جرم m با دامنه A_0 و بسامد زاویه‌ای ω حول مبدأ $x = 0$ نوسان می‌کند و در لحظه $t = 0$ به سمت مثبت از مبدأ مختصات عبور می‌کند.

آ) معادله $x(t)$ و $v(t)$ را بنویسید که به ترتیب جابه‌جایی از مکان تعادل و سرعت لحظه‌ای نوسانگر هستند.

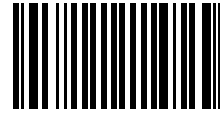
فرض کنید بر اثر اصطکاک با هوا یک نیروی مقاوم کوچک متناسب با سرعت به صورت $f = -bv$ بر نوسانگر اثر کند که در آن b یک ضریب ثابت است. این نیرو آنقدر کوچک است که در طی مدت یک دوره نوسان ($T = 2\pi/\omega$) تاثیر اندکی دارد و معادلات $x(t)$ و $v(t)$ را بر هم نمی‌زند. همچنین انرژی و دامنه نوسانگر در طی زمان‌هایی در حدود دوره نوسان، ثابت است؛ اما در زمان‌هایی که بسیار بزرگتر از دوره نوسان است و آنها را با τ نشان می‌دهیم، به دلیل نیروی مقاوم آرام آرام کاهش پیدا می‌کند، به طوری که آهنگ اتلاف انرژی با توان متوسط نیروی مقاوم برابر است ($\bar{P} = dE/d\tau$). بسامد نوسانگر همواره ثابت است.

ب) توان لحظه‌ای اتلافی توسط نیروی مقاوم و متوسط آن را در یک دوره نوسان بر حسب t ، b ، ω و A به دست آورید، که در آن A دامنه در زمان مورد نظر است. (لازم به ذکر است که توان لحظه‌ای برای یک نیروی متغیر حاصل ضرب آن نیرو در سرعت متحرک است. همچنین برای حرکت‌های سینوسی مقدار متوسط عبارتهای نوسانی مثل $\cos \omega t$ ، $\sin \omega t$ ، $\cos 2\omega t$ و ... در یک دوره نوسان صفر است و مقدار متوسط هر عبارت ثابت برابر خود آن عبارت است.)

پ) انرژی نوسانگر بر حسب زمان‌های بزرگ، $E(\tau)$ را بر حسب A_0 ، ω ، b ، τ و m به دست آورید که در اینجا زمان τ در مقیاس زمان‌هایی است که بسیار بزرگتر از دوره نوسان است. (پاسخ سؤال حاوی تابعی موسوم به تابع نمایی است که خواص آن در انتهای سؤال توضیح داده شده است.)



نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



ت) $A(\tau)$ را بر حسب A_0 ، b و m به دست آورید که در اینجا نیز زمان τ در مقیاس زمان‌هایی است که بسیار بزرگتر از دوره نوسان است.

برای جبران انرژی از دست رفته نوسانگر می‌خواهیم بعد از گذشت زمان $\tau_0 = N_0 T$ ، که در آن N_0 عدد صحیح بسیار بزرگی است، با زدن ضربه‌ای به نوسانگر مجدداً انرژی آن را به مقدار اولیه برسانیم. برای این کار درست در لحظه‌ای که نوسانگر در انتهای مسیر خود با دامنه $A(\tau_0)$ می‌رسد به آن ضربه‌ای وارد می‌کنیم تا سرعت آن از صفر به سرعتی برسد که بعد از آن با همان دامنه A_0 به نوسان ادامه دهد.

ث) اگر ضربه در مدت زمان بسیار کوچک δt که از دوره نوسان بسیار کوچکتر است به نوسانگر نواخته شود، نیروی متوسط وارد بر نوسانگر را بر حسب b ، A_0 ، τ_0 ، ω ، m ، و δt به دست آورید.

ج) مقادیر عددی کمیت‌های مرتبط را به صورت زیر در نظر بگیرید

$$m = 1/0 \times 10^2 g \quad \omega = 1/0 \times 10^2 \text{ rad/s} \quad b = 1/0 \times 10^{-3} \text{ kgs}^{-1}$$

$$A_0 = 5/0 \text{ cm} \quad \delta t = 2/0 \times 10^{-4} \text{ s}$$

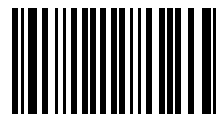
به‌ازای این داده‌ها معلوم کنید مدت زمانی که دامنه نوسان نصف می‌شود چند ثانیه است و چند برابر دوره نوسان است. همچنین با فرض آن که ضربه مذکور در بخش ث، درست در لحظه‌ای که دامنه نصف شده، به جسم نواخته شده باشد، اندازه نیروی متوسط خواسته شده در بخش ث را به دست آورید. جواب‌های عددی را با دو رقم با معنی حساب کنید.

خواص تابع نمایی

تابع نمایی، \exp ، تابعی است توانی که در آن عدد گنگ $e = 2/72\dots$ به توان متغیر می‌رسد: $\exp(x) = e^x$. مهمترین خاصیت این تابع آن است که مشتق آن با خودش برابر است ($\frac{d}{dx} e^x = e^x$)، به طوری که می‌توان نوشت: $\frac{d}{dx} (Ae^{ax}) = a(Ae^{ax})$ ، که در آن A و a ثابت هستند. عکس تابع نمایی، لگاریتم طبیعی یا لگاریتم در پایه e است و با نماد \ln نشان داده می‌شود، به طوری که $y = e^x$ نتیجه می‌دهد $x = \ln y$. مفید است بدانید که تا دو رقم اعشار داریم $\ln 2 = 0/69$



نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



سازمان ملی پرورش استعدادهای درخشان

پاسخ سوال ۱

از نوشتن جواب سوالات دیگر در قسمت تعیین شده برای این سوال خودداری کنید در غیر این صورت، پاسخ داده شده تصحیح نخواهد شد

Handwriting area with horizontal lines and a watermark logo.





نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



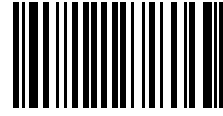
سازمان ملی پرورش استعدادهای درخشان

ادامه پاسخ سوال ۱ از نوشتن جواب سوالات دیگر در قسمت تعیین شده برای این سوال خودداری کنید در غیر این صورت، پاسخ داده شده تصحیح نخواهد شد





نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



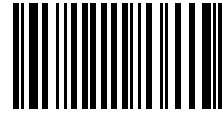
سازمان ملی پرورش استعدادهای درخشان

ادامه پاسخ سوال ۱ از نوشتن جواب سوالات دیگر در قسمت تعیین شده برای این سوال خودداری کنید در غیر این صورت، پاسخ داده شده تصحیح نخواهد شد

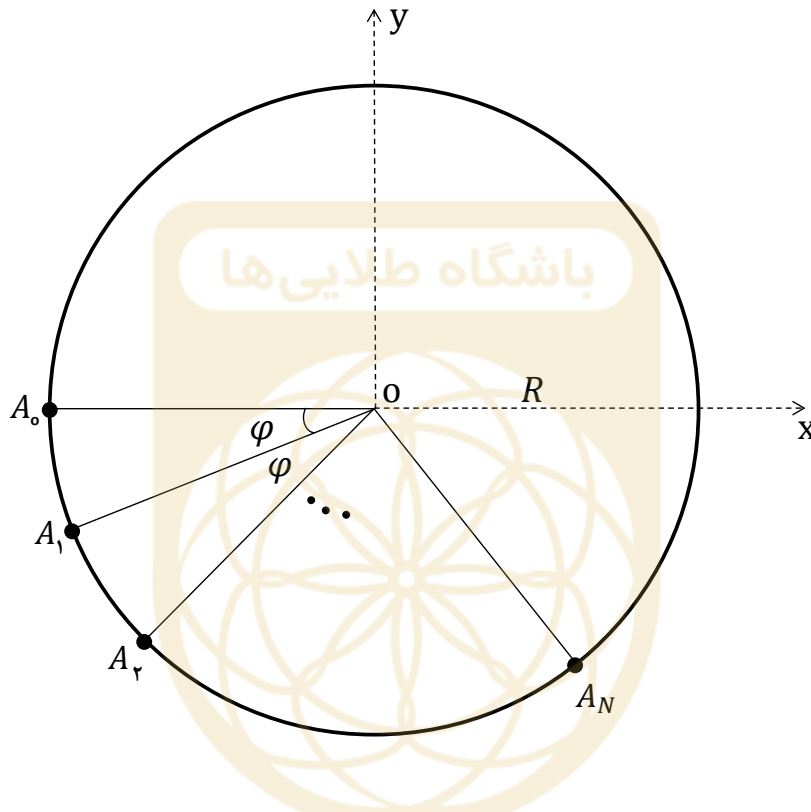




نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



سؤال ۲) آرایه‌ای از بارهای q مطابق شکل روی محیط دایره‌ای به مرکز O و شعاع R قرار دارند. نخستین بار در نقطه A_0 روی محور افقی و بارهای بعدی در نقاط A_1, A_2, \dots, A_N قرار گرفته‌اند، به طوری که زاویه بین شعاع‌های واصل از نقطه O به دو نقطه متوالی A_k و A_{k+1} مقدار ثابت φ باشد. تعداد کل بارها نیز $N + 1$ است.



آ) محورهای مختصات را مطابق شکل بگیرید و مولفه‌های میدان الکتریکی کل در نقطه O را به صورت یک مجموع روی $\cos n\varphi$ و یا $\sin n\varphi$ به دست آورید.

ب) می‌خواهیم جواب‌های سری قسمت قبل را به طور صریح به دست آوریم. برای این کار بردارهایی را که می‌خواهید جمع کنید دنبال هم بکشید و با استفاده از استدلال‌های هندسی، اندازه میدان الکتریکی کل و زاویه آن با محور x را بر حسب φ, N, q و ثابت‌های فیزیکی معین کنید و سپس مولفه‌های میدان الکتریکی کل را در امتداد محورهای x و y حساب کنید.



نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :

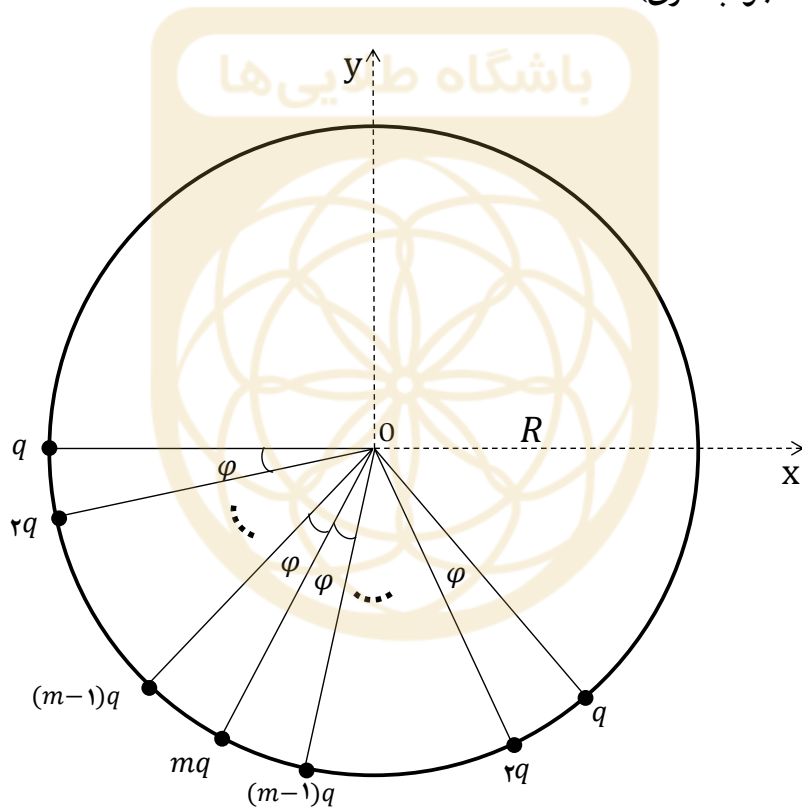


حال فرض کنید بارها یک در میان $+q$ و $-q$ باشند به طوری که بار اولی واقع در A_0 مثبت باشد. تعداد کل آنها نیز همان $N + 1$ است.

(پ) برای N زوج، مولفه‌های میدان الکتریکی در نقطه O را از روش هندسی بخش ب به دست آورید.

(ت) برای N فرد نیز مولفه‌های میدان الکتریکی در نقطه O را از روش هندسی بخش ب به دست آورید.

(ث) با استفاده از روش هندسی بخش ب مولفه‌های میدان الکتریکی در نقطه O را برای آرایه زیر به دست آورید. (جواب صریح مورد نظر است نه جواب سری)



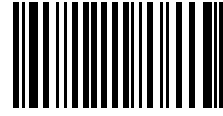
در صورت لزوم از این قسمت به عنوان چرک نویس

استفاده کنید مطالب این قسمت تحت هیچ شرایطی

تصحیح نخواهد شد



نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



سازمان ملی پرورش استعدادهای درخشان

پاسخ سوال ۲

از نوشتن جواب سوالات دیگر در قسمت تعیین شده برای این سوال خودداری کنید در غیر این صورت، پاسخ داده شده تصحیح نخواهد شد





نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



سازمان ملی پرورش استعدادهای درخشان

ادامه پاسخ سوال ۲ از نوشتن جواب سوالات دیگر در قسمت تعیین شده برای این سوال خودداری کنید در غیر این صورت، پاسخ داده شده تصحیح نخواهد شد





نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



سازمان ملی پرورش استعدادهای درخشان

ادامه پاسخ سوال ۲ از نوشتن جواب سوالات دیگر در قسمت تعیین شده برای این سوال خودداری کنید در غیر این صورت، پاسخ داده شده تصحیح نخواهد شد





نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



سؤال ۳) یک نمونه از یک ماده پرتوزا (یا رادیواکتیو) را در نظر بگیرید که با گذشت زمان واپاشیده می‌شود. احتمال واپاشی یک اتم در واحد زمان را ثابت واپاشی (یا فروپاشی) می‌نامند و با λ نمایش می‌دهند. این کمیت را مقدار ثابتی در نظر بگیرید.

