جامعة قسنطينة
قسم الفيزياء

مقياس(Phys2 (LMD
السنة الجامعية 2007/2006

الإمتحان الأول في الكهرباء

- التمرين 01 : (8 نقاط) قطعة مستقيمة أفقية طولها **AB = a** ، مشحونة بكثافة خطية منتظمة و موجبة $+\lambda$

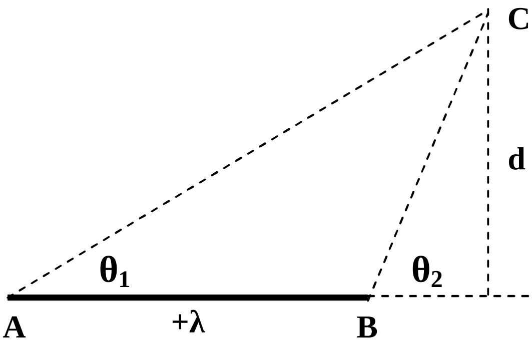
1- أحسب المركبتين العنصريتين للحقل الكهربائي : $d\vec{E}_x(C)$ و $d\vec{E}_y(C)$ في النقطة **C** حيث البعد العمودي عن القطعة يساوي **d** ، **AC** و **BC** يصنعان الزاويتين θ_1 و θ_2

2- أحسب مركبتي الحقل المحصل عند نفس النقطة **C** و حدد إتجاهه

3- حدد قيمة الزاويتين و قيمة مركبتي الحقل في حالة :

- النقطة **C** تقع على إمتداد القطعة المستقيمة **AB** يمين النقطة **B**
- النقطة **C** تقع على محور تناظر القطعة المستقيمة **AB** من الأعلى

4- أستنتج قيمة الحقل في حالة سلك أفقي لامنتهي على بعد المسافة **d**



- التمرين 02 : (8 نقاط) كرة مركزها **O** و نصف قطرها **R** مشحونة سطحياً بكثافة منتظمة و موجبة $+\sigma$. وضعنا في مركزها شحنة سالبة **-Q** ، أحسب باستعمال نظرية غوس :

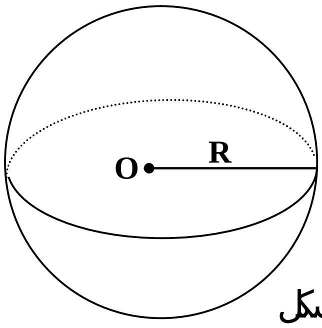
1- الحقل الكهربائي داخل الكرة (**r < R**)

2- الحقل الكهربائي خارج الكرة (**r > R**)

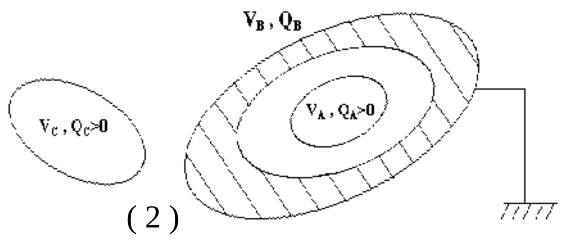
3-هل ينعدم الحقل داخل الكرة و متى

4- هل ينعدم الحقل خارج الكرة و متى

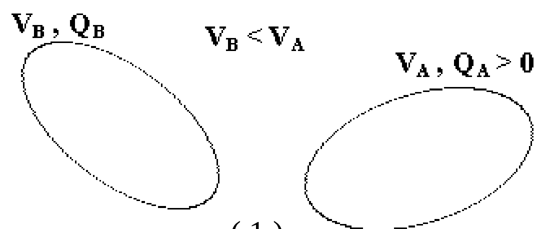
5- أستخرج قيمة الكمون الكهربائي في كل الفضاء داخل و خارج الكرة



التمرين 03 : (نقطتان) في حالة التأثير الكهربائي بين الناقلين **A** و **B** ، أرسم شكل خطوط الحقل في الفضاء المحيط بهما

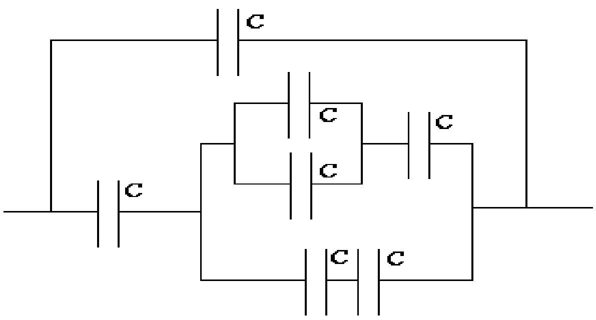


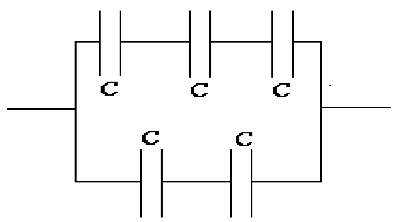
(2)



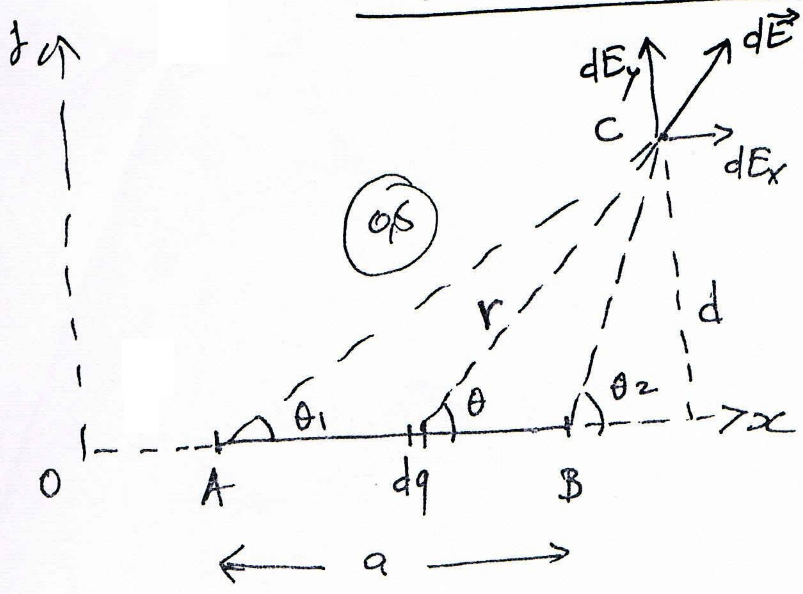
(1)

التمرين 04 : (نقطتان) أحسب سعة المكثفة المكافئة في حالة التركيبتين التاليتين :





حل إمتحان الكهرباء



- التمرين 01 : (8 نقاط)

1) - النقطة $C(x_0, y_0)$

$y_0 = d$.

النقطة $A(x_1, 0)$

〃 $B(x_2, 0)$

0,5 $$d\vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{dq}{r^2}\vec{u}_r = \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0}\frac{dx}{r^2}\vec{u}_r$$

0,5 $$dE_x = \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0}\frac{dx}{r^2}\cos\theta$$

0,5 $$dE_y = \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0}\frac{dx}{r^2}\sin\theta$$

$$\Leftarrow \vec{u}_r = \cos\theta\,\vec{i} + \sin\theta\,\vec{j}$$ 0,5

$$\cos\theta = \frac{x_0 - x}{r}, \quad \sin\theta = \frac{y_0}{r}, \quad tg\theta = \frac{y_0}{x_0 - x}$$

$$r = \sqrt{(x_0 - x)^2 + y_0^2}, \quad dx = \frac{y_0}{\sin^2\theta}d\theta \text{ (0,5)}, \quad r = \frac{y_0}{\sin\theta}$$

0,5 $$dE_x = \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0 y_0}\cos\theta . d\theta, \quad \text{0,5 } dE_y = \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0 y_0}\sin\theta . d\theta$$

-(2

0,5 $$E_x = \int_{\theta_1}^{\theta_2} dE_x = \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0 d}\left[\sin\theta_2 - \sin\theta_1\right]$$

0,5 $$E_y = \int_{\theta_1}^{\theta_2} dE_y = \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0 d}\left[\cos\theta_1 - \cos\theta_2\right]$$

