

## کارشناسی

حضرت علی(ع): دانش راهبر نیکویی برای ایمان است

زمان آزمون (دقیقه): تستی: ۶۰ تشریحی: ۶۰

تعداد سوالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴

عنوان درس: نسبیت

رشته تحصیلی/کد درس: فیزیک (هسته ای)، فیزیک (اتمی و مولکولی)، فیزیک (حالت جامد) ۱۱۳۰۲۹

استفاده از ماشین حساب مهندسی مجاز است

۱- کدام گزینه تبدیلات نسبیتی میدان الکترومغناطیسی را به درستی بیان می کند؟

$$E'_x = E_x, E'_y = \gamma(E_y + vB_z), E'_z = \gamma(E_z + vB_z) \quad .1$$

$$E'_x = E_x, E'_y = \gamma(E_y + vB_z), E'_z = \gamma(E_z - vB_z) \quad .2$$

$$E'_x = E_x, E'_y = \gamma(E_y - vB_z), E'_z = \gamma(E_z + vB_z) \quad .3$$

$$E'_x = E_x, E'_y = \gamma(E_y - vB_z), E'_z = \gamma(E_z - vB_z) \quad .4$$

۲- خطوط میدان الکتریکی در چارچوب سکون S با تقارن کروی از بار الکتریکی q واگرا می شوند. در چارچوبی که در آن q با سرعت زیاد در راستای افقی حرکت می کند، این خطوط چگونه به نظر می رسند؟

۱. خطوط میدان الکتریکی در جهت عرضی متراکم می شوند.

۲. خطوط میدان الکتریکی در جهت طولی متراکم می شوند.

۳. خطوط میدان الکتریکی در جهت عرضی منبسط می شوند.

۴. خطوط میدان الکتریکی در جهت طولی منبسط می شوند.

۳- انرژی جنبشی الکترونی که تکانه آن  $3 \frac{MeV}{c}$  است، چقدر است؟ (انرژی سکون الکترون 0/51MeV است).

$$k = 2.53MeV \quad .1 \quad k = 2503MeV \quad .2 \quad k = 253MeV \quad .3 \quad k = 325MeV \quad .4$$

۴- یک چشمه ی S' که در امتداد محور X با سرعت v حرکت می کند، نوری تحت زاویه  $\theta'$  با محور X از چارچوب سکون

خود گسیل می کند. کدام رابطه برای زاویه گسیل در چارچوب S ( $\theta$ ) صحیح است؟ ( $\beta = \frac{v}{c}$ )

$$\tan \theta = \frac{\sin \theta' \sqrt{1 - \beta^2}}{\cos \theta' + \beta} \quad .2$$

$$\tan \theta = \frac{\cos \theta' \sqrt{1 - \beta^2}}{\sin \theta' + \beta} \quad .1$$

$$\tan \theta = \frac{\cos \theta'}{\sqrt{1 - \beta^2} + \beta \sin \theta'} \quad .4$$

$$\tan \theta = \frac{\cos \theta'}{\sqrt{1 - \beta^2} \sin \theta' + \beta} \quad .3$$

## کارشناسی

حضرت علی(ع): دانش راهبر نیکویی برای ایمان است

زمان آزمون (دقیقه): تستی: ۶۰ تشریحی: ۶۰

تعداد سوالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴

عنوان درس: نسبیت

رشته تحصیلی/کد درس: فیزیک (هسته ای)، فیزیک (اتمی و مولکولی)، فیزیک (حالت جامد) ۱۱۱۳۰۲۹

۵- کدام یک از گزینه های زیر در نسبیت صحیح نمی باشد؟

$$k = \frac{1}{2}mv^2 \quad .2$$

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} \quad .1$$

$$k = m_0c^2 \left( \frac{1}{\sqrt{1-u^2/c^2}} - 1 \right) \quad .4$$

$$E = m_0c^2 + k \quad .3$$

۶- کدام گزینه درست نیست؟

۱. معادلات ماکسول تحت تبدیلات گالیه ناوردا نیستند.
۲. در مکانیک نیوتنی بازه های زمانی و مکانی مطلق هستند.
۳. قوانین نیوتن تحت تبدیلات گالیه ناوردا هستند.
۴. طبق مکانیک نیوتنی دستگاه مطلق ساکنی وجود دارد که از نظر ناظر فیزیکی قابل تعریف است.