آ) فرض کنید در لحظه t ، تعداد $N(t)$ هسته پرتوزا در یک نمونه موجود باشد. پس از گذشت زمان بسیار کوچک Δt تعداد هسته های پرتوزا به مقدار ΔN تغییر می‌کند. رابطه‌ای بین ΔN ، Δt و λ بیابید.

ب) با استفاده از بخش آ، $\frac{dN}{dt}$ را بر حسب N و λ بیان کنید.

پ) با استفاده از توضیحات انتهای سؤال در مورد تابع نمایی، $N(t) = a \exp(bt)$ خواهد بود. a و b را بر حسب ثابت واپاشی و N_0 (تعداد هسته‌های مادر پرتوزای موجود در نمونه در $t = 0$) بیابید.

ت) رابطه بین ثابت واپاشی و نیمه عمر نمونه (τ) را به دست آورید.

یک هسته مادر پرتوزای اولیه می‌تواند به دو طریق واپاشیده شود و در هر واپاشی یک هسته دختر متفاوت ایجاد شود.

ث) اگر نیمه عمر هر واپاشی τ_1 و τ_2 باشد، تعداد هسته‌های دختر تولید شده، N_1 و N_2 را در زمان t بیابید. (هسته‌های دختر پایدار هستند و تعداد هسته‌های مادر اولیه را N_0 در نظر بگیرید.)

یکی از راه‌های تولید نمونه‌های پرتوزا قرار دادن هدفی متشکل از هسته‌های پایدار در یک راکتور است. هسته‌های هدف با جذب نوترون یا ذرات باردار، نمونه پرتوزا تولید می‌کنند. آهنگ تولید یک نمونه پرتوزا (تعداد هسته‌های پرتوزای تولید شده در واحد زمان) که آن را با R نمایش می‌دهند، با تقریب بسیار خوبی مستقل از زمان بوده و کمیت ثابتی است. فرض کنید در این فرایند هسته‌های پرتوزایی با ثابت واپاشی λ تولید شود.

ج) در این حالت $\frac{dN}{dt}$ را بر حسب R ، $N(t)$ و λ بدست آورید که $N(t)$ تعداد هسته‌های پرتوزا در لحظه t است.

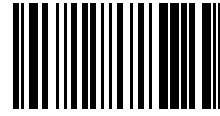
چ) اگر در زمان $t = 0$ هیچ هسته پرتوزایی در هدف وجود نداشته باشد، تعداد هسته‌های پرتوزا به صورت زیر وابسته به زمان است:

$$N(t) = \alpha + \beta \exp(\gamma t)$$

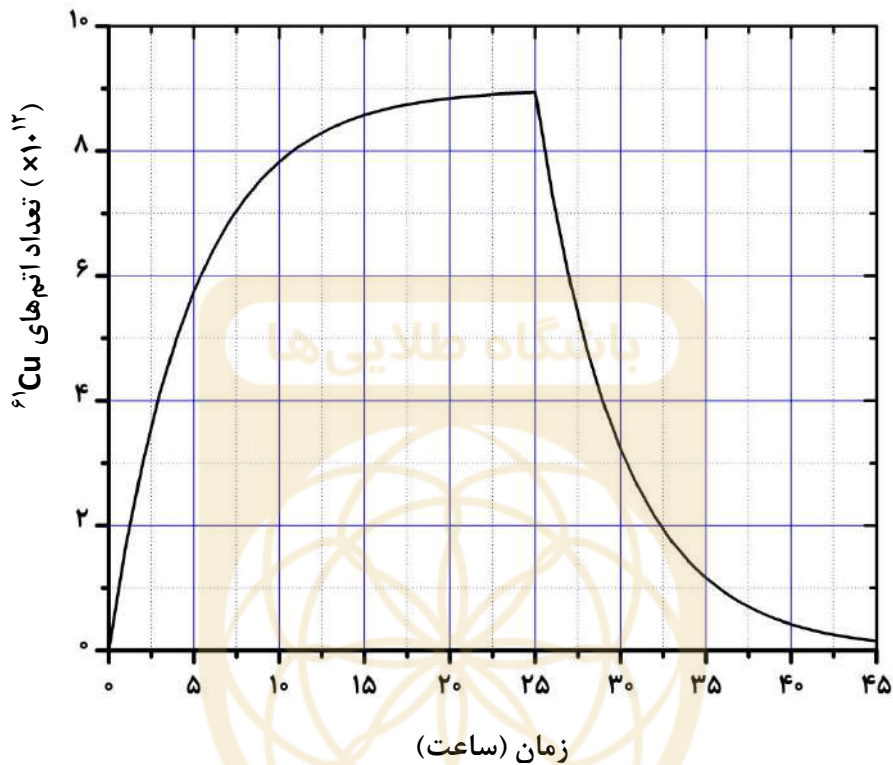
α ، β و γ را بر حسب آهنگ تولید و ثابت واپاشی بیابید.



نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



در یک راکتور، به مدت ۲۵ ساعت، هسته ${}^{61}\text{Ni}$ توسط نوترون بمباران شده و ${}^{61}\text{Cu}$ تولید می‌شود و سپس راکتور خاموش می‌شود. شکل زیر تغییرات تعداد اتمهای ${}^{61}\text{Cu}$ را نسبت به زمان نشان می‌دهد.



ح) مقدار عددی ثابت واپاشی ${}^{61}\text{Cu}$ را برحسب عکس ساعت (h^{-1}) بیان کنید.
خ) آهنگ تولید در این راکتور چقدر است؟

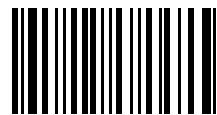
د) حاصل ضرب ثابت واپاشی در تعداد هسته‌های پرتورزا در هر لحظه را اکتیویته می‌نامند. زمان لازم برای آنکه ۷۵ درصد اکتیویته بیشینه بر اثر پرتودهی حاصل شود، چند برابر نیمه عمر است؟

خواص تابع نمایی

تابع نمایی، \exp ، تابعی است توانی که در آن عدد گنگ $e = 2.71828\dots$ به توان متغیر می‌رسد: $\exp x = e^x$.
مهمترین خاصیت این تابع آن است که مشتق آن با خودش برابر است ($\frac{d}{dx}e^x = e^x$)، به طوری که می‌توان نوشت:
 $\frac{d}{dx}(Ae^{ax}) = a(Ae^{ax})$ که در آن A و a ثابت هستند. عکس تابع نمایی، لگاریتم طبیعی یا لگاریتم در پایه e است و با نماد \ln نشان داده می‌شود، به طوری که $y = e^x$ نتیجه می‌دهد $x = \ln y$. مفید است بدانید که تا دو رقم اعشار داریم $\ln 2 = 0.69$



نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



سازمان ملی پرورش استعدادهای درخشان

پاسخ سوال ۳

از نوشتن جواب سوالات دیگر در قسمت تعیین شده برای این سوال خودداری کنید در غیر این صورت، پاسخ داده شده تصحیح نخواهد شد





نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



سازمان ملی پرورش استعدادهای درخشان

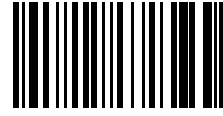
ادامه پاسخ سوال ۳ از نوشتن جواب سوالات دیگر در قسمت تعیین شده برای این سوال خودداری کنید در غیر این صورت، پاسخ داده شده تصحیح نخواهد شد

باشگاه طلایی‌ها





نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



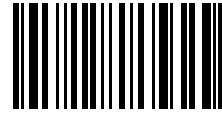
سازمان ملی پرورش استعدادهای درخشان

ادامه پاسخ سوال ۳ از نوشتن جواب سوالات دیگر در قسمت تعیین شده برای این سوال خودداری کنید در غیر این صورت، پاسخ داده شده تصحیح نخواهد شد

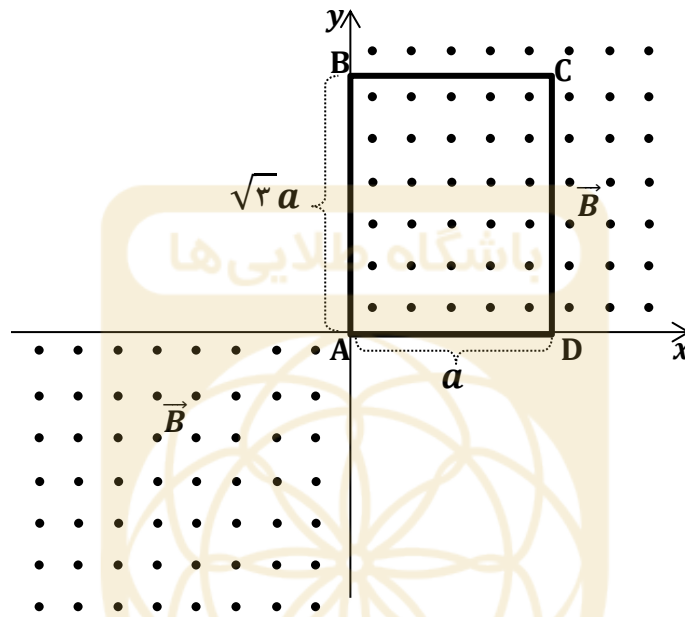




نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



سؤال ۴) قاب مستطیلی ABCD را در نظر بگیرید. مطابق شکل راس A در مبدا مختصات ثابت شده است. در زمان $t = 0$ ضلع های $AB = \sqrt{3}a$ و $DA = a$ بر روی محورهای مختصات و به ترتیب در جهت $+y$ و $+x$ قرار دارند. قاب مستطیلی با سرعت زاویه‌ای ثابت ω شروع به دوران ساعتگرد حول مبدا مختصات می‌کند.



ا) اگر میدان $\vec{B} = B_0 \hat{k}$ عمود بر صفحه قاب در ربع اول و سوم مختصات برقرار باشد، شار میدان مغناطیسی را در یک دور کامل چرخش در تمام زمان‌ها بر حسب a ، ω ، B_0 و t به دست آورید. (نیم خط عمود بر صفحه قاب را در جهت \hat{k} در نظر بگیرید.)

ب) نیروی محرکه القایی متناظر با میدان مغناطیسی قسمت الف را به دست آورید.

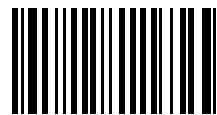
پ) حال فرض کنید که میدان مغناطیسی در ربع اول و سوم به صورت $\vec{B} = B_0 \cos(\omega t) \hat{k}$ باشد. در این صورت شار مغناطیسی گذرنده از قاب در لحظه t و نیروی محرکه القا شده در قاب $\varepsilon(t)$ را به دست آورید.

ت) نیروی محرکه القایی برای میدان مغناطیسی بخش پ را تابعی از زاویه چرخش $\theta = \omega t$ بر حسب رادیان بگیرید.

معین کنید در چه بازه‌هایی از θ ، نیروی محرکه القایی ساعتگرد و در چه بازه‌هایی پادساعتگرد است؟



نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



سازمان ملی پرورش استعدادهای درخشان

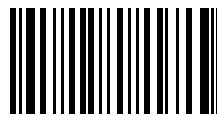
پاسخ سوال ۴

از نوشتن جواب سوالات دیگر در قسمت تعیین شده برای این سوال خودداری کنید در غیر این صورت، پاسخ داده شده تصحیح نخواهد شد





نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



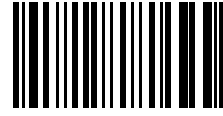
سازمان ملی پرورش استعدادهای درخشان

ادامه پاسخ سوال ۴ از نوشتن جواب سوالات دیگر در قسمت تعیین شده برای این سوال خودداری کنید در غیر این صورت، پاسخ داده شده تصحیح نخواهد شد





نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



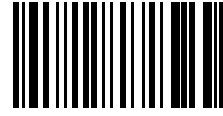
سازمان ملی پرورش استعدادهای درخشان

ادامه پاسخ سوال ۴ از نوشتن جواب سوالات دیگر در قسمت تعیین شده برای این سوال خودداری کنید در غیر این صورت، پاسخ داده شده تصحیح نخواهد شد





نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



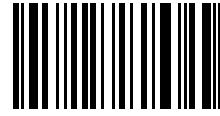
سازمان ملی پرورش استعدادهای درخشان

ادامه پاسخ سوال ۴ از نوشتن جواب سوالات دیگر در قسمت تعیین شده برای این سوال خودداری کنید در غیر این صورت، پاسخ داده شده تصحیح نخواهد شد