2

3- * C على يمين B ⇐ $d=0$ ، $\theta_1=\theta_2=0$

يكون الحقل موازي للقطعة المستقيمة

⇐ $E_y=0$ 0,5

$$E_x=\frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0 d}\left[\frac{d}{\sqrt{(x_0-x_2)^2+d^2}}-\frac{d}{\sqrt{(x_0-x_1)^2+d^2}}\right]$$

$$\Rightarrow \quad E_x=\frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0}\frac{x_2-x_1}{(x_0-x_1)(x_0-x_2)}$$ 0,5

* C تقع على محور القطعة AB لذلك $x_0=\frac{x_1+x_2}{2}$

⇐ $E_x=0$ 0,5

$$E_y=\frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0 d}\left[\frac{x_2-x_1}{\sqrt{\left(\frac{x_2-x_1}{2}\right)^2+d^2}}\right]$$ 0,5

4- في حالة سلك لامنتهي يكون لدينا $\theta_1=0$ ، $\theta_2=\pi$

ومنه $E_x=0$ 0,5 ، $E_y=\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 d}$ 0,5

- التمرين 02 :- (8 نقاط)

1- داخل الكرة وحسب قانون قوس نجد

$$\vec{E}_{int}=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{-Q}{r^2}\vec{u}_r$$ 1

2- خارج الكرة : الشحنة الداخلية : $Q_{int}=-Q+4\pi R^2\sigma$ 0,5

$\Phi=4\pi r^2 E_{ext}$ و $\Phi=\frac{Q_{int}}{\varepsilon_0}$ 0,5

فنجد أن : $\vec{E}_{ext} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\left[-Q+4\pi R^2\sigma\right]\vec{u}_r$ (1)

3) - لا ينعدم الحقل داخل الكرة لأن $Q \neq 0$ (0,5)

4) - خارج الكرة ينعدم الحقل في حالة :

$-Q+4\pi R^2\sigma = 0 \Leftarrow Q = 4\pi R^2\sigma$ (0,5)

شحنة المركز تساوي وتعاكس شحنة الكرة

5) حساب الكمون :

- داخل الكرة : $V(r)_{int} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{-Q}{r} + C_{int}$ (1)

- خارج الكرة : $V_{ext} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 r}\left[-Q+4\pi R^2\sigma\right] + C_{ext}$ (1)

نجد أن $C_{ext}=0$ لعدم وجود شحنات في ∞ (1)

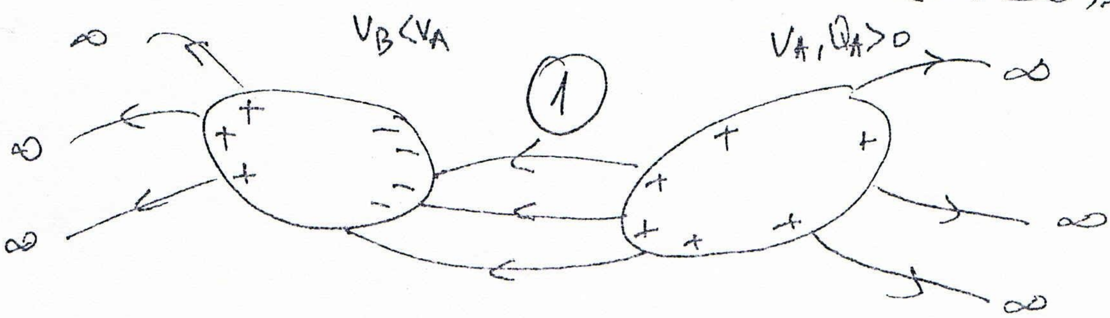
الكمون مستمر عند سطح الكرة أي

$$V_{ext}(R) = V_{int}(R).$$

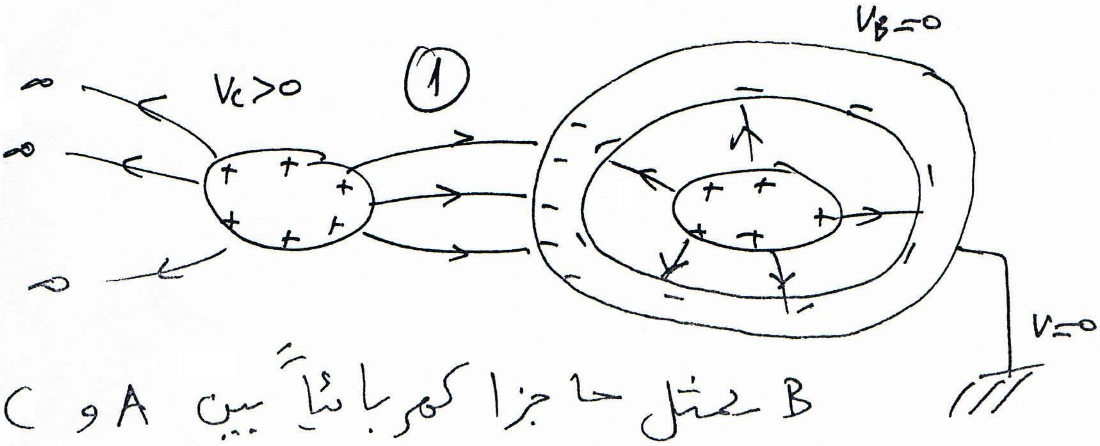
$$\Leftarrow \quad \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 R}\left[\cancel{-Q}+4\pi R^2\sigma\right] = \cancel{\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{-Q}{R}} + C_{int}$$

$$\Leftarrow \quad C_{int} = \frac{\sigma R}{\varepsilon_0}$$ (1)

- التمرين 03 : (نقطتان)



4

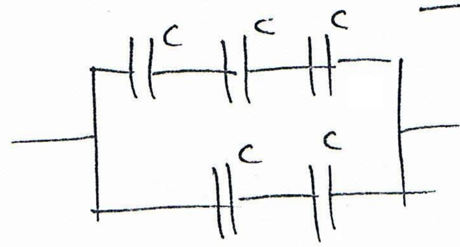


B يمثل حاجزا كهربائياً بين A و C

- التمرين 04 :- (نقطتان)

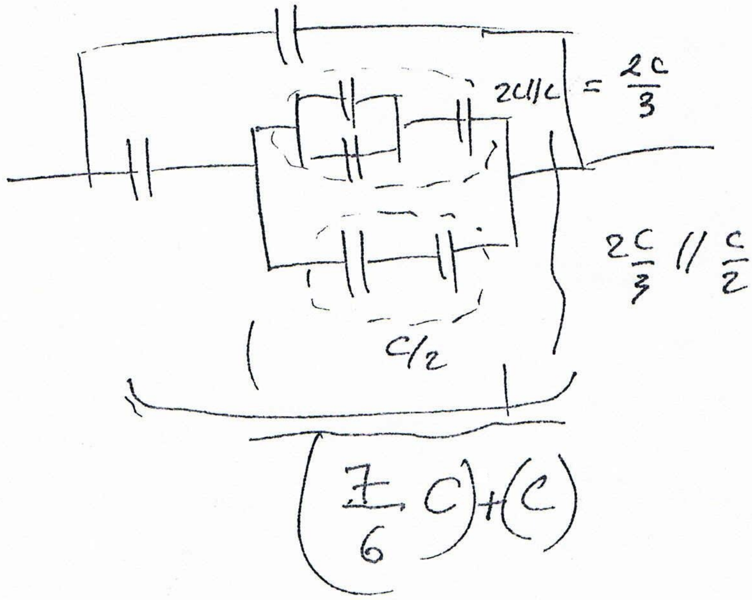
1

$$C_{eq} = \frac{c}{3} + \frac{c}{2} = \frac{5}{6}c$$ ⟺



1

$$C_{eq} = \frac{7}{13}c + c = \frac{20}{13}c$$ ⟺



$$\frac{1}{c_1} = \frac{1}{c} + \frac{6}{7} \cdot \frac{1}{c} = \frac{1}{c}\left(\frac{13}{7}\right)$$

$$c_1 = \frac{7}{13}c.$$

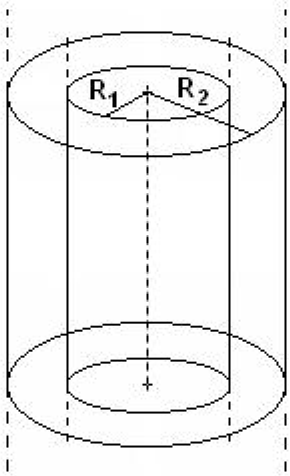
$$C_{eq} = c_1 + c = \left(\frac{7}{13} + 1\right)c$$

جامعة قسنطينة
قسم الفيزياء

مقياس(LMD) فيزياء 2
السنة الجامعية 2008/2007

الإمتحان الأول في الكهرباء

- التمرين 01 : (10 نقاط)



أسطوانتان شاقوليتان متمحورتان لا منتهيتان ، نصفا قطريهما على التوالي R_1 و R_2 مشحونتان بكثافتين سطحيتين $\sigma_1 > 0$ و σ_2 .

