

# امتحان میان ترم ۲ نسبت خاص- پاییز ۱۳۹۹

دانشکده فزیک- دانشگاه صنعتی شریف

امتحان دوم: پنجشنبه ۴ دی ۱۳۹۹

تاریخ بازگذاری: پنجشنبه ۴ دی ۱۳۹۹- ساعت ۸:۵۵

تاریخ تحویل امتحان: پنجشنبه ۴ دی ۱۳۹۹- ساعت ۱۰:۴۵

ارسال جواب: [sh.baghram@gmail.com](mailto:sh.baghram@gmail.com)

- 
- لطفا نام، نام خانوادگی و شماره دانشجویی خود را بر روی برگه مرقوم فرمایید.
  - مدت امتحان ۹۰ دقیقه است.
  - امتحان کلاسی شامل ۲ سوال است. لطفا هر سوال را در برگه مجزا جواب دهید: امتیازهای سوال ها به صورت زیر است: سوال یک ۲۰ امتیاز، سوال دو ۲۰ امتیاز، از این امتحان حداکثر می توانید ۴۰ امتیاز کسب کنید.
  - امتحان در خانه شامل ۱ سوال با ۳۰ نمره است. از امتحان در خانه می توانید حداکثر ۲۰ امتیاز کسب کنید.
  - کل سوالات ۶۰ نمره دارد. کسب ۵۰ نمره کفایت می کند.
  - میان ترم دوم ۵ نمره پایانی را تشکیل می دهد.
  - جواب ها را لطفا اسکن و با فرمت pdf به آدرس [sh.baghram@gmail.com](mailto:sh.baghram@gmail.com) ارسال بفرمایید.
- 

## سوال (۱)

الف) با استفاده از پایستگی چارتکانه نشان دهید که امکان تبدیل تک فوتون به الکترون و پوزیترون وجود ندارد.

ب) با استفاده از تعریف چاربردار نیروی الکترومغناطیس به صورت زیر؛ قسمت فضایی این رابطه را به دست آورید.

$$\frac{dP^\mu}{d\tau} = F^{\mu\nu} u_\nu$$

در رابطه فوق  $\tau$  زمان ویژه  $u_\nu$  چاربردار سرعت و  $F^{\mu\nu}$  تانسور میدان الکترومغناطیس است که در روابط مورد نیاز تعریف شده است.

ج) مزون ها mesons جز ذرات ترکیبی طبیعت هستند که از در کنار هم قرار گرفتن یک کوآرک و پادکوآرک شکل می گیرند یکی از مشخصات این ذرات نیمه عمر بسیار کوتاه آن ها است که بازه زمانی از مرتبه  $10^{-8}$  تا  $10^{-13}$  ثانیه دارد.

(توجه کنید که پروتون و نوترون که از ترکیب سه کوآرک تشکیل می شوند در خانواده باریون baryon ها قرار دارند.)

دو نمونه از این مزون ها را در دستگاه لختی اندازه گیری کرده ایم. انرژی ذره اول برابر با  $175 \text{ MeV}$  و تکانه آن  $105 \text{ MeV}/c$  است و انرژی ذره دوم برابر با  $225 \text{ MeV}$  و تکانه آن  $180 \text{ MeV}/c$  است.

ج ۱) جرم سکون ذره یک و دو را به دست آورده و نوع آن را مشخص کنید.

راهنمایی: <https://en.wikipedia.org/wiki/Pion>

ج ۲) سرعت ذره اول را به دست آورید.

ج ۳) انرژی جنبشی ذره دوم را به دست آورید.

ج ۴) بیشترین تکانه ای را که نسبت خاص اجازه می دهد برای این ذرات داشته باشید، چقدر است؟

د) واکنش مهم دیگری که در سرن می تواند رخ دهد واپاشی بوزون هیگز به جرم  $125\text{GeV}$  به دو فوتون  $h \rightarrow \gamma + \gamma$  است. ذره هیگز آخرین جز مدل استاندارد ذرات است که در سال ۲۰۱۲ در سرن کشف شد، این ذره ارتباط عمیقی با جرم دار بودن ذرات بنیادی دارد.

حال فرض کنید که یکی از فوتون های خروجی دارای طول موج فتمومتر باشد، زاویه ی این فوتون خروجی را با راستای حرکت هیگز به دست آورید.

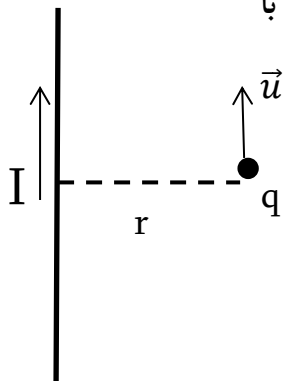
توجه داشته باشید که جرم ذرات بنیادی مانند هر کمیت فیزیکی دیگری که اندازه گیری می شود دارای خطای آماری و سیستماتیک است که برای سادگی از ذکر آن صرف نظر شده است. به طور مثال جرم هیگز که توسط دو آشکارساز CMS و ATLAS به دست آمده است به صورت زیر است:

$$m_h = 125.09 \pm 0.21 \text{ (stat.)} \pm 0.11 \text{ (syst.) GeV}/c^2 \text{ (CMS + ATLAS)} \quad \bullet$$

## • سوال ۲

یک رسانای فلزی یک بعدی به طول بسیار زیاد (در تقریب بی نهایت) را در نظر بگیرید که دارای چگالی بار مثبت  $\rho_+$  و چگالی بار منفی  $\rho_-$  و جریان  $I$  می باشد. در فاصله  $r$  از این رسانا ذره ای با بار الکتریکی  $q$  با سرعت فضایی  $\vec{u}$  موازی رسانا حرکت می کند.

میدان مغناطیسی این سیم در محل بار از دید ناظر آزمایشگاه  $S$  طبق قانون آمپر برابر است با



$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \hat{e}_\phi$$

که  $(\hat{e}_r, \hat{e}_\phi, \hat{e}_z)$  بردارهای واحد مختصات استوانه ای هستند.

الف) چهاربردار جریان بارهای مثبت و منفی را برای رسانا میله ای و نیروی لورنتس را بر روی ذره با بار  $q$  را در دستگاه آزمایشگاه به دست آورید.

ب) حال در دستگاه همراه ذره باردار  $S'$  ، چهاربردار جریان را برای بارهای مثبت و منفی رسانا به دست آورید. به نظر می رسد که دستگاه متصل به ذره میدان الکتریکی غیر صفری را مشاهده می کند. این میدان را با استفاده از قانون گاوس به دست آورید.

ج) در این قسمت میدان الکتریکی در محل بار را از دید ناظر همراه  $S'$  با استفاده از تبدیلات لورنتس محاسبه کنید و نتیجه را با میدان به دست آمده در قسمت قبل را به دست آورید.

د) نیروی لورنتس وارد بر بار الکتریکی را در دستگاه  $S'$  با استفاده از تبدیلات چهاربردار نیرو به دست آورید. همچنین این نیرو را به صورت مستقیم و با استفاده از میدان های به دست آمده در دستگاه  $S'$  به دست آورید.

شاید بتوان بزرگترین دستاورد بشر را «آموزش» دانست. استاد جلال صمیمی (۱۳۱۹-۱۳۹۹)

برگرفته از شماره ۳۰ نشریه مکانیک و الکترونیک فیزیک آذر ۱۳۹۹

با احترام - شانت بانام