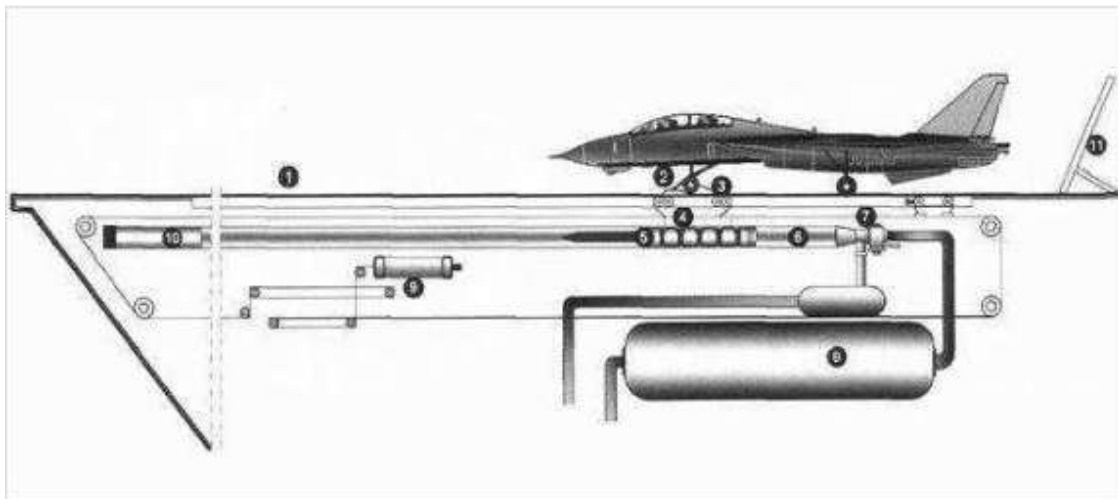


نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



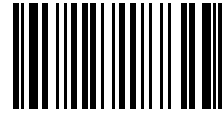
سؤال (۵) اطلاعات جانبی مربوط به سؤال :

ناو هواپیما بر یک کشتی جنگی است که برای حمل کردن و پوشش دادن هواپیماها و بالگردهای جنگی طراحی شده است و به عنوان یک فرودگاه شناور عمل می‌کند. این گونه هواپیماها می‌توانند بدون سوخت‌گیری و توقف، در مسافت‌های دور عملیات خود را انجام دهند. ناو هواپیما بر یک جنگ‌افزار بسیار گران‌قیمت است و تعداد آنها کم است. مساحت کل عرشه پروازی در یک ناو برابر با $1/8$ هکتار یعنی 18000 متر مربع است. طول عرشه برابر با 333 متر یعنی معادل طول سه زمین فوتبال بین‌المللی و بسیار کوچکتر از اندازه باند فرودگاه‌های معمولی است؛ و عرض عرشه پروازی برابر با 78 متر یعنی بیش از متوسط عرض یک زمین فوتبال استاندارد است. به همین دلیل خلبان‌های نیروی دریایی باید مهارت‌های ویژه‌ای داشته باشند. نحوه برخاستن هواپیماها از روی ناو روش‌های گوناگونی دارد. در ناوهای اتمی از سیستمی به اسم منجنیق یا کاتاپولت (شتاب دهنده هواپیما) برای به حرکت در آوردن هواپیما استفاده می‌کنند. در این روش، هواپیما بر روی یک ریل قرار گرفته و هم‌زمان با روشن شدن موتور توسط کاتاپولت نیز به پیش رانده می‌شود. وقتی تمام این مراحل انجام گرفت، افسر کاتاپولت معروف به شوتر، که در یک گنبد شیشه‌ای روی عرشه پروازی بر تمام مراحل نظارت دارد، سوپاپ سیلندرهای کاتاپولت را باز می‌کند، در نتیجه سیلندرها توسط بخار آب پرفشار تولید شده در راکتور ناو پر می‌شوند. این بخار بخشی از نیروی رانشی لازم برای ادامه پرواز با سرعت ایمن را تأمین می‌کند. اگر میزان این بخار، که بستگی به نوع هواپیما دارد، کم باشد نیروی بالابر کافی نیست و هواپیما به داخل اقیانوس پرتاب می‌شود و اگر زیاد باشد موجب شکستن چراغ دماغه خواهد شد.





نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



یک هواپیما به جرم ۱۸ تن برای پرواز باید ضمن حرکت بر روی عرشه از حالت سکون به سرعت 15° گره دریایی (knot) برسد. هر گره دریایی را برای سادگی $1/8 \frac{km}{h}$ در نظر بگیرید. فرض کنید ۷۵ درصد انرژی لازم برای رسیدن به این سرعت از طریق دستگاه کاتاپولت و مابقی به وسیله موتور هواپیما تامین شود. عملکرد دستگاه کاتاپولت را فرایند پیش‌رانش می‌نامیم. فشار هوای محیط را $100 kPa$ بگیرید.

(آ) اگر دستگاه کاتاپولت، یک سیستم سیلندر- پیستون در فشار ثابت $125 kPa$ باشد تغییر حجم بخار آب داخل آن در طی فرایند پیش‌رانش چقدر است؟

در قسمت های بعدی سؤال فرض کنید در فرایند پیش‌رانش فشار بخار آب محبوس شده درون سیلندر در یک فرایند خطی روی نمودار P-V از $125 kPa$ تا $50 kPa$ کاهش یابد.

(ب) تغییر حجم بخار آب در فرایند پیش‌رانش را حساب کنید.

(پ) با فرض آن که حجم اولیه $5 m^3$ باشد، معادله خط مربوط به فرایند پیش‌رانش را به دست آورید.

(ت) اگر بخار آب، یک گاز آرمانی فرض شود و دمای اولیه آن $T_1 = 500 K$ باشد، دمای نهایی انبساط T_2 و دمای بیشینه ضمن انبساط، T_m ، را حساب کنید.

(ث) گرمای Q داده شده به گاز در فرایند پیش‌رانش، هنگامی که حجم گاز از V_1 به حجم دلخواه V رسیده است را حساب کنید. فرض کنید $C_V = 3/5 R$ که در آن R ثابت جهانی گازها است. نمودار Q بر حسب V را برای فرایند فوق به طور کیفی رسم کنید و مختصات نقاط مهم نمودار مانند نقاط تقاطع با محورها و کمینه‌ها و بیشینه‌های احتمالی را تعیین کنید.

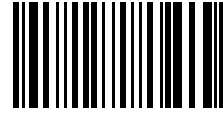
در صورت لزوم از این قسمت به عنوان چرک نویس

استفاده کنید مطالب این قسمت تحت هیچ شرایطی

تصحیح نخواهد شد



نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



سازمان ملی پرورش استعدادهای درخشان

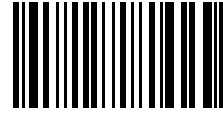
پاسخ سوال ۵

از نوشتن جواب سوالات دیگر در قسمت تعیین شده برای این سوال خودداری کنید در غیر این صورت، پاسخ داده شده تصحیح نخواهد شد





نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



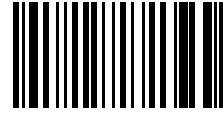
سازمان ملی پرورش استعدادهای درخشان

ادامه پاسخ سوال ۵ از نوشتن جواب سوالات دیگر در قسمت تعیین شده برای این سوال خودداری کنید در غیر این صورت، پاسخ داده شده تصحیح نخواهد شد





نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



سازمان ملی پرورش استعدادهای درخشان

ادامه پاسخ سوال ۵ از نوشتن جواب سوالات دیگر در قسمت تعیین شده برای این سوال خودداری کنید در غیر این صورت، پاسخ داده شده تصحیح نخواهد شد





نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



سؤال ۶) نقشه ارائه شده در صفحه (۳-۶)، تصویری از توپوگرافی یک منطقه کوهستانی است. در این نقشه خطوط هم‌ارتفاع، که ارتفاع آنها از سطح دریا مضربی از 100 متر است، رسم شده و مقیاس نقشه نیز در بالای آن نوشته شده است. فرض کنید بین دو خط هم‌ارتفاع متوالی، ارتفاع زمین به‌طور خطی تغییر می‌کند. برخی از پاسخ‌های سوال بایستی روی همین تصویر که در صفحه (۳-۶) است، با خودکار قرمز کشیده شود، پس در هنگام رسم نقاط و خطوط دقت کنید که تصویر پاسخ نامه دچار خط خوردگی نشود. تمامی جواب‌های عددی این سوال را به صورت نماد علمی و با دو رقم با معنی ذکر کنید.

آ) روی تصویر چاپ شده در صفحه (۳-۶) پست‌ترین نقطه را با C و دو محدوده که شیب در آن از هر جهت صفر است را با D و محلی که در نیمه بالای نقشه بیشترین شیب را دارد با علامت X نشان دهید. ارتفاع پست‌ترین نقطه (h_C) در نقشه و مقدار بیشترین شیب را به‌طور تقریبی بنویسید.

ب) بر روی همان نقشه حداقل دو دره را با خط پیوسته پررنگ و دو یال را با خط چین پررنگ و قلم رنگی مشخص کنید. توضیح: محل برخورد دو دامنه شیبدار در بالاترین نقاط تماس، یال و در پایین‌ترین نقاط تماس، دره است.

پ) در صفحه (۳-۶) نمودار تغییرات ارتفاع (نیم‌رخ توپوگرافی) را در صفحه قائم فرضی که از نقاط F و E می‌گذرد رسم کنید. در این نمودار، محور افقی مکان افقی نقاط خط EF را با همان مقیاس نقشه توپوگرافی نشان می‌دهد.

در صورت لزوم از این قسمت به عنوان چرک نویس

استفاده کنید مطالب این قسمت تحت هیچ شرایطی

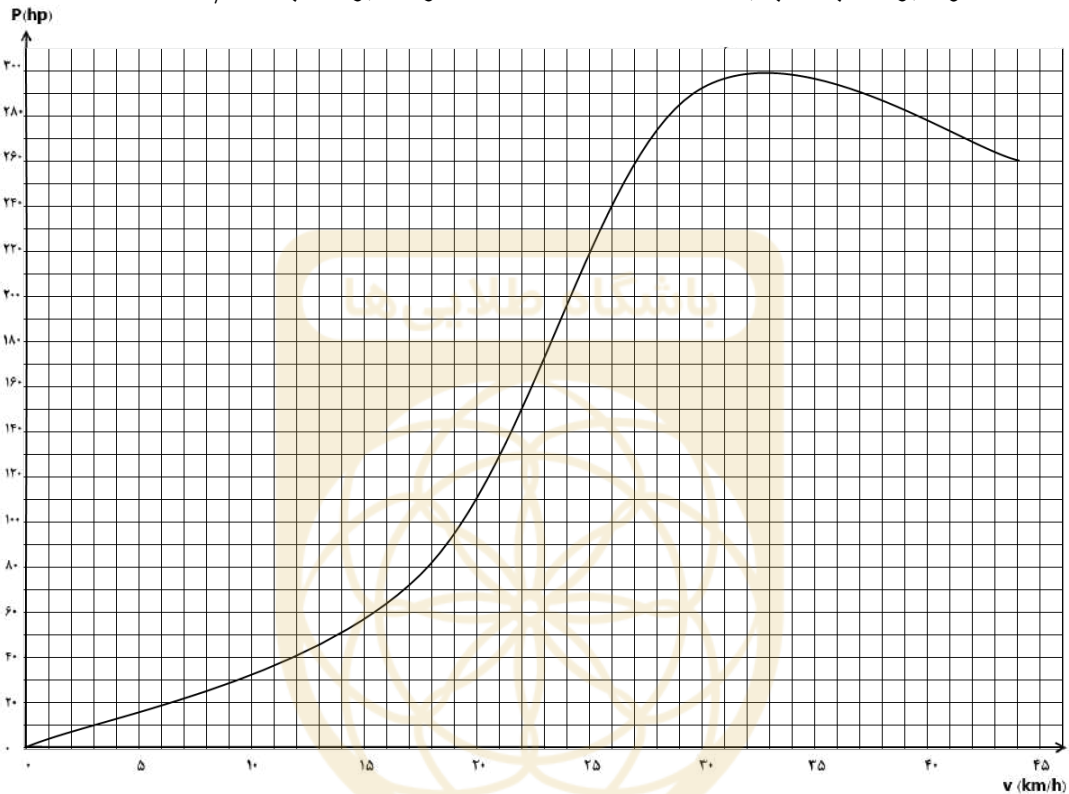
تصحیح نخواهد شد



نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



با توجه به استاندارد اتومبیل‌ها با ایجاد تونل یا پل باید جاده را طوری طراحی کرد که اندازه شیب آن از حد معینی فراتر نرود. اتومبیلی به جرم $۲/۰$ تن در نظر بگیرید که نمودار توان تولیدی موتور آن در دنده سنگین بر حسب سرعت به صورت زیر است که در آن توان بر حسب اسب بخار (معادل ۷۳۵ وات) و سرعت بر حسب (km/h) است.



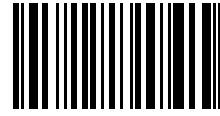
(ت) فرض کنید ۱۰ درصد توان موتور باعث شود جاده نیرویی در امتداد مسیر حرکت به اتومبیل وارد کند. بیشینه این نیرو چقدر است؟ این نیرو به ازای کدام سرعت و توان اتفاق می‌افتد؟ از اصطکاک هوا چشم‌پوشید.

(ث) اگر ضریب اصطکاک جاده به اندازه کافی زیاد باشد که اتومبیل روی جاده سر نخورد، بیشترین شیبی که اتومبیل فوق می‌تواند بالا رود چقدر است؟ (شتاب گرانش زمین را $۱۰ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ در نظر بگیرید).