۷- کدام گزینه از اصول نسبیت خاص است؟

۱. قوانین فیزیک تنها در دستگاه های مرجع با سرعت برابر، یکسان اند
۲. برای تمام دستگاه های مرجع لخت، یک مقیاس زمان صادق است
۳. فضا و زمان از یکدیگر مستقل اند
۴. سرعت نور در خلا در تمام دستگاه های لخت یکسان است

۸- دو الکترون از یک نمونه ی رادیواکتیو در دو جهت مخالف خارج می شوند. سرعت هر کدام نسبت به نمونه  $0.67c$  است. سرعت هر یک نسبت به دیگری چقدر است؟

۱.  $0.92c$       ۲.  $0.82c$       ۳.  $0.72c$       ۴.  $0.62c$

۹- می دانیم زمین با سرعت  $30$  کیلومتر بر ثانیه به دور خورشید می چرخد. به علت حرکت انتقالی زمین به دور خورشید، قطر زمین برای ناظر روی خورشید،

۱. کوتاه تر به نظر می رسد
۲. بلندتر به نظر می رسد
۳. تغییری نمی کند
۴. نمی توان نظر داد

۱۰- طول یک سفینه ی فضایی دقیقاً برابر نصف طول ویژه آن اندازه گیری شده است. سرعت سفینه ی فضایی نسبت به چارچوب ناظر چقدر است؟

۱.  $0.5c$       ۲.  $0.6c$       ۳.  $0.7c$       ۴.  $0.8c$

## کارشناسی

حضرت علی(ع): دانش راهبر نیکویی برای ایمان است

زمان آزمون (دقیقه): تستی: ۶۰ تشریحی: ۶۰

تعداد سوالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴

عنوان درس: نسبت

رشته تحصیلی/کد درس: فیزیک (هسته ای)، فیزیک (اتمی و مولکولی)، فیزیک (حالت جامد) ۱۱۱۳۰۲۹

۱۱- طول اولیه ی میله ای (در حالت سکون)  $l_0$  است. میله در جهتی که نسبت به راستای طول اش زاویه  $45^\circ$  دارد قرار داشته و با سرعت  $0.8c$  در راستای افقی حرکت می کند. ناظر ساکن طول آن را چقدر اندازه می گیرد؟

۱.  $0.61l_0$       ۲.  $0.71l_0$       ۳.  $0.81l_0$       ۴.  $0.91l_0$

۱۲- مایکلسون و موری در آزمایش خود راه نوری  $(l_1 + l_2)$  را به ۲۲ متر رساندند. آن ها طول موج  $\lambda = 5.5A^\circ$  را با سرعت  $v = 10^{-4}c$  کار بردند. آن ها بر اساس رابطه ای که از فیزیک کلاسیک به دست آورده بودند، مقدار  $0.4$  را برای جابجایی فریزها انتظار داشتند. اما در عمل مقدار صفر را برای جابجایی فریزها به دست آوردند. این اختلاف نشانه ی چه بود؟

۱. نشانه ی وجود اثر بود  
۲. بیانگر آن بود که سرعت نور در حرکت عرضی و طولی یکسان است  
۳. نشانه ی وجود ماده ای ناشناخته و یا تغییر در سرعت نور بود  
۴. نشانه آن بود که آزمایش طرح شده نادرست بود

۱۳- کدام گزینه نادرست است؟

۱. برای ناظری که با سرعتی نزدیک به سرعت نور حرکت می کند، زمان انبساط یافته و طول انقباض می یابد  
۲. تمام ناظرهای لخت هم ارزند  
۳. دو حالت جداگانه ی چشمه متحرک-ناظر ساکن و چشمه ساکن-ناظر متحرک در نظریه ی کلاسیک متشابه و در نظریه ی نسبیت متفاوتند  
۴. زمان ویژه  $d\tau = dt\sqrt{1-\beta^2}$  یک کمیت ناورد است

۱۴- اگر در یک چارچوب لخت بازه ی مکانی بین دو رویداد  $10^9$  متر و بازه ی زمانی بین آن ها ۵ ثانیه باشد، بازه ی زمانی ویژه ی بین وقوع این دو رویداد چقدر است؟

۱.  $3/74$  ثانیه      ۲.  $2/74$  ثانیه      ۳.  $7/42$  ثانیه      ۴.  $4/72$  ثانیه

