

به نام خدا



تاریخ: ۱۳۹۵/۱۲/۱۹

مدت امتحان: ۱۱۰ دقیقه

امتحان میان ترم فیزیک ۲

شماره دانشجویی:

نام و نام خانوادگی:

شماره تالار:

شماره صندلی:

سوال	۱	۲	۳	۴	جمع
نمره					

۱. مطابق شکل زیر، سه بار الکتریکی  $+q$ ،  $+2q$  و  $-3q$  روی رنوس یک مثلث متساوی الاضلاع به طول ضلع  $L$ ، قرار داده شده اند.

(الف) بزرگی و جهت نیروی خالص وارد بر بار آزمون  $+q_0$  در نقطه  $O$  (محل تلاقی عمودمنصف‌های اضلاع) را تعیین نمایید. (۴ نمره)

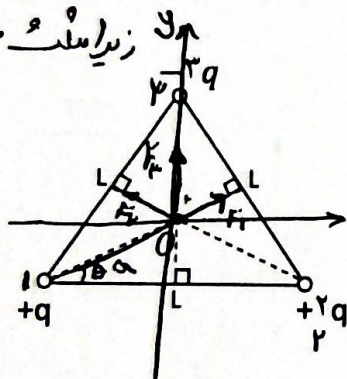
(ب) کار لازم برای آوردن بار آزمون  $+q_0$  از بی نهایت به نقطه  $O$  را به دست آورید؟ (بار آزمون  $+q_0$  در بینهایت و در نقطه  $O$  در حالت سکون است). (۱ نمره)

زیر مثلث متساوی الاضلاع است.

$$\theta = 30^\circ \rightarrow$$

$$\cos \theta = \frac{L/2}{a} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\Rightarrow a = \frac{L}{\sqrt{3}}$$



$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$$

$$\vec{F}_2 = \frac{kq_0(2q)}{a^2} \hat{j}$$

$$\vec{F}_2 = \frac{kq_0(2q)}{a^2} (-\cos \theta \hat{i} + \sin \theta \hat{j})$$

$$\vec{F}_1 = \frac{kq_0 q}{a^2} (\cos \theta \hat{i} + \sin \theta \hat{j})$$

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \hat{j} \left( \frac{kq_0 q_0}{a^2} \right) \left[ 2 + 2 \sin 60^\circ + 1 \sin 30^\circ \right] + \hat{i} \left( \frac{kq_0 q_0}{a^2} \right) \left( -2 \cos 30^\circ + \cos 30^\circ \right)$$

$$\vec{F} = \frac{kq_0 q_0}{(L/\sqrt{3})^2} \left( -\frac{\sqrt{3}}{2} \hat{i} + \frac{5}{2} \hat{j} \right) = \frac{3kq_0 q_0}{2L^2} \left( -\sqrt{3} \hat{i} + 5 \hat{j} \right)$$

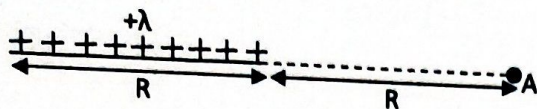
$$\text{در حالت تعادل: } \vec{F}_{\text{خارجی}} = -\vec{F}_e \Rightarrow W_{\text{خارجی}} = -W_e = -(-\Delta U) = \Delta U$$

$$\Delta U = \frac{kq_0(-3q)}{a^2} + \frac{kq_0 q}{a^2} + \frac{kq_0(2q)}{a^2} = \frac{kq_0 q_0}{a^2} (2 + 1 - 3) = 0$$

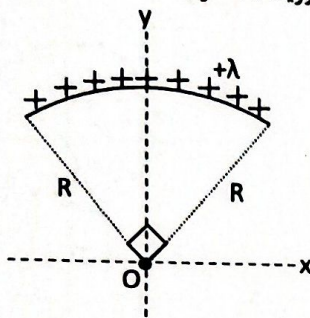
(ب)