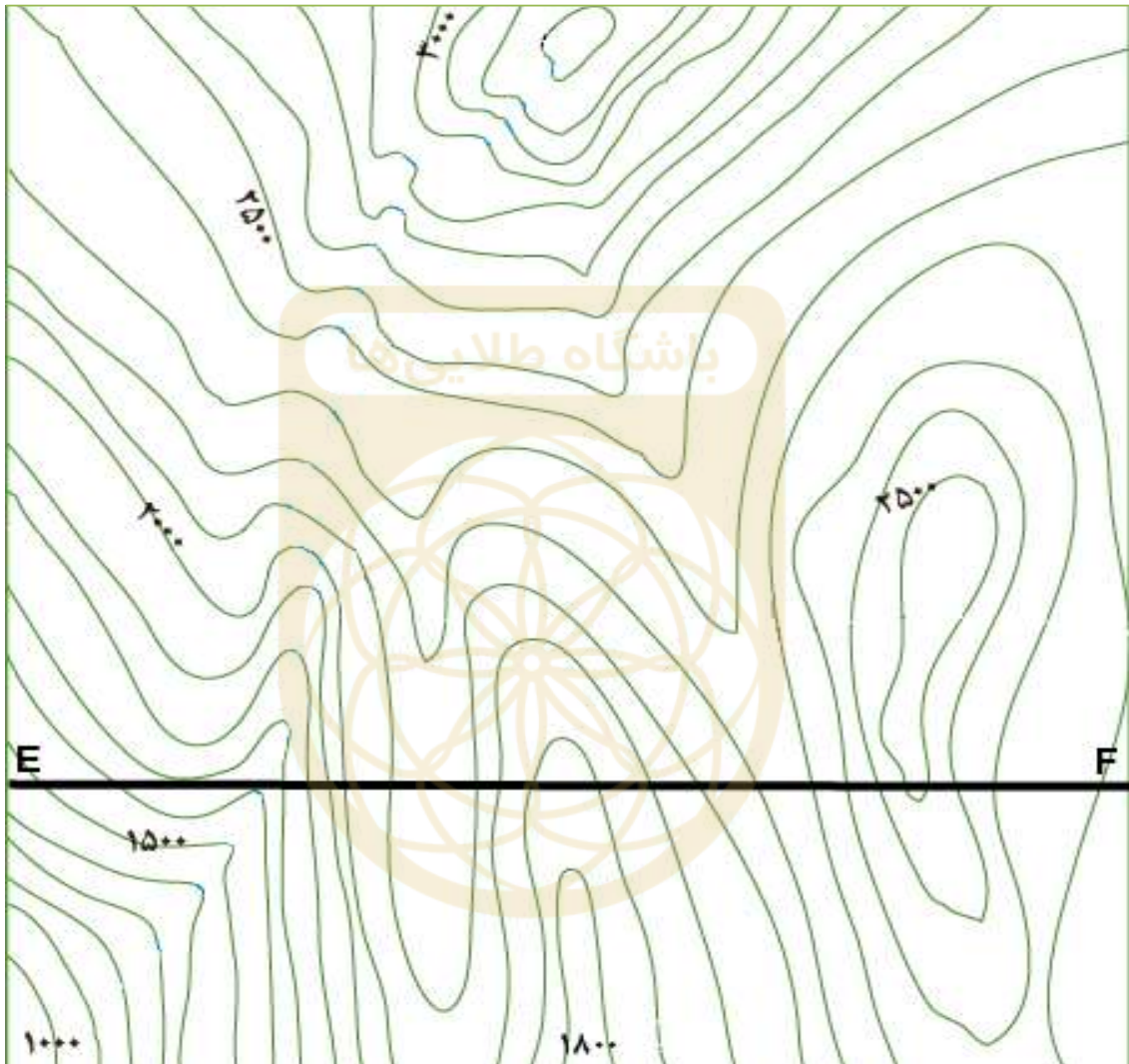
(ج) فرض کنید خط EF در نقشه توپوگرافیک یک جاده در دست احداث را نشان دهد. شیب جاده باید طوری تنظیم شود که اتومبیل فوق با ۷۷ درصد نیروی بیشینه بتواند آن را طی کند. روی نقشه مشخص کنید که در کدام بخش از جاده باید پل یا تونل ایجاد شود؟ برای این کار می‌توانید نقاط تقاطع مسیر جاده و خطوط هم‌ارتفاع مناسب را ملاک قرار دهید. بخش‌هایی از مسیر که پل یا تونل می‌شوند را پررنگ کرده و به ترتیب با علامت B و T مشخص کنید. برای زاویه‌های کوچک مورد نظر در این سؤال سینوس و تانژانت را برابر بگیرید.



نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



این برگ قسمتی از پاسخ نامه است. دقت کنید که تصویر پاسخ نامه دچار خط خوردگی نشود.
هریک سانتی متر روی نقشه معادل ۲ کیلومتر واقعی است. ارتفاع‌های ذکر شده در نقشه برحسب متر است.



h(m)



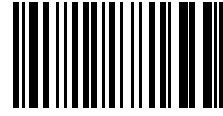
E

F

پ (نیمرخ توپوگرافی



نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



سازمان ملی پرورش استعدادهای درخشان

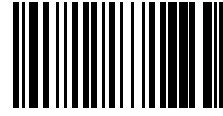
پاسخ سوال ۶

از نوشتن جواب سوالات دیگر در قسمت تعیین شده برای این سوال خودداری کنید در غیر این صورت، پاسخ داده شده تصحیح نخواهد شد





نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



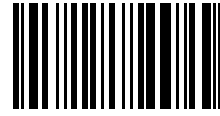
سازمان ملی پرورش استعدادهای درخشان

ادامه پاسخ سوال ۶ از نوشتن جواب سوالات دیگر در قسمت تعیین شده برای این سوال خودداری کنید در غیر این صورت، پاسخ داده شده تصحیح نخواهد شد



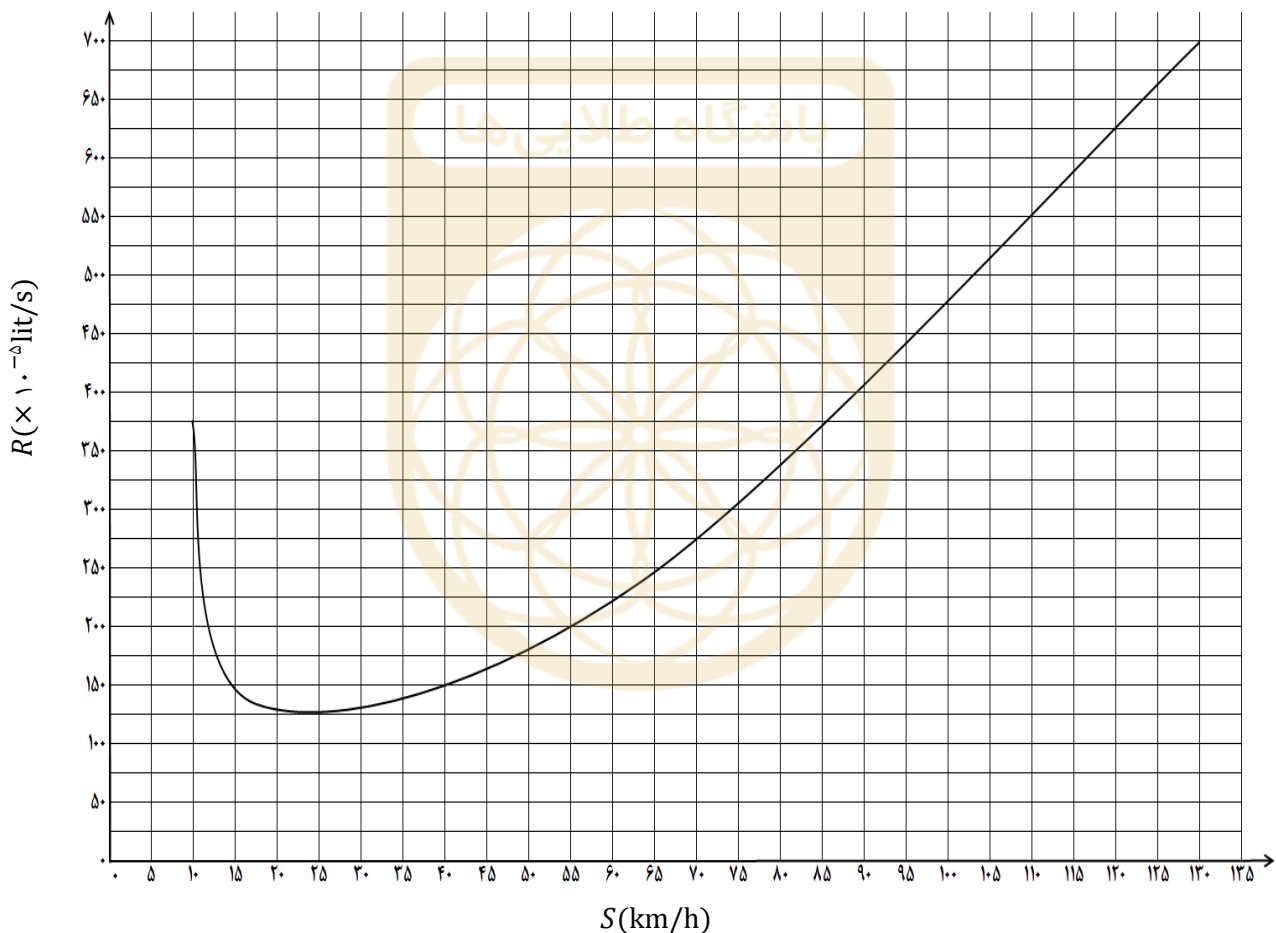


نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



سازمان ملی پرورش استعدادهای درخشان

سؤال ۷) میزان مصرف سوخت خودروها با دو کمیت مختلف سنجیده می‌شود که یکی حجم سوخت مصرف شده بر واحد زمان، $R = \frac{dV}{dt}$ ، و دیگری حجم سوخت مصرف شده بر واحد طول طی شده، $Q = \frac{dV}{dl}$ است. نمودار زیر نشان دهنده رابطه بین کمیت R برای یک اتومبیل در جاده افقی و سرعت اتومبیل، S ، در حالت سرعت ثابت است. در تمام این سوال مقادیر عددی را با دو رقم با معنی ذکر کنید. نقطه پایان نمودار سرعت بیشینه است.

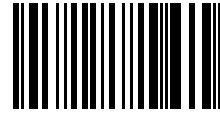


آ) رابطه‌ای بین S ، Q و R بیابید.

ب) اتومبیلی با سرعت ثابت از شهری به شهر دیگر در یک مسیر افقی 100 کیلومتری حرکت می‌کند. با چشم‌پوشی از متغیر بودن سرعت در ابتدا و انتهای حرکت، معلوم کنید اتومبیل با چه سرعتی مسیر را طی کند تا سوخت مصرف شده در کل مسیر کمترین مقدار ممکن باشد. این سرعت را S_c بنامید.



نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



- (پ) اگر اتومبیل با سرعت S_c حرکت کند حجم سوخت مصرف شده در کل این مسیر چند لیتر است؟
- (ت) اگر این اتومبیل فاصله بین این دو شهر را با بیشترین سرعت طی کند حجم سوخت مصرف شده آن در طی این مسیر نسبت به حالت قبل چند درصد افزایش می‌یابد؟
- (ث) نمودار مصرف سوخت اتومبیل (Q) را بر حسب سرعت (S) در نمودار خالی صفحه بعد (صفحه ۷-۳) رسم کنید. برای این منظور مقادیر حداقل پنج نقطه خاص را روی نمودار مشخص کنید و منحنی تقریبی نمودار را با رعایت مجانب‌ها، کمینه‌ها و بیشینه‌های احتمالی رسم کنید.
- فرض کنید این اتومبیل می‌خواهد سرعت خود را با شتاب ثابت افزایش دهد. در این صورت قصد داریم میزان مصرف سوخت را در این افزایش سرعت به دست آوریم. اگر اتومبیل شتاب a داشته باشد کمیت R در ضریب $k = 1 + \beta a$ ضرب می‌شود، که در آن β عددی ثابت و a شتاب است.
- (ج) اگر سرعت اتومبیل با شتاب ثابت a به مقدار کوچک ΔS افزایش یابد، میزان مصرف سوخت ΔV در مدت زمان این افزایش سرعت بر حسب ΔS ، R ، β و a چقدر است؟
- (چ) اگر این اتومبیل با شتاب ثابت $1/5 \frac{m}{s^2}$ سرعت خود را از $100 \frac{km}{h}$ به $130 \frac{km}{h}$ برساند و مقدار β برابر با $50 \frac{s^2}{m}$ باشد، میزان مصرف سوخت را در طی این افزایش به دست آورید.