۱۵- هواپیمایی با طول سکون ۴۰ متر، با سرعت یکنواخت  $630$  متر بر ثانیه نسبت به زمین حرکت می کند. برای ساعت های روی زمین چند ثانیه طول می کشد تا ساعت هواپیما یک میکروثانیه از آن ها عقب بیافتد؟

۱.  $2.45 \times 10^2$       ۲.  $2.45 \times 10^5$       ۳.  $4.45 \times 10^5$       ۴.  $4.45 \times 10^7$

## کارشناسی

حضرت علی(ع): دانش راهبر نیکویی برای ایمان است

زمان آزمون (دقیقه): تستی: ۶۰ تشریحی: ۶۰

تعداد سوالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴

عنوان درس: نسبت

رشته تحصیلی/کد درس: فیزیک (هسته ای)، فیزیک (اتمی و مولکولی)، فیزیک (حالت جامد) ۱۱۱۳۰۲۹

۱۶- گلوله ی تفنگی در ثانیه اول حرکت اش ۳۵۰ متر بر ثانیه می پیماید. در یک روز آرام، از این تفنگ که در روی قطاری قرار دارد، گلوله ای در امتداد ریل ها شلیک می شود. در همین لحظه شخصی در فاصله ی ۳۵۰ متری از محل شلیک روی خط آتش قرار گرفته است. اگر قطار در حال دور شدن از شخص باشد کدام گزینه درست است؟

۱. صدای شلیک سریع تر از گلوله به شخص می رسد  
۲. گلوله سریع تر از صدای شلیک به شخص می رسد  
۳. گلوله و صوت با هم می رسند  
۴. نمی توان نظر داد

۱۷- در دستگاه S، رویدادی در مختصات  $z=1\text{km}, y=10\text{km}, x=100\text{km}$  و در زمان  $t = 5 \times 10^{-6} \text{ s}$  اتفاق می افتد. فرض کنیم دستگاه S'، نسبت به S با سرعت  $0.92c$  در امتداد محور مشترک  $x - x'$  حرکت می کند و در لحظه ی  $t = t' = 0$  مبدهای آن ها بر یکدیگر منطبق اند. مختصات  $x', y', z'$  و  $t'$  این رویداد را در دستگاه S' کدام است؟

$$1. \quad t' = -7.7 \times 10^{-4} \text{ s}, z' = 1 \text{ km}, y' = 10 \text{ km}, x' = 2520 \text{ km}$$

$$2. \quad t' = -7.7 \times 10^{-2} \text{ s}, z' = 10 \text{ km}, y' = 1 \text{ km}, x' = 2520 \text{ km}$$

$$3. \quad t' = -77 \times 10^{-4} \text{ s}, z' = 1 \text{ km}, y' = 1020 \text{ km}, x' = 25 \text{ km}$$

$$4. \quad t' = -77 \times 10^{-4} \text{ s}, z' = 10 \text{ km}, y' = 1020 \text{ km}, x' = 25 \text{ km}$$

۱۸- دو رویداد یکی در مکان  $x_1, y_1, z_1$  و دیگری در مکان  $x_2, y_2, z_2$  در یک زمان نسبت به ناظر S اتفاق می افتند. این دو رویداد برای ناظر S' که نسبت به ناظر S با سرعت v در حرکت است

۱. همزمان هستند

$$2. \quad \text{همزمان نیستند و برای ناظر S' برابر است با } \frac{v}{c^2} \left[ (x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2 \right]^{1/2}$$

$$3. \quad \text{همزمان نیستند و برای ناظر S' برابر است با } \frac{v}{c^2} \left[ (x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2 \right]^{1/2} \sqrt{1 - \beta^2}$$

$$4. \quad \text{همزمان نیستند و برای ناظر S' برابر است با } \frac{v \sqrt{1 - \beta^2}}{c^2 \left[ (x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2 \right]^{1/2}}$$

## کارشناسی

حضرت علی(ع): دانش راهبر نیکویی برای ایمان است

زمان آزمون (دقیقه): تستی: ۶۰ تشریحی: ۶۰

تعداد سوالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴

عنوان درس: نسبیت

رشته تحصیلی/کد درس: فیزیک (هسته ای)، فیزیک (اتمی و مولکولی)، فیزیک (حالت جامد) ۱۱۱۳۰۲۹

۱۹- انرژی جنبشی الکترونی برابر انرژی سکون اش است. سرعت این الکترون چقدر است؟ (انرژی سکون الکترون  $0.51\text{Mev}$  است.)