1- أستعمل خواص تناظر الجملة لتحديد اتجاه الحقل الكهروسكن في أي نقطة من الفضاء.

2- اعتمادا على ما سبق ما هو شكل سطح غوس المناسب لهذه الحالة.

3- أحسب قيمة الحقل الكهروساكن في المناطق الثلاثة بدلالة R_1 و R_2 و σ_1 و σ_2.

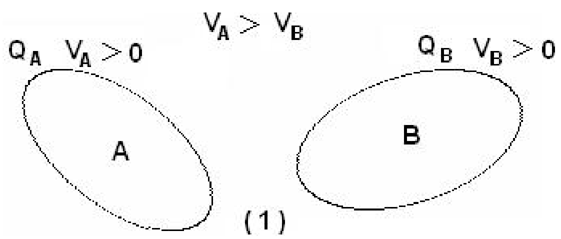
4- أستنتج قيمة الكمون الكهروساكن في نفس المناطق السابقة ، ثم استنتج قيمة الثوابت المرفقة.

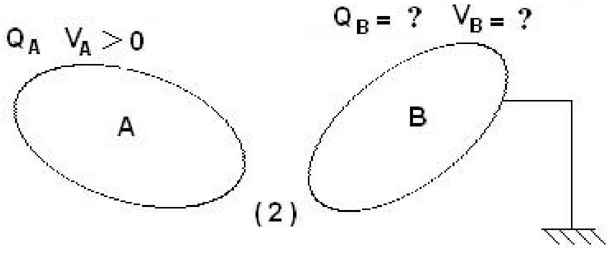
5- أستنتج قيمة σ_2 التي تجعل الحقل الكهروساكن معدوما من أجل $r > R_2$.

6- أحسب فرق الكمون بين الأسطوانتين ، ثم استنتج السعة الكهربائية للمكثفة المتشكلة.

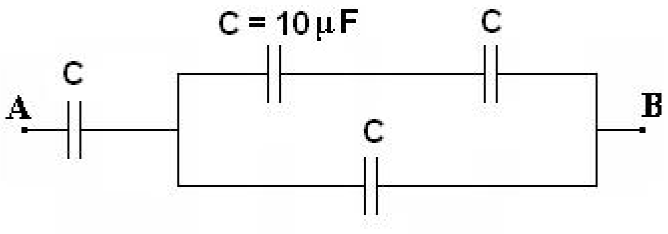
- التمرين 02 : (6 نقاط)

1- في حالة الشكلين (1) و (2) بين الناقل المؤثر و الناقل المتأثر و طبيعة التأثير الكهروساكن ، ثم أرسم خطوط الحقل الكهروساكن في الفضاء المحيط بالناقلين . في حالة الشكل (2) حدد إشارة كل من Q_B و V_B.





2- أحسب قيمةسعة المكثفة المكافئة لمجموعة المكثفات الموصولة بين النقطتين A و B .



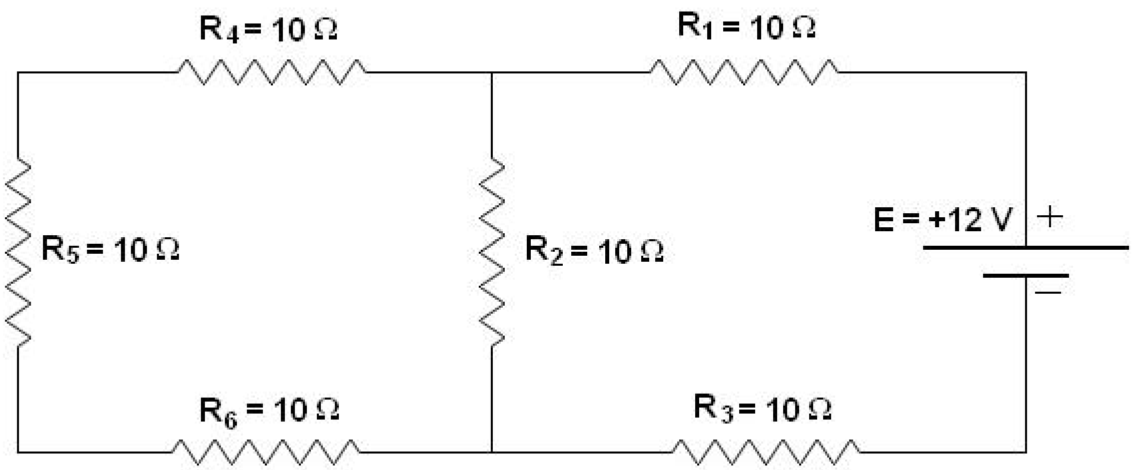
- التمرين03 : (4 نقاط)

لتكن الدارة الكهربائية المبينة في الشكل أسفلا ، كل المقاومات متساوية و المولد الكهربائي لا يملك مقاومة داخلية .

1- حدد مختلف التيارات التي تمر في الدارة

2- أكتب معادلات كيرشوف لهذه الدارة ، ثم اختزلها إلى معادلتين خطيتين فقط.

3- أحسب شدة التيارات المختلفة للدارة.



حل إمتحان الكهرباء

- التمرين 01 :-

1)- التوزيع له تناظر أسطواني، والحقل يكون محمولا بنصف قطر الأسطوانتين (0,5)

2)- سطح قوس المناسب هو أسطوانة لها نفس المحور و نصف قطرها r وارتفاعها h كيفي (0,5)

3)- لدينا ثلاثة مناطق :

- المنطقة (I) : $r \leq R_1$ (داخل الأسطوانة الصغرى)
- " (II) : $R_1 \leq r \leq R_2$ (بين الأسطوانتين)
- " (III) : $r \geq R_2$ (خارج الأسطوانة الكبرى)

تطبيق قانون قوس :

$$\boxed{\oint(\vec{E}) = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0}}$$

في كل الحالات لدينا

$$\boxed{\begin{aligned}\oint(E) &= E \cdot S_L \\ &= 2\pi r . h . E\end{aligned}}$$

* المنطقة (I) :

(1) $$\boxed{\begin{aligned} Q_{int_I} &= 0 \\ E_I &= 0\end{aligned}}$$

* المنطقة (II)

(1) $$\boxed{\begin{aligned}\frac{Q_{int_{II}}}{\varepsilon_0} &= \frac{\sigma_1}{\varepsilon_0} \times S_{L1} = 2\pi R_1 h . \frac{\sigma_1}{\varepsilon_0} \\ E_{II} &= \frac{\sigma_1}{\varepsilon_0} . \frac{R_1}{r}\end{aligned}}$$

2

* المنطقة (III)

$$Q_{int\,III} = \sigma_1 S_{L_1} + \sigma_2 S_{L_2}$$

1

$$\boxed{Q_{int\,III} = (\sigma_1 R_1 + \sigma_2 R_2) . 2\pi h}$$

$$\boxed{E_{III} = \frac{\sigma_1 R_1 + \sigma_2 R_2}{r}}$$

4)- إستنتاج الكمون:

$$\vec{E} = -\vec{grad}\,V \Rightarrow \quad E = -\frac{dV}{dr}.$$

$$\Rightarrow \quad V = -\int E . dr + C$$

* في المنطقة (I):

0,5 $\boxed{V_I = C_I}$

* في المنطقة (II):

0,5 $\boxed{V_{II} = -\sigma_1 R_1 \ln r + C_{II}}$

* في المنطقة (III):