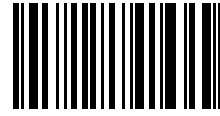
در صورت لزوم از این قسمت به عنوان چکر نویس

استفاده کنید مطالب این قسمت تحت هیچ شرایطی

تصحیح نخواهد شد

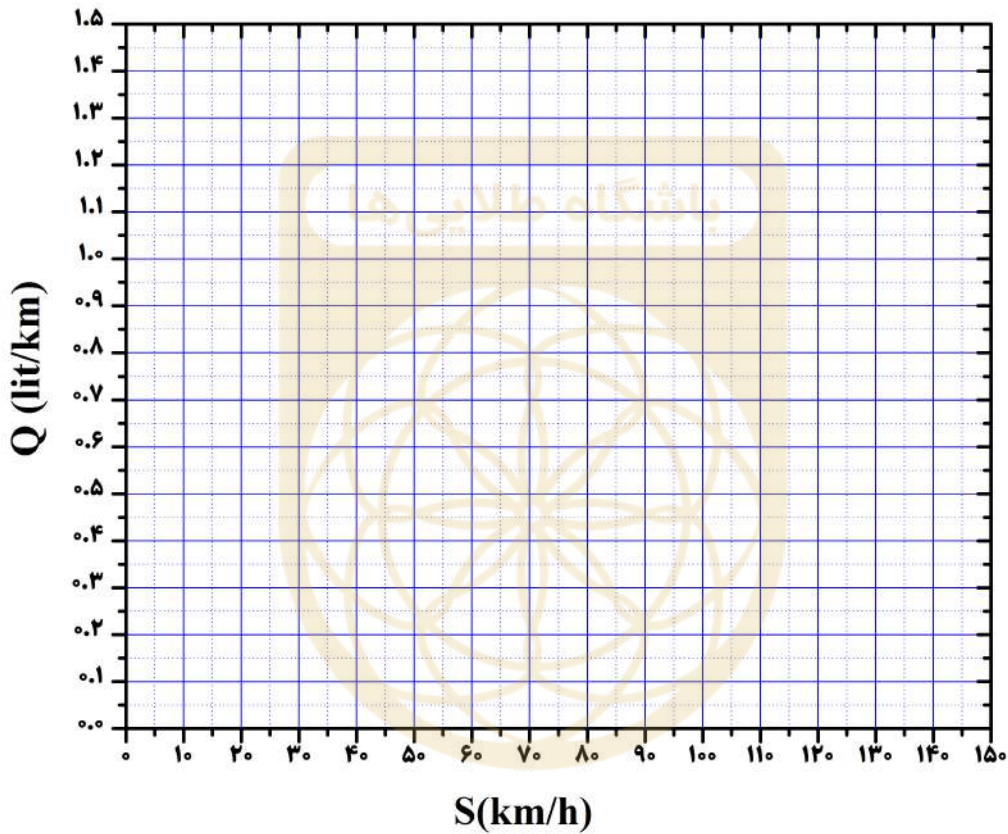


نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



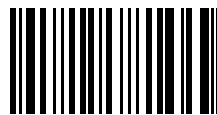
این شکل جزء پاسخ سؤال ۷ است.

پاسخ بخش ث): نمودار مصرف سوخت اتومبیل (Q) بر حسب سرعت (S)





نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



سازمان ملی پرورش استعدادهای درخشان

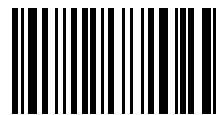
پاسخ سوال ۷

از نوشتن جواب سوالات دیگر در قسمت تعیین شده برای این سوال خودداری کنید در غیر این صورت، پاسخ داده شده تصحیح نخواهد شد





نام :
نام خانوادگی :
کد ملی :



سازمان ملی پرورش استعدادهای درخشان

ادامه پاسخ سوال ۷ از نوشتن جواب سوالات دیگر در قسمت تعیین شده برای این سوال خودداری کنید در غیر این صورت، پاسخ داده شده تصحیح نخواهد شد



در صورت لزوم از این

صفحه به عنوان چرک

نویس استفاده کنید

باشگاه طلاییها

مطالب این صفحه

تحت هیچ شرایطی

تصحیح نخواهد شد

1

بیمار

پایه سوالات مرحله دوم المپیاد فیزیک - دوره ۳۳ - تیر ۱۳۹۹

۱) (۲) با توجه به اینکه در $t=0$ از مبدأ عبور کرده و سرعت آن مثبت می باشد داریم:

$$x(t) = A_0 \sin \omega t \quad , \quad v(t) = A_0 \omega \cos \omega t$$

ب) با توجه به توصیفات سؤال $P(t) = f v$ ، از طرفین با توجه به اینکه محادلات حرکت تغییر می کنند

طریقه $x(t) = A \sin \omega t$ ، $v(t) = A \omega \cos \omega t$ یعنی اگر سیر در مقدم شود و بعد از آن تغییر می دهد

$$P = f v = -b v^2 = -b A^2 \omega^2 \cos^2 \omega t$$
$$= -b A^2 \omega^2 \left(\frac{1 + \cos 2\omega t}{2} \right)$$

$$\bar{P} = \overline{-\frac{1}{2} b A^2 \omega^2 (1 + \cos 2\omega t)} = -\frac{1}{2} b A^2 \omega^2 - \frac{1}{2} b A^2 \omega^2 \overline{\cos 2\omega t}$$

چون در یک دوره $\cos 2\omega t$ صفر است

$$\Rightarrow \bar{P} = -\frac{1}{2} b A^2 \omega^2$$

۲) انرژی کل می توانیم به عنوان انرژی متوسط مقدمات صورت $E = \frac{1}{2} k A_0^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 A_0^2$

می باشد ، با توجه به توصیفات ، و اینکه سیر در مقدم تغییر می کند داریم: $E(\tau) = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2$

$$\bar{P} = -\frac{1}{2} b \omega^2 A^2 = -\frac{b}{m} \left(\frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \right) = -\frac{b}{m} E$$

$$\Rightarrow \frac{dE}{d\tau} = -\frac{b}{m} E(\tau)$$

با توجه به توصیفات تابع E باید صورت $E = C e^{-\frac{b}{m} \tau}$ باشد ، در $\tau=0$ $C = E_0$

$$\Rightarrow E = E_0 e^{-\frac{b}{m} \tau}$$

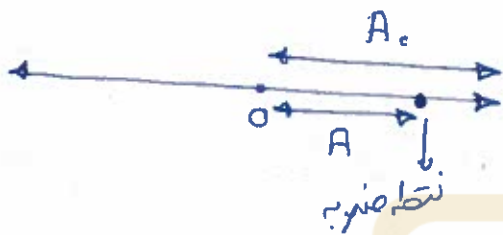
(۲)

توجه داشته باشید $E = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2$ ، $E_0 = \frac{1}{2} m \omega^2 A_0^2$

$$\frac{1}{2} m \omega^2 A^2 = \left(\frac{1}{2} m \omega^2 A_0^2 \right) e^{-\frac{b}{m} \tau}$$

$$\Rightarrow A = A_0 e^{-\frac{b}{2m} \tau}$$

توجه داشته باشید $F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$ و $P = \text{توان}$



با توجه به شکل بردار در نقطه ای که مشخص کرده ایم
بالا بردار و سرعت زاویه‌ای در جهت مثبت و در جهت
پایین بردار و سرعت زاویه‌ای در جهت منفی

میان مقادیر در نقطه $x = A$ بردارها در هم

برای نوشتن $v = \pm \omega \sqrt{A^2 - x^2} \Rightarrow v = \omega \sqrt{A_0^2 - A^2}$

$$\Rightarrow v = \omega \sqrt{A_0^2 - A_0^2 e^{-\frac{b}{m} \tau}} = \omega A_0 \sqrt{1 - e^{-\frac{b}{m} \tau}}$$

در $v = 0$ $\Rightarrow F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{m (\omega A_0 \sqrt{1 - e^{-\frac{b}{m} \tau}} - 0)}{\Delta t}$

$A = \frac{1}{2} A_0 \Rightarrow A_0 e^{-\frac{b}{2m} \tau} = \frac{1}{2} A_0 \Rightarrow e^{-\frac{b}{2m} \tau} = \frac{1}{2}$ (ع)

$$\Rightarrow -\frac{b}{2m} \tau = \ln\left(\frac{1}{2}\right) = -\ln 2 \Rightarrow \tau = \frac{2m}{b} \ln 2$$

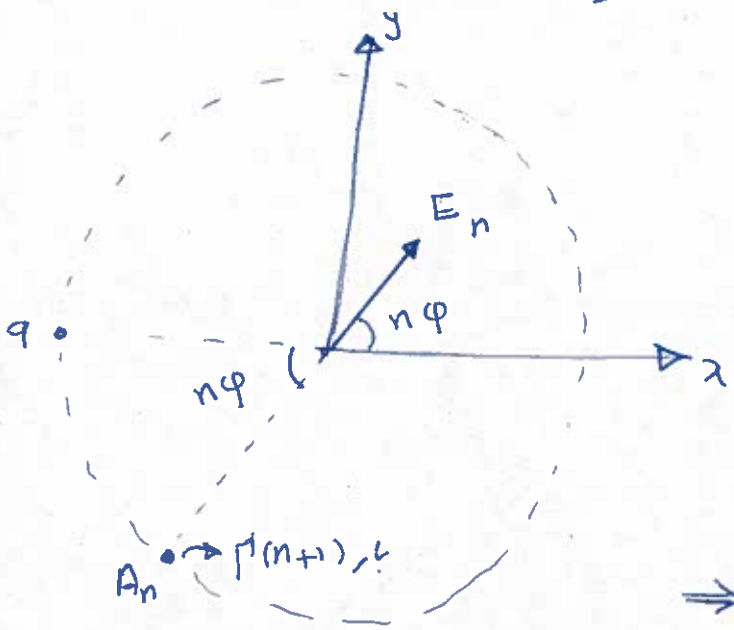
$$\Rightarrow \tau = \frac{2 \times 10^{-3} \times 1.35}{10^{-3}} = 1.35 \times 10^2 \text{ s} = 1.4 \times 10^2$$

توان $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2 \times 3.14}{10^2} = 6.28 \times 10^{-2} \text{ s} \approx 6.3 \times 10^{-2} \text{ s}$

$$\Rightarrow \frac{\tau}{T} = \frac{1.4 \times 10^2}{6.3 \times 10^{-2}} \approx 2.2 \times 10^3$$

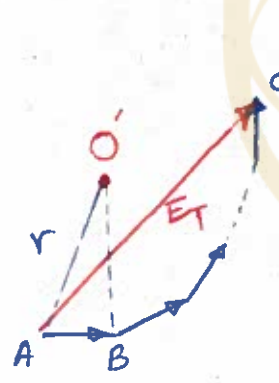
$$\bar{F} = \frac{m \omega_0 A}{\Delta t} \sqrt{1 - e^{-\frac{b}{m} \tau}} = \frac{10^{-1} \times 10^2 \times 5 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-4}} \sqrt{1 - \left(\frac{1}{2}\right)^2} = \frac{5\sqrt{3}}{2} \times 10^3 \text{ N}$$

$$\approx \frac{5 \times 1.7}{2} \times 10^3 = \frac{8.5}{2} \times 10^3$$



$$\begin{aligned} \vec{E}_n &= |E_n| (\cos n\phi \hat{i} + \sin n\phi \hat{j}) \\ &= \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R^2} (\cos n\phi \hat{i} + \sin n\phi \hat{j}) \\ \vec{E}_T &= \sum_{n=0}^N \vec{E}_n \\ &= \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R^2} \sum_{n=0}^N (\cos(n\phi) \hat{i} + \sin(n\phi) \hat{j}) \\ \Rightarrow \begin{cases} E_{Tx} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R^2} \sum_{n=0}^N \cos(n\phi) \\ E_{Ty} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R^2} \sum_{n=0}^N \sin(n\phi) \end{cases} \end{aligned}$$

ب) می دانیم که اندازمه میدان هر بار در جهت مخالف است و در جهت میدان ها با هم میزنند
مقادیر است. این صورت در میدان هر بار مثبت میدان بار مثبت را اندازمه در جهت مخالف میزنند
ساعت چرخیده است.



تا جوم به شش این بردارهای درجه بندی به شش ϕ است
در O' که در جهت هر E_n میزنند

$$\begin{aligned} \triangle O'AB \text{ درجه } \phi &\Rightarrow \frac{|AB|}{2} = r \sin \frac{\phi}{2} \\ \Rightarrow \frac{|E_n|}{2} = r \sin \frac{\phi}{2} &\Rightarrow \boxed{r = \frac{kq}{2R^2} \cdot \frac{1}{\sin \frac{\phi}{2}}} \end{aligned}$$

$$\triangle O'AC \text{ درجه } \phi \Rightarrow \frac{|E_1|}{2} = r \sin \left(\frac{\phi}{2} \right)$$

$$\Rightarrow |E_T| = \frac{kq}{R^2} \frac{\sin \left(\left(\frac{N+1}{2} \right) \phi \right)}{\sin \frac{\phi}{2}} \quad k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$\angle CAB = \angle O'AB - \angle O'AC = \left(\frac{\pi - \phi}{2} \right) - \left(\frac{\pi - (N+1)\phi}{2} \right) = \frac{N\phi}{2}$$

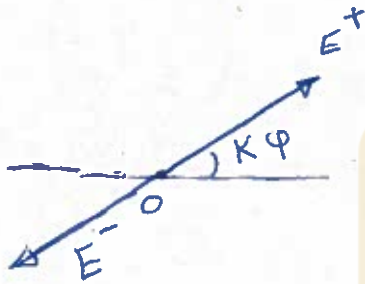
$$\Rightarrow \vec{E}_T = \frac{kq}{R^2} \frac{\sin \left(\left(\frac{N+1}{2} \right) \phi \right)}{\sin \frac{\phi}{2}} \left(\cos \frac{N\phi}{2} \hat{i} + \sin \frac{N\phi}{2} \hat{j} \right)$$

۴
 الف
 N = 2k در این حالت تعداد k+1 مثبت و k منفی داریم در هر یک از این دو دسته
 2φ در این میدان هر دو دسته از هم جدا شده اند و جهت برابری است:

$$|E_+| = \frac{Kq}{R^2} \frac{\sin(k+1) \frac{2\phi}{2}}{\sin \frac{2\phi}{2}} \quad \omega \text{ زاویه } = k \frac{2\phi}{2} = k\phi$$

$$|E_-| = \frac{Kq}{R^2} \frac{\sin k \frac{2\phi}{2}}{\sin \frac{2\phi}{2}} \quad \omega \text{ زاویه } = (k-1) \frac{2\phi}{2} = (k-1)\phi$$