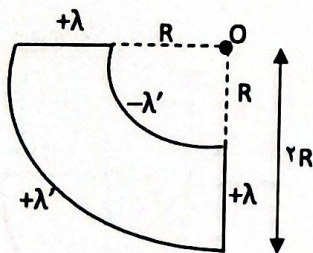
۲. (الف) در شکل زیر یک میله نازک نارسانا به طول  $R$  با چگالی بار خطی یکنواخت  $+\lambda$ ، نشان داده شده است. مطلوب است بزرگی و جهت میدان الکتریکی حاصل از این توزیع بار در نقطه  $A$  (نقطه  $A$ ، در راستای میله و به فاصله  $R$  از یک سر آن قرار گرفته است). (۳ نمره)



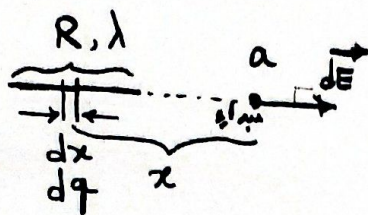
(ب) مطابق شکل زیر، ربعی از یک دایره عایق به شعاع  $R$  دارای چگالی بار خطی یکنواخت  $+\lambda$  است. بزرگی و جهت میدان الکتریکی حاصل از این توزیع بار را در نقطه  $O$  (مرکز ربع دایره) به دست آورید. (۳ نمره)



(ج) مطابق شکل زیر، یک حلقه نارسانای نازک از چهار قسمت تشکیل می‌شود: دو میله نارسانای مستقیم به طول  $L$  و چگالی بار خطی یکنواخت  $+\lambda$ ، ربعی از یک دایره عایق به شعاع  $R$  و چگالی بار خطی یکنواخت  $-\lambda'$  و ربعی از یک دایره عایق به شعاع  $2R$  و چگالی بار خطی  $+\lambda'$ . نسبت  $\lambda'$  به  $\lambda$   $(\frac{\lambda'}{\lambda})$  چقدر باشد تا میدان الکتریکی برآیند در نقطه  $O$  (مرکز ربع دایره‌ها) صفر باشد. (۳ نمره)



جواب ۲  
انسا

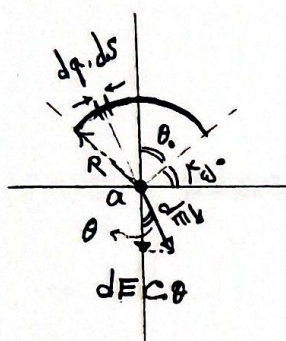


$$|d\vec{E}| = K \frac{dq}{r^2}$$

$$dq = \lambda dx$$

$$E = \int |d\vec{E}| = \int_R^{rR} K \frac{\lambda dx}{x^2} = K\lambda \left(-\frac{1}{x}\right)_R^{rR} = +K\lambda / rR$$

$$E = K \lambda / rR$$



$$|d\vec{E}| = K \frac{dq}{R^2}$$

$$dq = \lambda ds = \lambda R d\theta$$

$$|d\vec{E}| = K\lambda \frac{d\theta}{R}$$

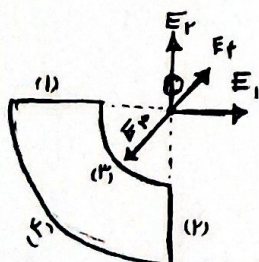
به علت تقارن فقط در جهت عمودی (در راستای محور تقارن) وجود دارد

$$E_y = \int |d\vec{E}| \cos \theta = K\lambda / R \int_{-\theta_0}^{\theta_0} \cos \theta d\theta$$

$$E_y = \frac{2K\lambda}{R} \sin \theta_0$$

برای ربع دایره  $\theta_0 = 45^\circ$

$$E_y = \frac{\sqrt{2} K \lambda}{R}$$



$$E_i = K \lambda / rR$$

$$E_r = K \lambda / rR$$

$$E_y = -\frac{\sqrt{2} K \lambda'}{R}$$

$$E_r = +\frac{\sqrt{2} K \lambda'}{rR}$$

در راستای محور  $x \rightarrow \underbrace{(E_r + E_y)}_{\text{در راستای محور}} \cos 45^\circ = E_i$

$$\frac{\sqrt{2} K \lambda'}{R} \frac{\sqrt{2}}{2} = K \lambda / rR \rightarrow \lambda' = \lambda$$

(ج)