0,5 $\boxed{V_{III} = -(\sigma_1 R_1 + \sigma_2 R_2) \ln r + C_{III}}$

- تحديد الثوابت، لا يمكن إستعمال شرط الكمون معدوم في (∞) بسبب وجود شحنات هناك،

* يستعمل إصطلاح الكمون في المنطقة (I) معدوم

$$V_I = 0 \quad \Rightarrow \boxed{C_I = 0} \quad 0,5$$

* نستعمل خاصية إستمرار الكمون:

$$V_I(R_1) = V_{II}(R_1) \Rightarrow \quad 0 = -\sigma_1 R_1 \ln R_1 + C_{II}$$

$$\boxed{C_{II} = \sigma_1 R_1 \ln R_1} \quad 0,5$$

وكذلك:

$$V_{II}(R_2) = V_{III}(R_2) \Rightarrow$$

$$\boxed{C_{III} = \sigma_1 R_1 \ln R_1 + \sigma_2 R_2 \ln R_2} \quad 0,5$$

(3)

5)- نجعل $\boxed{E_{III}=0} \Rightarrow \sigma_1 R_1+\sigma_2 R_2=0 \Rightarrow \boxed{\sigma_2=-\frac{R_1}{R_2}\sigma_1}$ (0,5) (0,5)

6)- نحسب فرق الكمون بين $r=R_1$ و $r=R_2$ ، نجد

$$\Delta V = V_{II}(R_1)-V_{II}(R_2) = -\sigma_1 R_1 \ln R_1-(-\sigma_1 R_1 \ln R_2)$$

$$\boxed{\Delta V = \sigma_1 R_1 \ln\frac{R_2}{R_1}} \quad (1)$$

- نحسب الشحنة الكهربائية لأسطوانة نصف قطرها R_1 وارتفاعها H

$$(0,5)\ \boxed{Q_1=\sigma_1 S_{L_1}=2\pi R_1 H\cdot\sigma_1} \Longrightarrow \sigma_1=\frac{Q_1}{2\pi R_1 H}$$

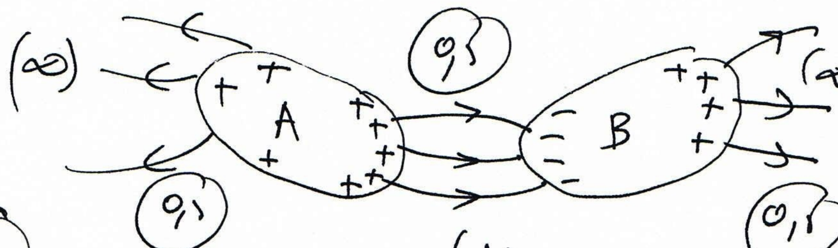
ومنه :

$$\Delta V=\frac{Q_1}{2\pi R_1 H}R_1\ln\frac{R_2}{R_1} \Longrightarrow \boxed{Q_1=\frac{2\pi H}{\ln\frac{R_2}{R_1}}\cdot\Delta V}$$

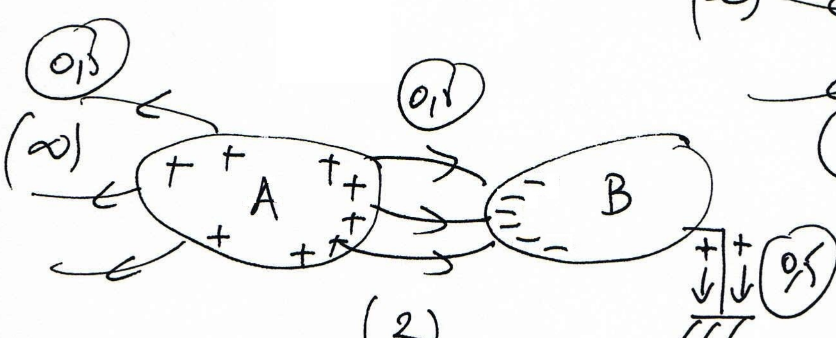
$$\boxed{Q_1=C\Delta V} \Longrightarrow \boxed{C=\frac{2\pi H}{\ln\frac{R_2}{R_1}}} \quad (0,5)$$

التمرين 02 : -1)- $V_A > V_B$: الناقل المؤثر هو (A) و المتأثر هو (B) (0,25)

والتأثير جزئي لأن جزء من خطوط الحقل يذهب إلى (∞) (0,25)



(1)

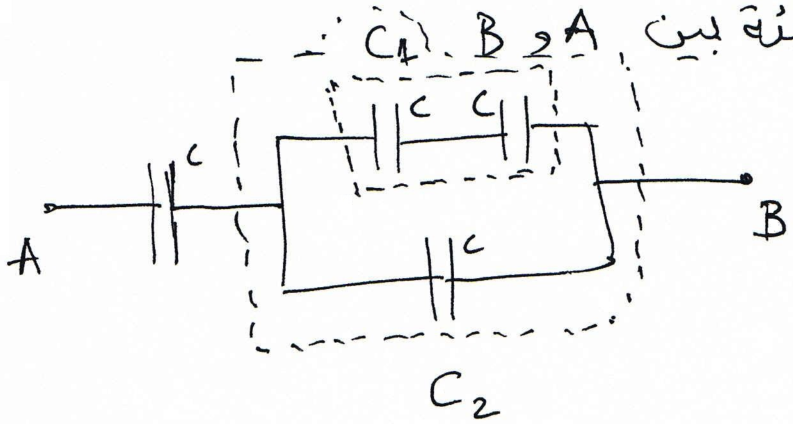


(2)

$V_B=0$, $Q_B<0$

(0,5)

(2- حساب السعة المكافئة بين A و B

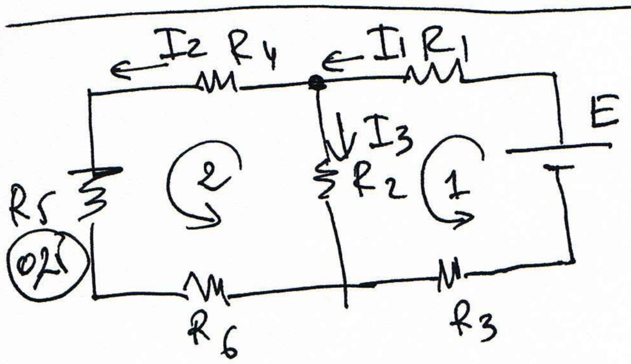


C_1 : مكثفتين على التسلسل : $C_1 = \frac{C \times C}{2C} = \frac{C}{2}$ (0,5)

C_2 : مكثفتين على التفرع : $C_2 = C + C_1 = \frac{3}{2} C$ (0,5)

C_{eq} : مكثفتين على التسلسل : $C_{eq} = \frac{C \times C_2}{C + C_2} = \frac{3}{5} C$ (0,5)

$$\boxed{C_{eq} = 6 \mu F}$$ (0,5)



التمرين 03 : 1)- لدينا ثلاثة فروع والتيارات هي I_1 و I_2 و I_3 (0,25)

2)- معادلات كيرشوف :

معادلة العقدة : $I_1 = I_2 + I_3$ $\boxed{1}$ (0,5)

" العروة (1) : $(R_1+R_3)I_1 + R_2 I_3 = E$ $\boxed{2}$ (0,5)

" " (2) : $(R_4+R_5+R_6)I_2 - R_2 I_3 = 0$ $\boxed{3}$ (0,5)

نعوض $\boxed{1}$ في $\boxed{2}$ و $E=12$ ، $R=10$ فنجد :

$$\begin{cases} 20 I_2 + 30 I_3 = 12 & \boxed{1} \\ 30 I_2 - 10 I_3 = 0 & \boxed{2} \end{cases}$$ (0,5)

$\Leftarrow I_2 = \frac{120}{1100} = 0{,}109A$ (0,5)

$I_3 = \frac{360}{1100} = 0{,}327A$ (0,5)

$\Leftarrow I_1 = I_2 + I_3 = 0{,}436A$ (0,5)

جامعة قسنطينة
قسم الفيزياء

مقياس فيزياء 2 (LMD)
السنة الجامعية 2009/2008

الامتحان الأول في الكهرباء

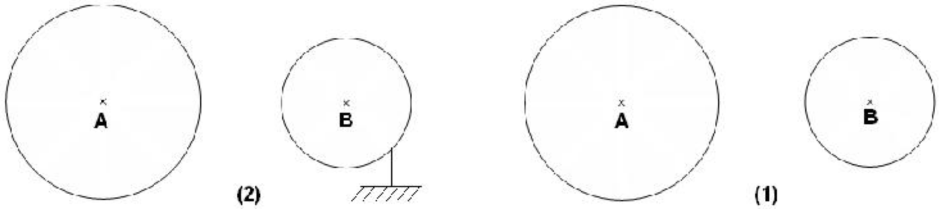
- التمرين 01 : (04 نقطة)