۱.  $۰.۸۶۷c$       ۲.  $۰.۶۷۸c$       ۳.  $۰.۵۶۷c$       ۴.  $۰.۵۱۲c$

۲۰- فرکانس زاویه ای باری که با سرعت نسبیتی  $u$  در یک میدان مغناطیسی یکنواخت حرکت می کند، عبارت است از:

$$۱. \omega = \frac{qB}{m}$$

$$۲. \omega = \frac{1}{\frac{qB}{m} \sqrt{1-u^2/c^2}}$$

$$۳. \omega = \frac{qB}{m} \frac{1}{\sqrt{1-u^2/c^2}}$$

$$۴. \omega = \frac{qB}{m} \sqrt{1-u^2/c^2}$$

## سوالات تشریحی

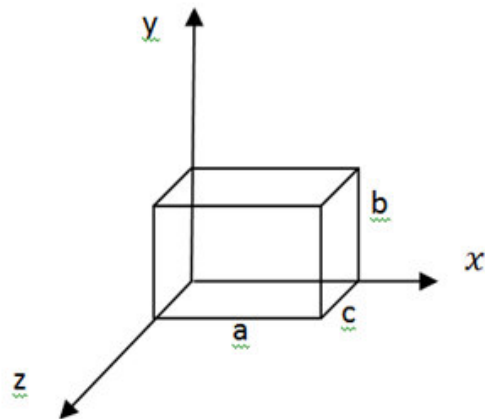
۱- دو بار الکتریکی متحرک  $q$  در دستگاه  $S$  به فاصله  $r$  از یکدیگر قرار دارند. اگر این دو بار با سرعت نسبیتی  $u$  در راستای محور  $x$  در حال حرکت باشند، نیرویی را که از دید ناظر  $S$  به یکدیگر وارد می کنند به دست آورید.

۲- ستاره ای با سرعت  $0.006c$  سرعت نور از زمین دور می شود. جابجایی طول موج  $(\Delta\lambda)$  برای خط  $D_2$  سدیم، با طول موج  $5890\text{Å}$  چقدر است؟

۳- جعبه ای به ابعاد  $a$ ،  $b$  و  $c$ ، مطابق شکل، در حال سکون است. جرم سکون آن  $m_0$  و چگالی سکون آن  $\rho_0 = m_0 / abc$  است.

الف) حجم جعبه از نظر ناظری که با سرعت  $u$  در امتداد محور  $x$  حرکت می کند، چقدر است؟  $(\beta = \frac{u}{c})$

ب) جرم آن از نظر همین ناظر چقدر است؟ (ج) چگالی این جعبه بر حسب  $\rho_0$  چقدر است؟



## کارشناسی

حضرت علی(ع): دانش راهبر نیکویی برای ایمان است

زمان آزمون (دقیقه): تستی: ۶۰ تشریحی: ۶۰

تعداد سوالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴

عنوان درس: نسبیت

رشته تحصیلی/کد درس: فیزیک (هسته ای)، فیزیک (اتمی و مولکولی)، فیزیک (حالت جامد) ۱۱۳۰۲۹

نمره ۱۰۷۵

۴- ناوردایی معادله موج الکترومغناطیسی را در نسبیت با نشان دادن اینکه عملگر دیفرانسیلی مربوط ناورداست، ثابت کنید. یعنی نشان دهید وقتی متغیرهای فضا-زمانی به وسیله ی تبدیلات لورنتس به یکدیگر مربوط می شوند، داریم

$$\frac{\partial^2}{\partial x'^2} + \frac{\partial^2}{\partial y'^2} + \frac{\partial^2}{\partial z'^2} - \frac{\partial^2}{c^2 \partial t'^2} = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} - \frac{\partial^2}{c^2 \partial t^2}$$

راهنمایی: از قاعده ی زنجیره ای استفاده کنید که بر طبق آن اگر داشته باشیم  $f = f(x', y', z', t')$  خواهیم داشت:

$$\frac{\partial f}{\partial x} = \frac{\partial f}{\partial x'} \frac{\partial x'}{\partial x} + \frac{\partial f}{\partial y'} \frac{\partial y'}{\partial x} + \frac{\partial f}{\partial z'} \frac{\partial z'}{\partial x} + \frac{\partial f}{\partial t'} \frac{\partial t'}{\partial x}$$