## کنواخت و یکنواخت

۳. در شکل زیر، یک استوانه نارسانای توپر به طول بی‌نهایت و شعاع  $R$  و چگالی بار حجمی  $\rho$  (نمره ۵)

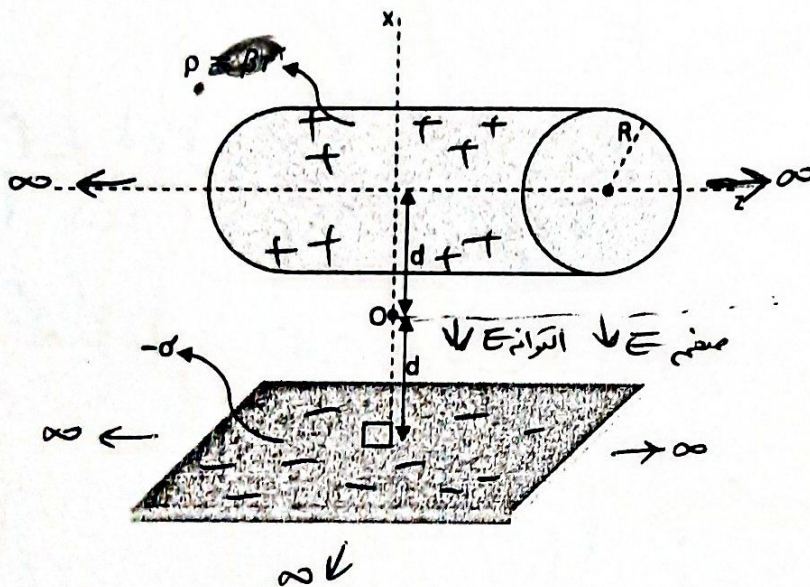
(الف) مطلوب است میدان الکتریکی داخل و (ب) خارج از استوانه. (۵ نمره)

حال مطابق شکل زیر، این استوانه باردار را در نزدیکی یک صفحه نازک نارسانای بی‌نهایت با چگالی بار سطحی  $-\sigma$  قرار می‌دهیم. در این حالت مطلوب است،

(ج) بزرگی و جهت میدان الکتریکی صفحه در نقطه  $O$  (نقطه  $O$  در وسط فاصله میان محور استوانه و صفحه قرار

دارد). (۲ نمره)

(د) بزرگی و جهت میدان الکتریکی برآیند در نقطه  $O$ . (۲ نمره)

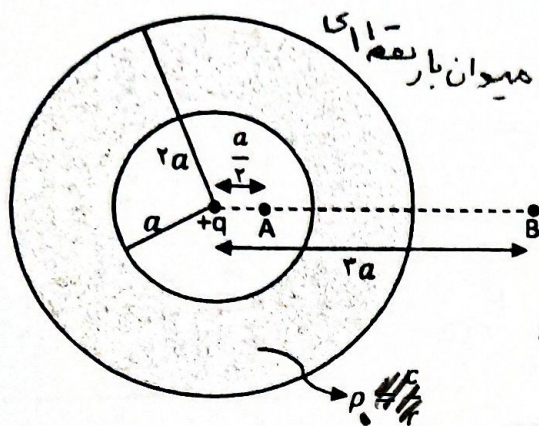


۵

۴. مطابق شکل زیر، یک پوسته کروی به شعاع داخلی  $a$  و شعاع خارجی  $b = 2a$  دارای چگالی بار حجمی یکنواخت  $\rho$  است (شعاعی ثابت و محیط  $\rho$  فاصله شعاعی از مرکز پوسته است). اگر بار نقطه‌ای  $+q$  در مرکز پوسته قرار داده شود، مطلوب است:

(الف) میدان الکتریکی خالص در  $a < r < b$ ،  $r > b$  (۴/۵ نمره)

(ب) اختلاف پتانسیل میان نقاط A و B (نقطه A در  $r = \frac{a}{2}$  و نقطه B در  $r = 2a$  قرار دارد). (۴/۵ نمره)



میدان الکتریکی در نواحی مختلف = میدان الکتریکی ناشی از پوسته + میدان بار نقطه‌ای

(الف)