ناقلان كرويان، (**A**) مشحون بشحنة $Q_A > 0$ و (**B**) متعادل، في حالة تأثير كهربائي(أنظر الشكل):

1- نقربهما من بعض (شكل ١)، حدد طبيعة التأثير و مثل الشحنات و خطوط الحقل للجملة

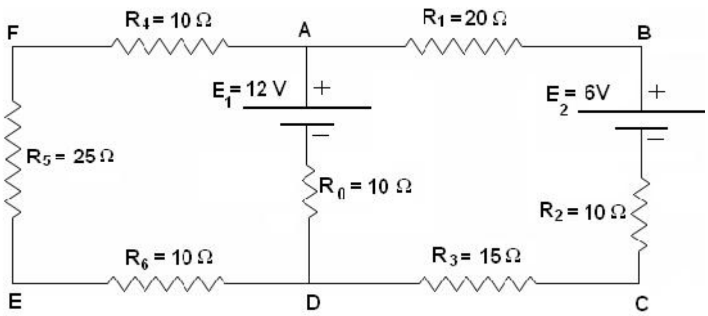
2- بعد ذلك نوصل الناقل (**B**) بالأرض(شكل 2)، مثل من جديد شحنات الناقلين و خطوط الحقل للجملة

3- نقطع التوصيل بالأرض، صف ما يحدث و أعد من جديد تمثيل الشحنات و خطوط الحقل، ما هي الحالة النهائية للناقل (**B**)



- التمرين 02 : (06 نقطة)

في حالة الدارة الكهربائية الممثلة بالشكل:



1- حدد عدد العقد والعروات المستقلة، ثم استنتج مختلف التيارات اللازم تعيينها

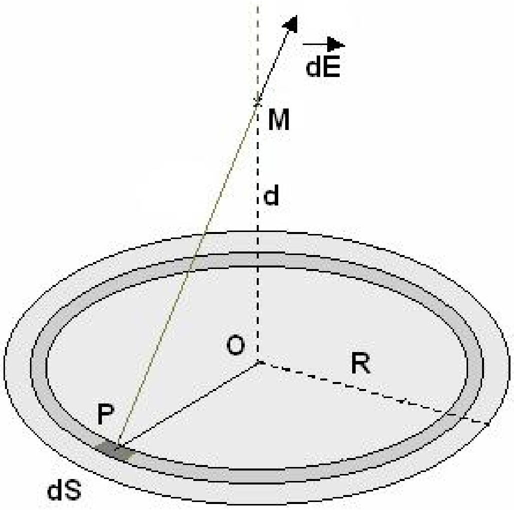
2- أكتب معادلات كيرشوف المكافئة و ضعها على شكل مصفوفة مرتبة

3- عين نظريا و عدديا قيم هذه التيارات

4- إذا افترضنا كمون النقطة(**A**) $V_A=+12V$ ، أوجد كمون النقطة (**C**)

- التمرين 03 : (12 نقطة) الجزءان (**أ**) و (**ب**) مستقلان

- الجزء (أ):



قرص مستوي مركزه **O** و نصف قطره **R** (أنظر الشكل) مشحون بكثافة سطحية موجبة ومنتظمة $\sigma = ct > 0$

1- باستعمال خواص التناظر، بين أن الحقل الكهروساكن محمول بالمحور **OM**.

2- أكتب عبارة الحقل العنصري الناتج عن الشحنة **dQ** المحمولة بالمساحة **dS** عند النقطة **M**، بدلالة **d, OP, σ** والزاوية القطبية، ثم أحسب الحقل الناتج عن كل القرص

3- أستنتج الحقل الناتج عن مستوي لامنته له بنفس الكثافة

- الجزء (ب):

قيمة الحقل الناتج عن مستوي لامنته مشحون بكثافة $\sigma = ct > 0$ هي $E = \sigma /2\varepsilon_0$

1- مثل في حالة هذا المستوي، خطوط الحقل و سطوح تساوي الكمون

2- نأخذ ناقلين مستويين لامنتهيين ومتوازيين مشحونين بكثافتين $+\sigma$ و $-\sigma$ ، المسافة بينهما **d** ، حدد من أجل هذه الجملة قيمة و اتجاه الحقل في مختلف المناطق

3- إذا اعتبرنا أن مساحة كل مستوي هي **S**، استنتج عبارة السعة الكهربائية للمكثفة المشكلة من الناقلين

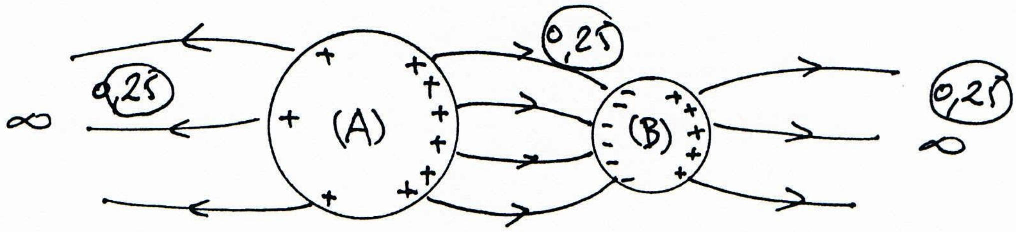
* ملاحظة :

بالنسبة للتمرين 2 ، يجب مراعاة الطريقة التي قام بها الطالب للحل ، وتوزع النقاط حسب التوزيع الموضح في ورقة الأسئلة

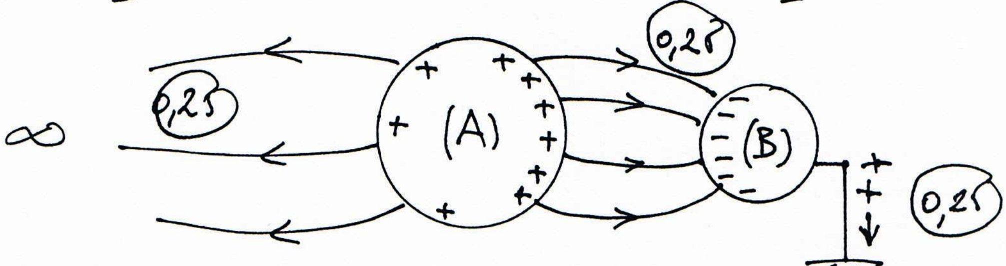
حل إمتحان الكهرباء Phy 02

- التمرين 01 :

1)- التأثير الكهربائي جزئي لأن جزءاً من خطوط الحقل فقط تذهب من (A) نحو (B) و الجزء الآخر يذهب إلى (∞) 0,5



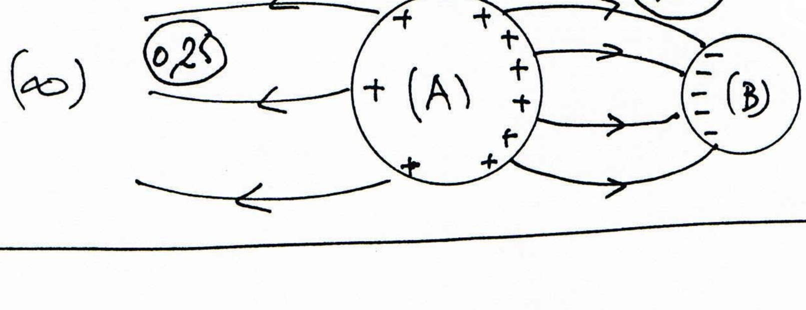
2)- عند توصيل (B) بالأرض، تنزل الشحنات الموجبة نحو الأرض ويصبح الكمون $V_B=0$ ، في حين تبقى الشحنات السالبة في الناقل. 0,5



خطوط الحقل لا تخرج من (B) لأن كمونه يساوي كمون (∞)

3)- عند قطع التوصيل بالأرض لا يتغير شيء بالنسبة للناقلين، غير أن الناقل (B) أصبح مشحوناً سالباً وهي طريقة لشحن النواقل تسمى الشحن بالتأثير الكهربائي والحالة النهائية لـ (B) هي: $V'_B=0$ ، $Q'_B<0$ 0,5