الف: به دو دسته مثبت در هر یک از این دو دسته از هم جدا شده اند و جهت برابری است در هر یک از این دو دسته
 (A) شروع شده است و در این زاویه با هم جدا شده اند و جهت برابری است در هر یک از این دو دسته
 یعنی میدان در هر یک از این دو دسته برابری است.



$$\Rightarrow |E_T| = E^+ - E^- = \frac{Kq}{R^2} \left(\frac{\sin(k+1)\phi - \sin k\phi}{\sin \phi} \right)$$

$$= \frac{Kq}{R^2} \left(\frac{2 \sin \frac{\phi}{2} \cos \frac{2k+1}{2} \phi}{2 \sin \frac{\phi}{2} \cos \frac{\phi}{2}} \right)$$

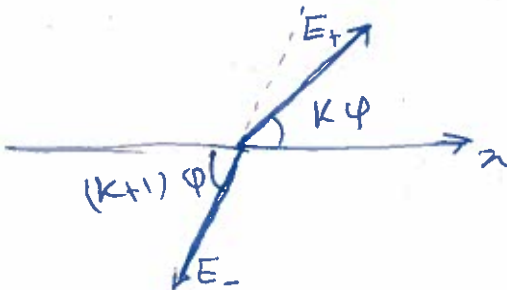
$$= \frac{Kq}{R^2} \left(\frac{\cos \frac{N+1}{2} \phi}{\cos \frac{\phi}{2}} \right) \quad \omega \text{ زاویه } E_T = k\phi = \frac{N}{2} \phi$$

$$\Rightarrow \vec{E}_T = \frac{Kq}{R^2} \frac{\cos \frac{N+1}{2} \phi}{\cos \frac{\phi}{2}} \left(\cos \frac{N}{2} \phi \hat{i} + \sin \frac{N}{2} \phi \hat{j} \right)$$

الف
 N = 2k+1 در این حالت تعداد k+1 مثبت و k+1 منفی داریم در هر یک از این دو دسته
 2φ در این میدان هر دو دسته از هم جدا شده اند و جهت برابری است:

$$|E_+| = \frac{Kq}{R^2} \frac{\sin(k+1) \frac{2\phi}{2}}{\sin \frac{2\phi}{2}} \quad \omega \text{ زاویه } = \beta_+ = k \frac{2\phi}{2} = k\phi$$

$$|E_-| = \frac{Kq}{R^2} \frac{\sin(k+1) \frac{2\phi}{2}}{\sin \frac{2\phi}{2}} \quad \omega \text{ زاویه } = \beta_- = k \frac{2\phi}{2} + \phi = (k+1)\phi$$



5

$$\begin{aligned}
 \Rightarrow E_{Tx} &= E_+ \cos k\varphi - E_- \cos (k+1)\varphi \\
 &= \frac{kq}{R^2} \frac{\sin (k+1)\varphi}{\sin \varphi} (\cos k\varphi - \cos (k+1)\varphi) \\
 &= \frac{kq}{R^2} \frac{\sin (k+1)\varphi}{2 \sin \frac{\varphi}{2} \cos \frac{\varphi}{2}} \left(-2 \sin \frac{2k+1}{2} \varphi \sin \left(-\frac{\varphi}{2} \right) \right) \\
 &= \frac{kq}{R^2} \frac{\sin (k+1)\varphi}{\cos \frac{\varphi}{2}} \sin \frac{2k+1}{2} \varphi = \frac{kq}{R^2} \frac{\sin \left(\frac{N+1}{2} \right) \varphi}{\cos \frac{\varphi}{2}} \sin \frac{N}{2} \varphi
 \end{aligned}$$

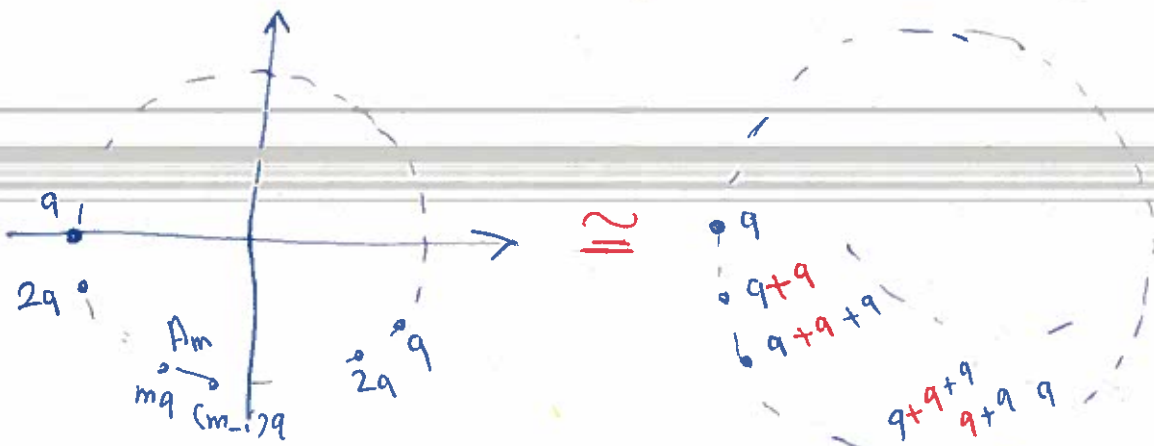
$$\begin{aligned}
 E_{Ty} &= E_+ \sin k\varphi - E_- \sin (k+1)\varphi \\
 &= \frac{kq}{R^2} \frac{\sin (k+1)\varphi}{\sin \varphi} (\sin k\varphi - \sin (k+1)\varphi)
 \end{aligned}$$

$$= \frac{kq}{R^2} \frac{\sin (k+1)\varphi}{2 \sin \frac{\varphi}{2} \cos \frac{\varphi}{2}} \left(2 \sin \left(-\frac{\varphi}{2} \right) \cos \frac{2k+1}{2} \varphi \right)$$

$$= - \frac{kq}{R^2} \frac{\sin \left(\frac{N+1}{2} \right) \varphi}{\cos \frac{\varphi}{2}} \cos \frac{N}{2} \varphi$$

$$\Rightarrow \vec{E}_T = \frac{kq}{R^2} \frac{\sin \left(\frac{N+1}{2} \right) \varphi}{\cos \frac{\varphi}{2}} \left(\sin \frac{N}{2} \varphi \hat{i} - \cos \frac{N}{2} \varphi \hat{j} \right)$$

توجه داشته باشید که در این حالت، هر دو میدان در یک راستا است.



این آرایش از دو سمت است. در سمت راست، هر دو میدان در یک راستا است. در سمت چپ، هر دو میدان در یک راستا است.

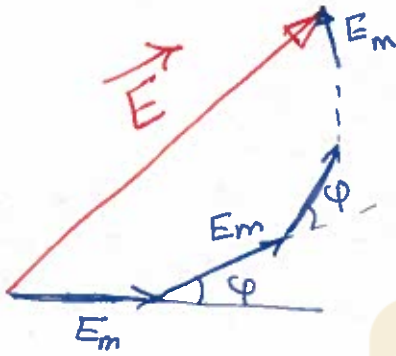
4

ادوات سوزان μ

میدان الکتریکی هر بار m بار q برابر است

$$\vec{E}_m = \frac{Kq}{R^2} \frac{\sin \frac{m}{2} \varphi}{\sin \varphi/2} \left[\cos \left(\frac{m-1}{2} \varphi \right) \hat{i} + \sin \left(\frac{m-1}{2} \varphi \right) \hat{j} \right]$$

میدان کل برابر است با m بردار E_m که هر کدام با یکی بر اندازه φ پیوسته است.



$$|E_m| = \frac{Kq}{R^2} \frac{\sin \frac{m}{2} \varphi}{\sin \varphi/2}$$

صورت برابر است (ب) $\Rightarrow \left\{ \begin{aligned} r &= \frac{|E_m|}{2 \sin \frac{\varphi}{2}} = \frac{Kq}{2R^2} \frac{\sin \frac{m}{2} \varphi}{\sin^2 \frac{\varphi}{2}} \end{aligned} \right.$

$$|\vec{E}| = 2r \sin \frac{m\varphi}{2}$$

$$\text{زاویه با محور افقی} = \frac{(m-1)\varphi}{2}$$

$$\Rightarrow |\vec{E}| = \frac{Kq}{R^2} \frac{\sin^2 \frac{m\varphi}{2}}{\sin^2 \frac{\varphi}{2}}$$

$$\Rightarrow \vec{E} = \frac{Kq}{R^2} \frac{\sin^2 \frac{m\varphi}{2}}{\sin^2 \frac{\varphi}{2}} \left(\cos \left(\frac{m-1}{2} \varphi \right) \hat{i} + \sin \left(\frac{m-1}{2} \varphi \right) \hat{j} \right)$$

7

پایخ سوالات درصدم فکرم الحیدر دلیلیزاده - شماره ۳۳ - تیرماه ۱۳۹۹

سوال ۳:

الف) ما توهم به تفریف عبارت دایره اش احتمال دایره ای می کشیم بدین معنی که در مدت زمان Δt برابر است با $\lambda \Delta t$ از طرف دیگر هر کدام از N اتم می تواند با چنین احتمالی دایره کشیده شوند بنابراین داریم

$$\text{احتمال دایره کشیدن} = \lambda \Delta t = - \frac{\Delta N}{N}$$

علامت منفی به این معنی است که تعداد هسته های پرتوزا با گذشت زمان کاهش می یابد

$$\Rightarrow \Delta N = - \lambda N \Delta t$$

ب) $\frac{dN}{dt} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta N}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{-\lambda N \Delta t}{\Delta t} = -\lambda N$

پ) ما توهم به تفریف تابع نمایی در دسترس آن داریم:

$$N = a \exp(bt) = a e^{bt} \Rightarrow \frac{dN}{dt} = a b e^{bt} = bN$$

$$\Rightarrow \boxed{b = -\lambda} \quad N(0) = N_0 = a e^{b \cdot 0} = a \Rightarrow a = N_0$$

$$\Rightarrow \boxed{N = N_0 e^{-\lambda t}}$$

ت) نیم عمر بدین معنی داده می شود که در آن زمان نصف از هسته های اولیه دایره کشیده شده باشند

$$N(\tau) = \frac{N_0}{2} \Rightarrow N_0 e^{-\lambda \tau} = \frac{N_0}{2} \Rightarrow e^{-\lambda \tau} = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow -\lambda \tau = \ln\left(\frac{1}{2}\right) = -\ln 2 \Rightarrow \tau = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

۱

ث) با توجه به تعریف نسبت در این سیستم، احتمال می‌تواند با احتمال λ_1 به هسته دختر نوع ۱ در این سیستم انتقال یابد.
به هسته دختر نوع ۲ در این سیستم انتقال یابد.

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N = -(\lambda_1 + \lambda_2) N$$

نسبت در این سیستم

$$\Rightarrow N(t) = N_0 e^{-(\lambda_1 + \lambda_2)t}$$

لذا فرض می‌کنیم $N_1(t)$, $N_2(t)$ به ترتیب تعداد هسته‌های دختر نوع ۱ و ۲ در زمان t باشند داریم:

$$N_0 = N(t) + N_1(t) + N_2(t)$$

$$\Rightarrow N_1(t) + N_2(t) = N_0 (1 - e^{-(\lambda_1 + \lambda_2)t})$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \quad \text{با توجه به معلوم احتمال انتقال نسبت در این سیستم داریم:}$$

$$\Rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_2} N_2 + N_2 = N_0 (1 - e^{-(\lambda_1 + \lambda_2)t})$$

$$\Rightarrow N_2 \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{\lambda_2} = N_0 (1 - e^{-(\lambda_1 + \lambda_2)t})$$

$$\Rightarrow N_2 = \frac{\lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2} N_0 (1 - e^{-(\lambda_1 + \lambda_2)t})$$

$$\Rightarrow N_1 = \frac{\lambda_1}{\lambda_1 + \lambda_2} N_0 (1 - e^{-(\lambda_1 + \lambda_2)t}) \quad \text{به همین ترتیب برای } N_1$$

ج) احتمال در این سیستم هسته‌ها \rightarrow آهند تولید تعداد هسته‌های \rightarrow آهند تغییرات تعداد هسته‌های \rightarrow آهند
هر روز \rightarrow هر روز \rightarrow هر روز

$$\Rightarrow \frac{dN}{dt} = R - \lambda N$$

$$N(t) = \alpha + \beta e^{\gamma t} \Rightarrow \frac{dN}{dt} = \beta \gamma e^{\gamma t} = \gamma (\beta e^{\gamma t})$$

$$= \gamma (N(t) - \alpha)$$

$$= -\alpha \gamma + \gamma N(t)$$

ماترم برابر با قیمت دلاریم:

$$\alpha = \frac{R}{\lambda} \quad \text{ماترم } \begin{cases} -\alpha \gamma = R \\ \gamma = -\lambda \end{cases}$$

لذا $N(t=0) = 0$ ماترم

$$\beta = -\alpha = -\frac{R}{\lambda} \leftarrow \alpha + \beta = 0$$

$$\Rightarrow N(t) = \frac{R}{\lambda} - \frac{R}{\lambda} e^{-\lambda t} = \frac{R}{\lambda} (1 - e^{-\lambda t})$$

باشگاه طلائیها

ع) ماترم به غولدر قیمت دلایته خاص (لذت زمان 25 برابری) تقریباً 28,75% نیست لذت حصول
تولید شده دلایته کرده است. ماترم این لذت عمر این محصول حدود 3.75 است. قیمت هر یک از این ماترم؟

رابط $\tau = \frac{\ln 2}{\lambda}$ دلاریم:

$$\lambda (h^{-1}) = \frac{\ln 2}{\tau} \approx \frac{\ln 2}{3.75} = \frac{0.69}{3.75} \approx 0.184 h^{-1}$$