! میدان الکتریکی ناشی از پوسته :

$$r < a \rightarrow \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q_{enc}}{\epsilon_0} = 0 \rightarrow E_{r < a} = 0$$

$$a < r < b \rightarrow \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q_{enc}}{\epsilon_0} = \frac{\int \rho dv}{\epsilon_0}$$



بسمه تعالی

## آزمون کوئیز فیزیک ۲ (۲۲ اسفند ۱۴۰۱)

مدت امتحان : ۹۰ دقیقه

دانشکده‌ی فیزیک - دانشگاه صنعتی اصفهان

نام و نام خانوادگی:	شماره‌ی دانشجویی:
محل امتحان:	شماره‌ی صندلی:

نمره	سوال	
	۱ (۶ نمره)	• امتحان شامل ۴ برگه و سه سوال است.
	۲ (۷ نمره)	• برگه‌ها نباید از هم جدا شوند
	۳ (۸ نمره)	• لطفاً از مراقبتان به هیچ عنوان سؤال نپرسید
		• پس از حل هر مسأله پیش‌نویس‌های مربوطه را خط بزنید
		• استفاده از ماشین حساب، تلفن همراه، کاغذ اضافی و قلم قرمز مجاز نیست.
	جمع	اطلاعات مفید: $K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9$ و $q_e (\text{بیرالکترون}) = 1/6 \times 10^{-19} C$

(پیش‌نویس):

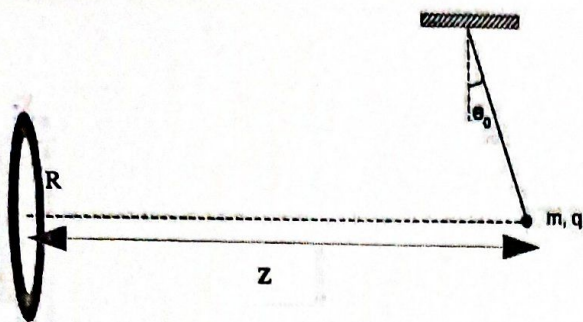
سؤال ۱) مطابق شکل گوی نارسانای کوچک به جرم  $m$  و بار  $q$  را با استفاده از نخ نارسانایی بصورت قائم آویزان کرده ایم. یک حلقه ی نارسانای باردار به شعاع  $R$  و بار  $Q$  در نزدیکی گوی طوری قرار گرفته که راستای محور آن از نقطه تعادل گوی میگذرد. فاصله مرکز حلقه تا نقطه تعادل گوی  $z$  و زاویه نخ نارسانا

با راستای قائم  $\theta_0$  است.

الف) میدان الکتریکی حاصل از حلقه را در فاصله  $z$  روی محور حلقه بدست آورید.

ب) اگر  $z = 10R$  باشد، مقدار بار  $Q$  را بر حسب  $m, q, R$  و  $\theta_0$

حساب کنید. (فرض کنید  $\sqrt{10} \approx 10$ )





سؤال ۳) پوسته استوانه‌ای بی‌نهایت نارسانا به شعاع داخلی  $a$  و شعاع خارجی  $2a$  دارای چگالی بار حجمی مثبت  $\rho$  است. مقابل پوسته استوانه‌ای مطابق شکل، کره توپر نارسانایی به شعاع  $R=2a$  قرار گرفته است. فاصله مرکز کره تا محور استوانه  $7a$  است. بار  $Q = -\lambda\pi\rho a^2$  بطور یکنواخت در حجم کره پخش شده است. فاصله نقطه  $P$  در شکل از محور استوانه برابر با  $6a$  است.

الف) میدان الکتریکی حاصل از پوسته استوانه‌ای در نقطه  $P$  بر حسب بردارهای یکه چقدر است؟

ب) میدان الکتریکی حاصل از کره توپر در نقطه  $P$  و میدان الکتریکی برآیند (پوسته استوانه‌ای و کره توپر) را در این نقطه بر حسب بردارهای یکه بدست آورید.

ج) کره توپر نارسانا را با کره‌ای رسانا و توپر با بار  $Q$  جایگزین می‌کنیم. میدان برآیند در نقطه  $P$  بر حسب بردارهای یکه چقدر می‌شود؟