0,5



- التمرين 02 :

1)- لدينا عقدتان (A) و (D) متكافئتان، لذلك هناك عقدة واحدة مستقلة هي العقدة (A) 0,5

(2)

لدينا كذلك عروتان مستقلتان هما (ABCD) و (AFED)

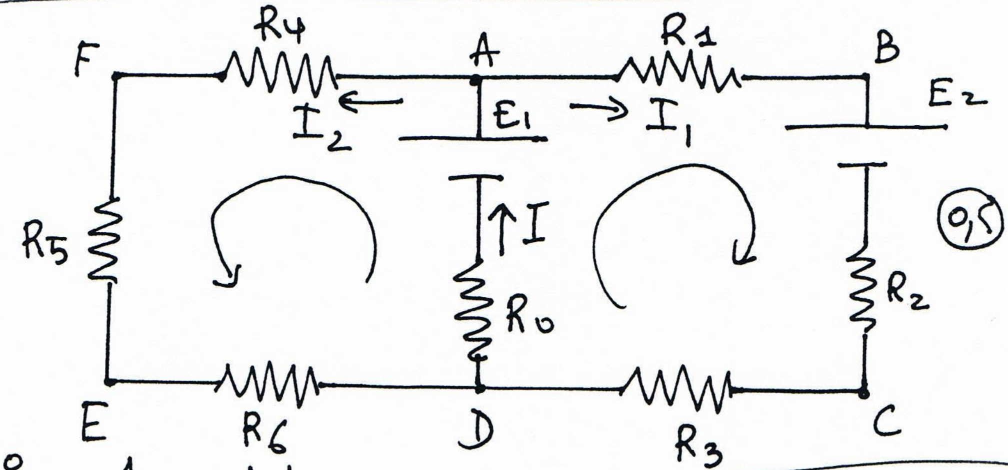
0,5

2)- معادلات كيرشوف :-

* العقدة (A) : $\boxed{I = I_1 + I_2 \quad (1)}$ 0,5

* العروة (ABCD) : $\boxed{(R_1+R_2+R_3)I_1 + R_0 I = E_1 - E_2 \quad (2)}$ 0,5

* العروة (AFED) : $\boxed{(R_4+R_5+R_6)I_2 + R_0 I = E_1 \quad (3)}$ 0,5



3)- لنجد :

$$I_1 = \frac{\begin{vmatrix} 0 & 1 & -1 \\ E_1-E_2 & 0 & R_0 \\ E_1 & (R_4+R_5+R_0) & R_0 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & 1 & -1 \\ (R_1+R_2+R_3) & 0 & R_0 \\ 0 & (R_4+R_5+R_6) & R_0 \end{vmatrix}} = \frac{(R_0+R_4+R_5+R_6)(E_1-E_2) - R_0 E_1}{(R_1+R_2+R_3)(R_4+R_5+R_6) + R_0(R_1+R_2+R_3+R_4+R_5+R_6)}$$

0,5

$$= \frac{55\times 6 - 10\times 12}{45\times 45 + 10\times 90} = 0{,}072\,A$$

0,25

$$I_2 = \frac{\begin{vmatrix} 1 & 0 & -1 \\ R_1+R_2+R_3 & E_1-E_2 & R_0 \\ 0 & E_1 & R_0 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & 1 & -1 \\ (R_1+R_2+R_3) & 0 & R_0 \\ 0 & R_4+R_5+R_6 & R_0 \end{vmatrix}} = \frac{-[R_0(E_1-E_2) - R_0 E_1] - (R_1+R_2+R_3)E_1}{[(R_1+R_2+R_3)(R_4+R_5+R_6) + R_0(R_1+R_2+R_3+R_4+R_5+R_6)]}$$

0,5

$$= -\frac{-10\times 6 - 45\times 12}{45\times 65} = 0{,}2051\,A$$

0,25

$$\boxed{I = I_1 + I_2 = 0{,}2769\,A}$$

0,5

3

4)- حساب كمون (C) :

لدينا :

$$\begin{cases} V_A - V_C = R_1 I_1 + E_2 + R_2 I_2 \\ V_C = V_A - (R_1 + R_2) I_1 - E_2 \end{cases}$$ (0,5) ⟸

$V_C = 3{,}84\ V$ (0,5)

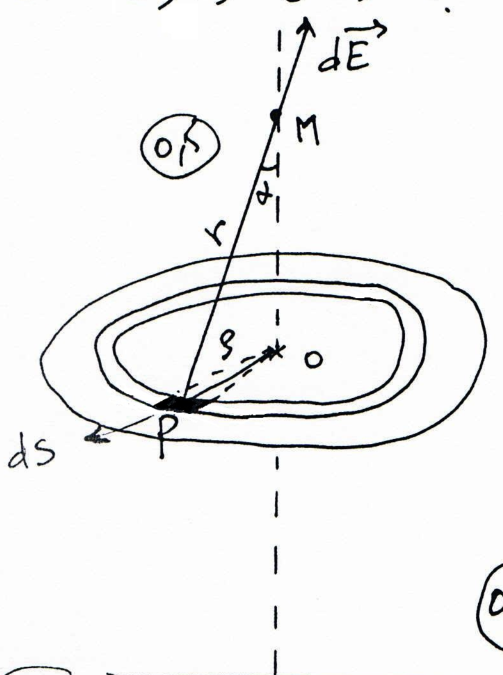
- التمرين 03 :-

- الجزء (أ) :-

(1) + (0,5)

1) * نتيجة محور الدوران $\vec{OM}$ ، أي دوران بزاوية θ كيفية يترك القرص غير متغاير، لذلك فالحقل الكهربائي يجب أن يكون غير متغاير و نحصل على هذا عندما يكون محمولاً على محور الدوران $\vec{OM}$

* أي عنصر ds من القرص له نظير بالنسبة لـ O ، وتكون محصلة الحقلين محمولة بالمحور.



2)- عبارة الحقل العنصري :-

(0,5) $$d\vec{E} = K\frac{dq}{r^2}\vec{U_r} = K\frac{\sigma\, ds}{r^2}\vec{U_r}$$

$ds = \rho . d\rho . d\theta$ و $\rho = \overline{OP}$

بالإسقاط على المحور $\vec{OM}$ نجد :

(0,5) $$dE_{//} = K\sigma\frac{\rho . d\rho . d\theta}{r^2}\cos\alpha$$

مع $\cos\alpha = \frac{OM}{r} = \frac{d}{r}$ و $r^2 = \rho^2 + d^2$ ⟸

(0,5) $$dE_{//} = K\sigma d\,\frac{\rho . d\rho . d\theta}{(\rho^2 + d^2)^{3/2}}$$

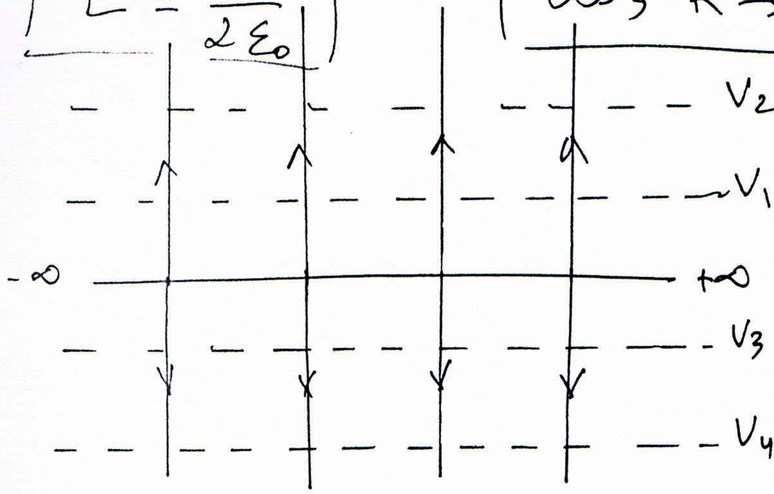
نكامل على كل القرص : $\rho : 0 \longrightarrow R$ و $\theta : 0 \longrightarrow 2\pi$