ع) ماترم برابر با قیمت جی سی پنجم در هر ساعت است. $N(t)$ قیمت $\frac{R}{\lambda}$ حاصل می کند و در غولدر
این مقدار برابر است با 9×10^{12} ام

$$\Rightarrow \frac{R}{\lambda} = 9 \times 10^{12} \Rightarrow R = 9 \times 10^{12} \lambda = 9 \times 0.184 \times 10^{12} h^{-1}$$

$$= 1.656 \times 10^{12} h^{-1}$$

$$A = \text{انتیویتی} = \lambda N(t) = R (1 - e^{-\lambda t}) = 0.75 A_{\max} = 0.75 R$$

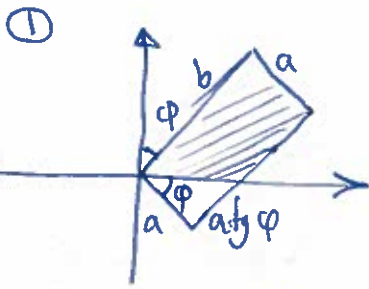
$$\Rightarrow 1 - e^{-\lambda t} = \frac{3}{4} \Rightarrow e^{-\lambda t} = \frac{1}{4} \rightarrow -\lambda t = \ln\left(\frac{1}{4}\right)$$

$$\Rightarrow \lambda t = \ln 4 = 2 \ln 2 \rightarrow t = \frac{2 \ln 2}{\lambda} = 2\tau$$

10

سؤال ۴) مساحت قائمه‌دولض میدان مغناطیسی فرکانس ω در جهت $\varphi = \omega t$ در طول زمان

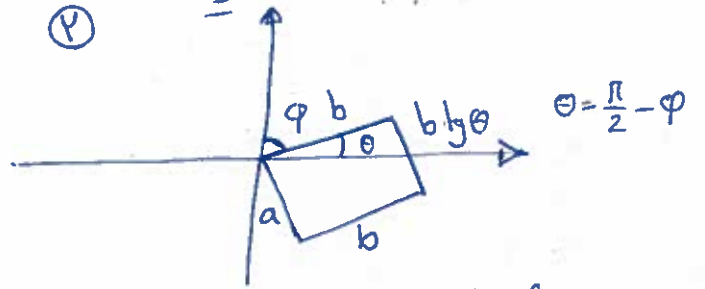
۵) درای عرض سطح در صورت زیر است



$$S = ab - \frac{1}{2} a^2 \tan \varphi$$

$$= \sqrt{3} a^2 - \frac{1}{2} a^2 \tan \varphi$$

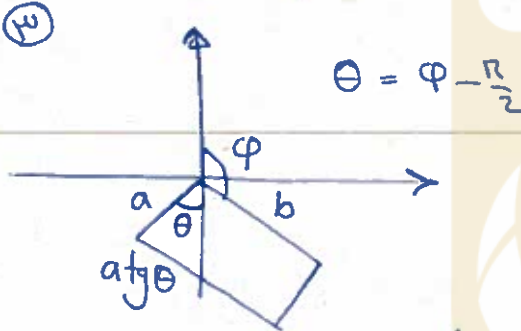
$$= a^2 \left(\sqrt{3} - \frac{1}{2} \tan \varphi \right) \quad 0 \leq \varphi \leq \frac{\pi}{3}$$



$$S = \frac{1}{2} b^2 \tan \theta = \frac{1}{2} b^2 \tan \left(\frac{\pi}{2} - \varphi \right)$$

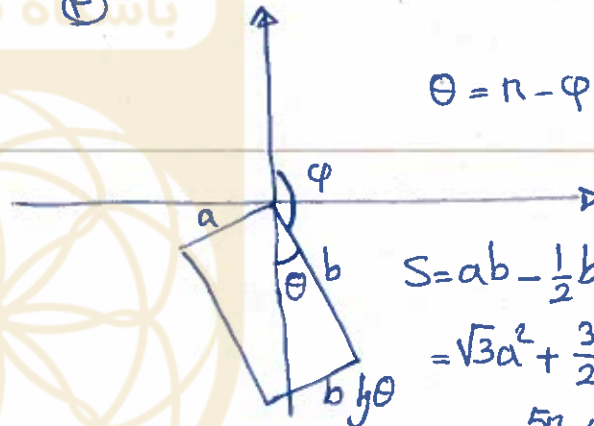
$$= \frac{3}{2} a^2 \cot \varphi \quad \frac{\pi}{3} \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2}$$

باشد (۴) طلایی‌ها



$$S = \frac{1}{2} a^2 \tan \theta = \frac{1}{2} a^2 \tan \left(\varphi - \frac{\pi}{2} \right)$$

$$= -\frac{1}{2} a^2 \cot \varphi \quad \frac{\pi}{2} \leq \varphi \leq \frac{5\pi}{6}$$



$$S = ab - \frac{1}{2} b^2 \tan \theta$$

$$= \sqrt{3} a^2 + \frac{3}{2} a^2 \tan \varphi$$

$$\frac{5\pi}{6} \leq \varphi \leq \pi$$

با توجه به مساحت‌های مثبت و منفی:

$$\Phi = BS = B_0 \frac{a^2}{2} \begin{cases} 2\sqrt{3} - \tan \varphi = 2\sqrt{3} - \tan(\omega t) & 0 \leq \omega t \leq \frac{\pi}{3} \\ \cot \omega t \varphi = \cot \omega t (\omega t) & \frac{\pi}{3} \leq \omega t \leq \frac{\pi}{2} \\ -\cot \varphi = -\cot(\omega t) & \frac{\pi}{2} \leq \omega t \leq \frac{5\pi}{6} \\ 2\sqrt{3} + 3 \tan \varphi = 2\sqrt{3} + 3 \tan(\omega t) & \frac{5\pi}{6} \leq \omega t \leq \pi \end{cases}$$

$$\mathcal{E}(t) = - \frac{d\Phi}{dt} = - \frac{B_0 a^2 \omega}{2} \begin{cases} -(1 + \tan^2 \omega t) & 0 \leq \omega t \leq \frac{\pi}{3} \\ -3(1 + \cot^2 \omega t) & \frac{\pi}{3} \leq \omega t \leq \frac{\pi}{2} \\ (1 + \cot^2 \omega t) & \frac{\pi}{2} \leq \omega t \leq \frac{5\pi}{6} \\ 3(1 + \tan^2 \omega t) & \frac{5\pi}{6} \leq \omega t \leq \pi \end{cases}$$

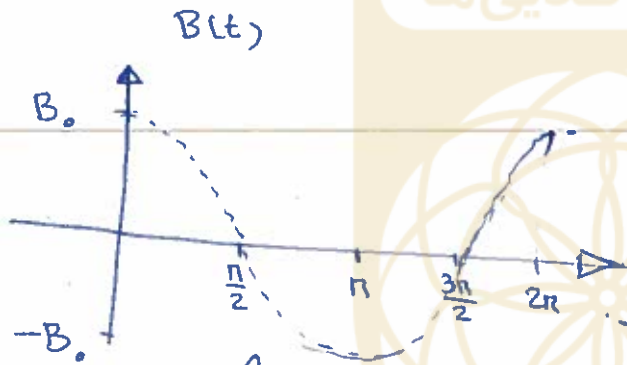
11

(ب) در این حالت برد میدان مغناطیسی تغییر کرده است (تغییرات زرد را می‌توانید متوجه شوید)

$$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = B_0 \cos \omega t \cdot S = \frac{B_0 a^2}{2} \begin{cases} 2\sqrt{3} \cos \omega t - \sin \omega t \\ 3 \cos \omega t \cdot \omega t \\ - \cos \omega t \cdot \omega t \\ 2\sqrt{3} \cos \omega t + 3 \sin \omega t \end{cases}$$

$$\varepsilon(t) = - \frac{d\Phi}{dt} = - \frac{B_0 a^2 \omega}{2} \begin{cases} -2\sqrt{3} \sin \omega t - \omega \cos \omega t \\ -3(\sin \omega t \cdot \omega t + \cos \omega t (1 + \omega t^2)) \\ + (\sin \omega t \cdot \omega t + \cos \omega t (4 + \omega t^2)) \\ -2\sqrt{3} \sin \omega t + 3 \omega \cos \omega t \end{cases}$$

باشگاه طلایی‌ها



در بازه $[\frac{\pi}{2}, \pi]$ میدان در جهت \odot (در جهت \otimes)

گوشه‌ها با برد و مساحت تند گوشه‌ها می‌باشد بنابراین میدان القایی به سمت \odot و میدان القایی با برد معتدل است.

در بازه $[\frac{\pi}{2}, \pi]$ مساحت در حال افزایش و میدان B در جهت دور شو \otimes لذا این چهار به در این حالت هم میدان القایی باید بدون سوئیچ \odot و بنابراین میدان با برد معتدل است.

در حالت $[\pi, \frac{3\pi}{2}]$ مساحت در حال کاهش و میدان دور شو \otimes در حال گوشه‌ها است. در این حالت میدان القایی با برد بدون سوئیچ \otimes و بنابراین میدان با برد معتدل است.

در بازه $[\frac{3\pi}{2}, 2\pi]$ مساحت در حال کاهش و میدان دور شو \otimes لذا این چهار به در این حالت هم میدان القایی با برد بدون سوئیچ \otimes و بنابراین میدان با برد معتدل است.

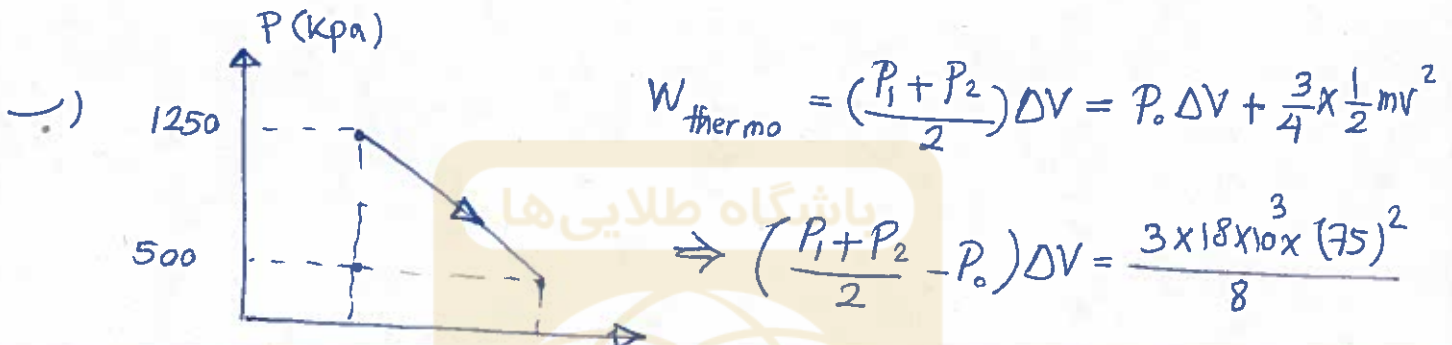
14

پایخ سوالات در حد علم المبادی دینامیک - دوره ۳۳ - آذر ۱۳۹۹

۱) $W_{\text{thermo}} = 75\% K \Rightarrow (P - P_0) \Delta V = \frac{3}{4} \times \frac{1}{2} m V^2$ (۵)

$V = 150 \times 1.8 \times \frac{10}{36} \text{ m/s} = 75 \text{ m/s} \Rightarrow \Delta V = \frac{3mV^2}{8(P - P_0)} = \frac{3 \times 18 \times 10^3 (75)^2}{8 \times 1750 \times 10^3}$

$\Rightarrow \Delta V = \frac{3 \times 18 \times 75^2}{8 \times 1750} = 33.01 \approx 33 \text{ (m}^3\text{)}$



$\Rightarrow \left(\frac{1750}{2} - 700 \right) \Delta V = \frac{54 \times 10^3 \times 75^2}{8}$

$\Rightarrow \Delta V = \frac{54 \times 10^3 \times 75^2}{4 (1550) \times 10^3} = 48.99 \approx 49 \text{ m}^3$

۲) $P = aV + b \Rightarrow a = \frac{\Delta P}{\Delta V} = \frac{(1250 - 500) \times 10^3}{-49} \approx -15.3 \times 10^3$

$b = P - aV = 1250 \times 10^3 + 15.3 \times 10^3 \times 50 = (1250 + 765) \times 10^3 = 2015 \times 10^3$

$\Rightarrow P \text{ (kpa)} = -15.3 V \text{ (m}^3\text{)} + 2015$

۳) $V_2 = V_1 + \Delta V = 50 + 49 = 99 \text{ m}^3$

$\frac{T_2}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{P_1 V_1} = \frac{500 \times 99}{1250 \times 50} = \frac{99}{125} \Rightarrow T_2 = \frac{99}{125} \times 500 = 396 \text{ K}$

13

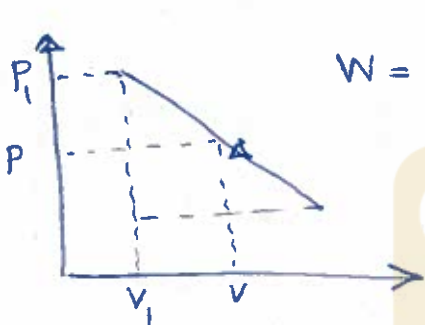
$$PV = nRT \Rightarrow T = \frac{1}{nR} PV = \frac{1}{nR} (aV + b)V = \frac{1}{nR} (aV^2 + bV) \quad (1)$$

$$\frac{dT}{dV} = 0 \Rightarrow 2aV + b = 0 \Rightarrow V = -\frac{b}{2a} = +\frac{2015}{2 \times 15.3} = 65.8 \approx 66$$

$$\Rightarrow P = aV + b = -15.3 \times 65.8 + 2015 = +1008.26 \approx 1008 \text{ kPa}$$

$$\Rightarrow T_m = \frac{PV}{P_1 V_1} T_1 = \frac{1008 \times 66}{1250 \times 50} \times 500 = 532.2 \approx 532 \text{ K}$$