(0,5) $$E = E_{//} = K\sigma d \int_0^{2\pi}\int_0^{R} \frac{\rho . d\rho . d\theta}{(\rho^2 + d^2)^{3/2}}$$

④ $E = K\sigma d\left[\frac{-1}{(\rho^2+d^2)^{1/2}}\right]_0^R = K\sigma d . 2\pi\left[\frac{1}{d} - \frac{1}{(R^2+d^2)^{1/2}}\right]$

$$\boxed{E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\left[1 - \frac{1}{\left[\left(\frac{R}{d}\right)^2+1\right]^{1/2}}\right]}$$ (0,5)

3 - في حالة مستوي لامنته فإن $\boxed{R\to\infty \text{ ومنه}}$ (0,5) $\boxed{E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}}$ (1)

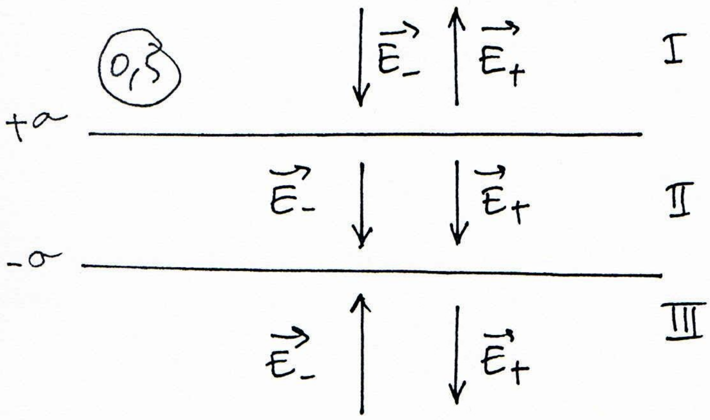


(1)

- الجزء (ب) :

1) - خطوط الحقل تكون عمودية على المستوي، وسطوح تساوي الكمون هي مستويات موازية للمستوي (1)

2) - حساب الحقل للمكثفة :



- المنطقة (I) : $\vec{E}_- = -\vec{E}_+$

⇐ (0,5) $\boxed{\vec{E}_I = \vec{0}}$

- المنطقة (II) : $\vec{E}_- = \vec{E}_+ = -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{k}$

⇐ (0,5) $\boxed{\vec{E}_{II} = -\frac{\sigma}{\varepsilon_0}\vec{k}}$

- المنطقة (III) : $\vec{E}_- = -\vec{E}_+$

(0,5) $\boxed{\vec{E}_{III} = \vec{0}}$

3) حساب سعة المكثفة : نبحث عن العلاقة : (0,5) $\boxed{Q_+ = CU = C(V_+ - V_-)}$

نحسب تجوال الحقل من (+) ⇐ (-) : (0,5) $\boxed{d\mathcal{C} = \vec{E}\cdot\vec{dl} = E.dl = -dV}$

بالتكامل : $U = V_+ - V_- = \int_{V_-}^{V_+} dV = -\int_{V_-}^{V_+} E\,dl = E.d$ وكذلك $Q_+ = \sigma . S$

نعوض : (0,5) $\boxed{U = E.d = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}.d = \frac{Q_+}{S}.\frac{d}{\varepsilon_0}}$

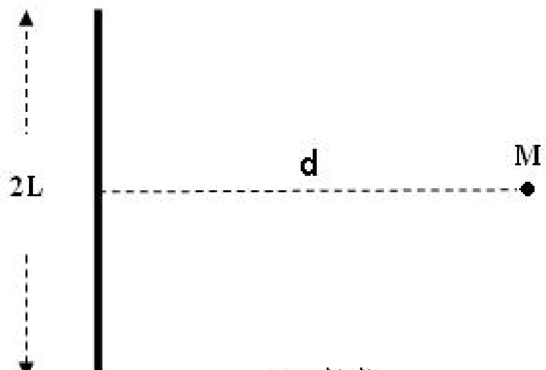
⇐ $Q_+ = CU$ (0,5) $\boxed{C = \varepsilon_0\frac{S}{d}}$

جامعة قسنطينة
قسم الفيزياء

مقياس فيزياء 2 (LMD)
السنة الجامعية 2010/2009

الإمتحان الأول في الكهرباء

- التمرين 01 : (08 نقاط)



الشكل (1)

قطعة مستقيمة شاقولية طولها $2L$ (الشكل: 1)،
وزعت عليها بطريقة منتظمة شحنة كهربائية Q.

1- أحسب قيمة كثافة الشحنة λ

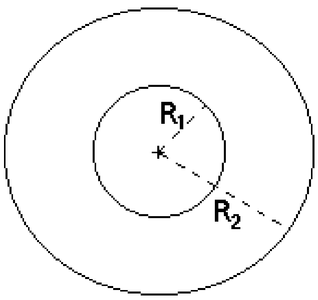
2- حدد خواص تناظر هذا التوزيع ، ثم استنتج اتجاه الحقل الكهربائي عند نقطة M تقع على محور تناظر هذه القطعة و تبعد بالمسافة العمودية d .

3- نختار هذا الاتجاه مطابقا للمحور Ox، أحسب مركبات الحقل الكهربائي العنصري dE_x و dE_y

4- استنتج المركبات E_x و E_y ، ماذا تلاحظ.

5- نشكل مربعا $ABCD$ طول ضلعه a مع توزيع الشحنات : $+Q$ على AB ، $+Q$ على BC ، $-Q$ على CD و $-Q$ على DA، استنتج اتجاه و شدة الحقل المحصل عند مركز هذا المربع

- التمرين 02 : (08 نقاط)



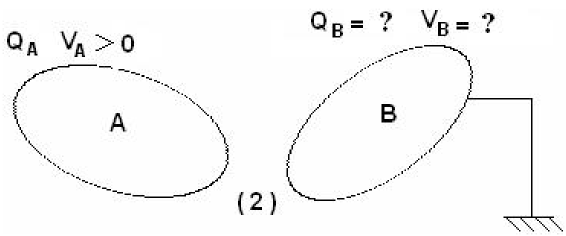
كرة مركزها O ، و نصف قطرها R ، مشحونة بكثافة حجمية منتظمة $+\rho$.

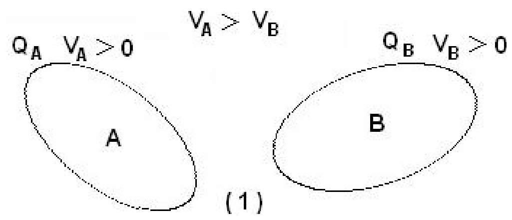
1- باستعمال نظرية غوس، أحسب قيمة الحقل الكهربائي الناتج عن هذا التوزيع في نقطة M تبعد عن المركز بالمسافة r، أدرس كل مجال التغير. ثم أحسب قيمة الكمون الكهربائي الموافق.

2- لدينا كرتان لهما نفس المركز وشحنتين متناظرتين، الداخلية نصف قطرها R_1 والخارجية نصف قطرها R_2 ، استنتج بدون حساب شدة الحقل المحصل في كل نقاط الفضاء.

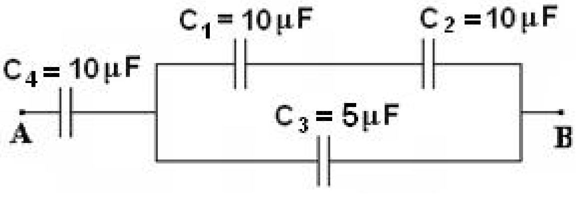
- التمرين 03 : (06 نقاط)

1- في حالة الشكلين (1) و (2) بين الناقل المؤثر و الناقل المتأثر و طبيعة التأثير الكهرساكن، أرسم خطوط الحقل في الفضاء المحيط بالناقلين. في حالة الشكل (2) حدد إشارة Q_B و V_B





2- أحسب قيمة سعة المكثفة المكافئة لمجموعة المكثفات الموصولة بين النقطتين A و B .