(2)



$$W = -S \Rightarrow \Delta U = Q + W = Q - S$$

$$\Rightarrow n C_v \Delta T = Q - S$$

$$\Rightarrow Q = n C_v \Delta T + S$$

$$\Rightarrow Q = \frac{7}{2} nR (T - T_1) + \frac{1}{2} (P + P_1) (V - V_1)$$

$$= \frac{7}{2} (PV - P_1 V_1) + \frac{1}{2} (PV - P V_1 + P_1 V - P_1 V_1)$$

$$Q \text{ (kJ)} = 4PV - 4P_1 V_1 - \frac{V_1}{2} P + \frac{P_1}{2} V$$

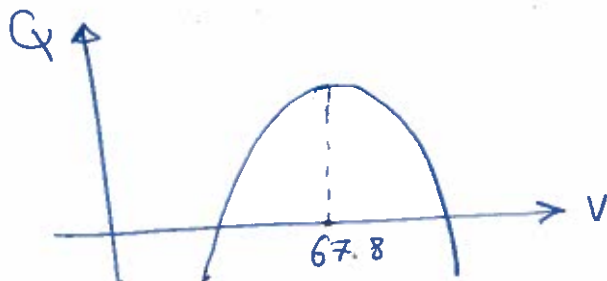
$$= 4(aV + b)V - 4 \times 1250 \times 50 - \frac{50}{2} (aV + b) + 625V$$

$$= 4(aV^2 + bV) - 250 \times 10^3 - 25(aV + b) + 625V$$

$$= 4aV^2 + (4b - 25a + 625)V - (250 \times 10^3 + 25b)$$

$$Q \text{ (kJ)} = -61.2V^2 + 8302.5V + 300375$$

$$\frac{dQ}{dV} = 0 \Rightarrow -122.4V + 8302.5 \Rightarrow V = 67.8$$



آ) برای حل سؤال معتبر است ابتدا در سطح نام لایحه نقطه نوشته شود و سپس نقطه مشخص کردن

$$\text{نقشه } \Delta d_{\min} = 1 \text{ mm} \Rightarrow \text{شیب} = \frac{\Delta h_{\max}}{\Delta d_{\min}} \Rightarrow \text{شیب} = \frac{\text{ارتفاع لایحه}}{\text{عرض}}$$

$$\Rightarrow m_{\max} = \frac{100 \text{ m}}{0.1 \times 2000} = \frac{100}{200} = \frac{1}{2} = 0.5 = 5 \times 10^{-1}$$

$$h_c = 1000 \text{ m}$$

ب) در هر نقطه مشخص شده است.

ت) برای F_{\max} باید توان را سرعت $F = \left(\frac{P_{\text{موتور}}}{v}\right)_{\max}$ $P = F \cdot v \Rightarrow$
 F_{\max} به دست می آید $P \approx 285 \text{ hp}$ $v \approx 29 \text{ km/h}$

$$F_{\max} = \frac{1}{10} \left(\frac{P}{v}\right)_{\max}$$

ماتریس به گونه ای داریم: $P \approx 285 \text{ hp}$ و $v \approx 29 \text{ km/h}$

$$\Rightarrow F_{\max} = \frac{1}{10} \frac{285 \times 735}{29 \times \frac{10}{36}} = 2600.4 \text{ N} \approx 2.6 \times 10^3 \text{ N}$$

ث) در سطح شیب دار نیروی $mg \sin \theta$ به سمت پایین است. اگر فرض کنیم با سرعت ثابت حرکت کند بیشترین شیب را می توانیم داشته باشیم $mg \sin \theta = F_{\max}$

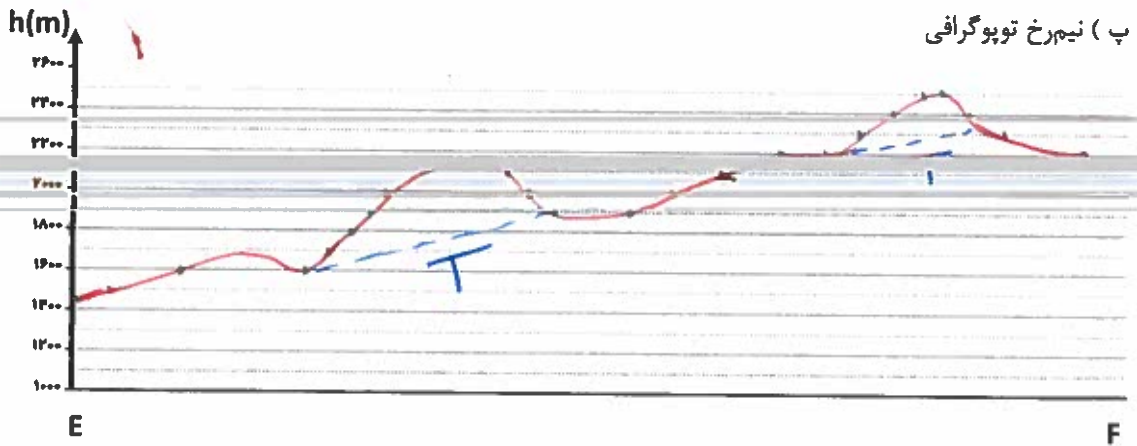
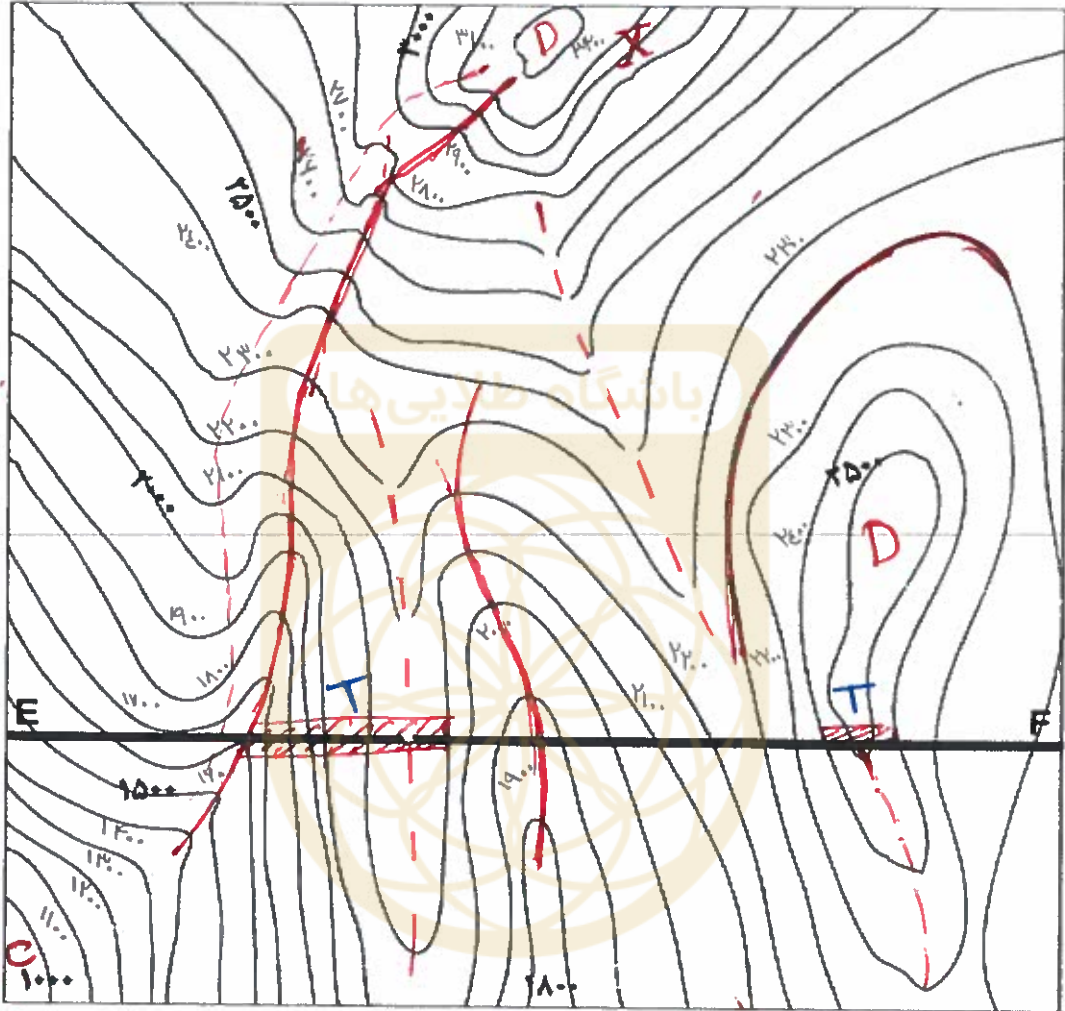
$$\Rightarrow \sin \theta = \frac{F_{\max}}{mg} = \frac{2600.4}{2 \times 10^3 \times 10} = 0.13 = 1.3 \times 10^{-1} \sin \theta \ll 1$$

$$\Rightarrow \tan \theta \approx \sin \theta \approx 0.13 = 1.3 \times 10^{-1}$$

ج) $\tan \theta \approx 0.13 = 1.3 \times 10^{-1}$ $\Rightarrow \sin \theta \approx 0.13$ $\Rightarrow \frac{\Delta h}{\Delta d} \approx 0.1$
 یعنی $\tan \theta \approx 0.1$ است بنابراین $\frac{\Delta h}{\Delta d} \approx 0.1$
 $\Rightarrow \frac{100}{\Delta d} \approx 0.1 \Rightarrow \Delta d \approx 1000 \text{ m} = 1 \text{ km}$

بنابراین اگر در سطح مسطح به لای ۱۰۰ م تغییر ارتفاع داشته باشیم که 1 km (یا 0.5 م) باشد
 توان در این زده شود

این برگ قسمتی از پاسخ نامه است. دقت کنید که تصویر پاسخ نامه دچار خط خوردگی نشود.
 هریک سانتی متر روی نقشه معادل ۲ کیلومتر واقعی است. ارتفاع‌های ذکر شده در نقشه برحسب متر است.



$$T) R = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dl} \cdot \frac{dl}{dt} = Q \cdot S$$

ب) با توجه به اینکه سرعت نسبت است به زمان در هر سید R هم مقدار شتاب دانه در این Q هم ثابت

$$R = \frac{dv}{dt} \Rightarrow dv = R dt = \frac{R}{S} dl$$

$$\Rightarrow \Delta v = \frac{R}{S} \Delta l$$

با توجه به اینکه $\Delta l = 100 \text{ km}$ و با توجه به این Δv هم در نظر می آید که نسبت R/S کمترین مقدار را باید در نظر گرفت (چون عمود بر بالای این خط می باشد)

$$\Rightarrow S_c \approx 50 \text{ km/h} \Rightarrow R \approx 180 \times 10^{-5} \text{ lit/s}$$

$$\Delta v = \frac{R}{S_c} \Delta l = \frac{180 \times 10^{-5} \frac{\text{lit}}{\text{s}}}{50 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times \frac{10^3}{36}} \cdot 100 \times 10^3 \text{ m}$$

$$= \frac{180 \times 10^{-5} \times 36 \times 10^3}{5} = \frac{18 \times 36}{5} \times 10^{-1} \text{ lit} = 12.96 \text{ lit} \approx 13 \text{ lit}$$

$= 1.3 \times 10$

$$S_{\max} = 130 \frac{\text{km}}{\text{h}} \quad R = 700 \times 10^{-5} \text{ lit/s}$$

$$\Rightarrow \Delta v = \frac{R}{S} \Delta l = \frac{700 \times 10^{-5}}{130 \times \frac{10^3}{36}} \times 10^5 = \frac{7 \times 36}{13} \text{ lit} \approx 19.4 \approx 19 \text{ lit}$$

$= 1.9 \times 10$

تفاوت درصدی = $\frac{19-13}{13} \times 100 \approx 46\%$

۱۷

$$Q = \frac{R}{S}$$

$R \text{ (lit/s)}$	375	125	180	550	700
$S \text{ (km/h)}$	10	25	50	110	130
$Q \text{ (lit/km)}$	1.35	0.18	0.13	0.18	0.19

(۳)

(۴)

$$\Delta V = (1 + \beta a) R \Delta t = (1 + \beta a) R \frac{\Delta S}{a}$$

(ج) در محدوده محدود مقدار تغییرات R و S ضعیف است

$$\Delta V = \frac{(1 + \beta a)}{a} \int R ds$$

مساحت زیر نمودار

$$\Rightarrow \Delta V = \frac{(1 + \beta a)}{a} \left(\frac{R_1 + R_2}{2} \right) (S_2 - S_1)$$

$$= \left(\frac{1 + 0.5 \times 1.5}{1.5} \right) \left(\frac{470 + 700}{2} \right) \times 10^{-5} \left(30 \frac{\text{km}}{\text{h}} \right)$$

$$\approx 0.057 \text{ lit} = 5.7 \times 10^{-2}$$

۱۸

این شکل جزء پاسخ سؤال ۷ است.

پاسخ بخش ث): نمودار مصرف سوخت اتومبیل (Q) بر حسب سرعت (S)