1

حل إمتحان الكهرباء

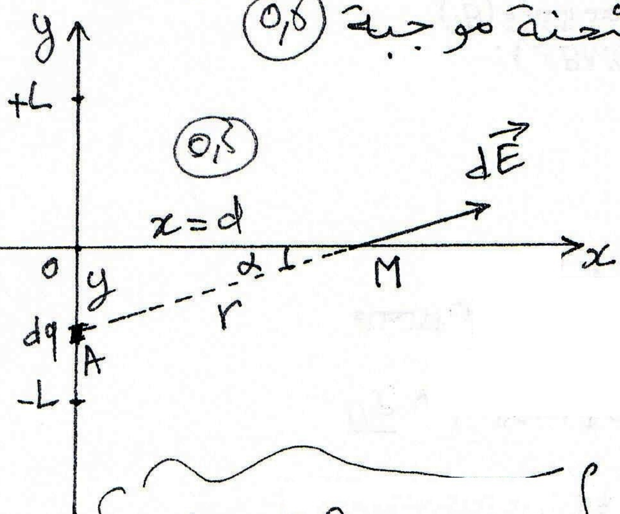
التمرين 01 :

1- كثافة التوزيع منتظمة ⇐ 0,5

$$\boxed{\lambda = \frac{Q}{2L}}$$ 0,5

2- القطعة المستقيمة تملك محور تناظر و لكون التوزيع منتظم فإن هذا المحور هو نفسه محور تناظر الحقل الكهربائي 0,5

النقطة M تقع على المحور، لذلك الحقل يكون محمولاً بالمحور وهو في الإتجاه $\vec{OM}$ لأن الشحنة موجبة 0,5



3- الحقل العنصري عند M :

$$\boxed{d\vec{E} = K\frac{dq}{r^2}\vec{u}_r}$$ 0,5

مع $\vec{u}_r = \frac{\vec{AM}}{\|\vec{AM}\|}$ ، $r = \|\vec{AM}\|$

و $dq = \lambda dy$ ، $\vec{u}_r \begin{pmatrix}\cos\alpha \\ \sin\alpha\end{pmatrix}$

0,5

$y = d \cdot tg\alpha$ ، $d = r\cos\alpha$

⇐ $r = \frac{d}{\cos\alpha}$ ، $dy = \frac{d}{\cos^2\alpha} \cdot d\alpha$

0,5

$$\begin{cases} dE_x = K\dfrac{\lambda}{d}\cos\alpha\, d\alpha \\ dE_y = K\dfrac{\lambda}{d}\sin\alpha\, d\alpha \end{cases}$$

4- مركبات الحقل المحصل :

0,5

$$E_x = \int_{-\alpha_0}^{\alpha_0} K\frac{\lambda}{d}\cos\alpha\, d\alpha = 2K\frac{\lambda}{d}\sin\alpha_0 = \boxed{2K\frac{\lambda}{d}\frac{L}{\sqrt{L^2+d^2}}}$$ 0,5

$$E_y = \int_{-\alpha_0}^{\alpha_0} K\frac{\lambda}{d}\sin\alpha\, d\alpha = \left[-K\frac{\lambda}{d}(\cos\alpha)\right]_{-\alpha_0}^{\alpha_0} = \boxed{0}$$ 0,5

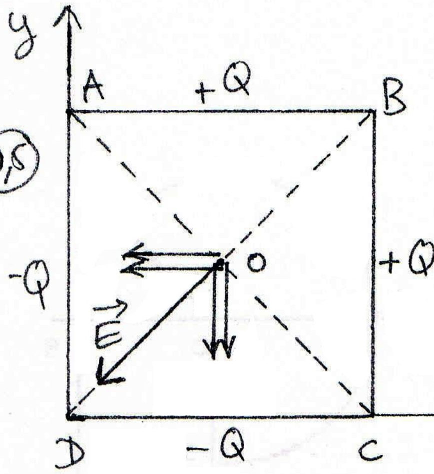
0,5

5- تشكيل المربع :

0,5

$$\begin{cases} AB \text{ لها كثافة } \lambda_+ = \dfrac{Q}{a} \quad , \quad BC \text{ لها كثافة } \lambda_+ = \dfrac{Q}{a} \\ CD \text{ " " } \lambda_- = -\dfrac{Q}{a} \quad , \quad DA \text{ " " } \lambda_- = -\dfrac{Q}{a} \end{cases}$$

2)



AB و CD ينشئان حقلين متماثلين عكس $\vec{i}$ (0,5)

BC و DA " " " عكس $\vec{j}$

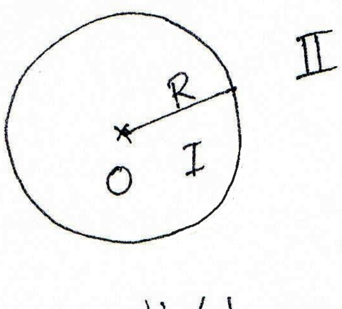
$$\vec{E} = \vec{E}_{AB} + \vec{E}_{CD} + \vec{E}_{BC} + \vec{E}_{DA}$$

$$\vec{E}_{AB} = 4K\frac{\lambda}{a}\sin\alpha_0 = 2\sqrt{2}K\frac{\lambda}{a}(-\vec{j})$$

ونجد:

$$\boxed{\vec{E} = 4\sqrt{2}K\frac{\lambda}{a}\left(-\vec{i} - \vec{j}\right)}$$ (0,5)

- التمرين 02 :-



II

1- التوزيع كروي منتظم، لذلك فالحقل يملك تناظراً كروياً، وهو محمول بنصف القطر ومتجه نحو الخارج، ويكون سطح قوس المناسب هو كرة مركزها "O" ونصف قطرها متغير r. (0,5)

لدينا منطقتان :

* المنطقة I :- $r \leq R$ وقانون قوس : $\boxed{\Phi(\vec{E}_I) = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0}}$ (0,5)

ونتيجة التناظر : $\Phi(\vec{E}_I) = 4\pi r^2 . E_I$

$$Q_{int} = \rho . V_G = \frac{4}{3}\pi r^3 . \rho$$

ونجد (0,5) $\boxed{E_I = \frac{1}{3}\rho r}$

* المنطقة II :- $r \geq R$ لكن الشحنة موجودة في المجال $r \leq R$

لذلك $\Phi(\vec{E}_{II}) = 4\pi r^2 . E_{II}$

و $Q_{int} = \rho V_R = \frac{4}{3}\pi R^3 . \rho$

ونجد (0,5) $\boxed{E_{II} = \frac{1}{3}\rho\frac{R^3}{r^2}}$

3

- حساب الكمون :- لدينا $dV = -\vec{E}.d\vec{l}$ (0,5)

* المنطقة I :- $\boxed{V_I = -\int E_I dr = -\frac{1}{6}\rho r^2 + C_I}$ (0,5)

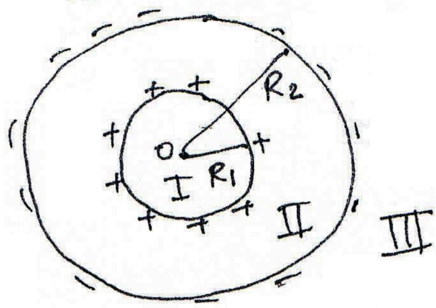
* المنطقة II :- $\boxed{V_{II} = -\int E_{II} dr = \frac{1}{3}\rho \frac{R^3}{r} + C_{II}}$ (0,5)

* تحديد الثابتين: نستعمل قاعدة الإستمرار عند $r=R$
وقاعدة الكمون في مالانهاية معدوم عند توزيع منته للشحنات (0,5)

$$V_I(R)=V_{II}(R) \Rightarrow C_I=\frac{1}{2}\rho R^2 \quad و \quad V_{II}(\infty)=C_{II}=0$$

$$\boxed{C_I=\frac{1}{2}\rho R^2} \ (0,5) \quad و \quad \boxed{C_{II}=0} \ (0,5)$$

2- في هذه الحالة لدينا ثلاث مناطق



* المنطقة I : $r \leq R_1$

$$(0,5)\ \boxed{E_I=0} \Leftarrow \boxed{Q_I^{int}=0}\ (0,5)$$

* المنطقة II : $R_1 \leq r \leq R_2$

$$\boxed{E_{II}=\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}}\ (0,5) \Leftarrow 4\pi r^2 . E_{II}=\frac{Q}{\varepsilon_0} \Leftarrow \boxed{Q_{II}^{int}=Q_1=Q}\ (0,5)$$

* المنطقة III : $r \geq R_2$

$$(0,5)\ \boxed{E_{III}=0} \Leftarrow \boxed{Q_{III}^{int}=Q_1+Q_2=0}$$

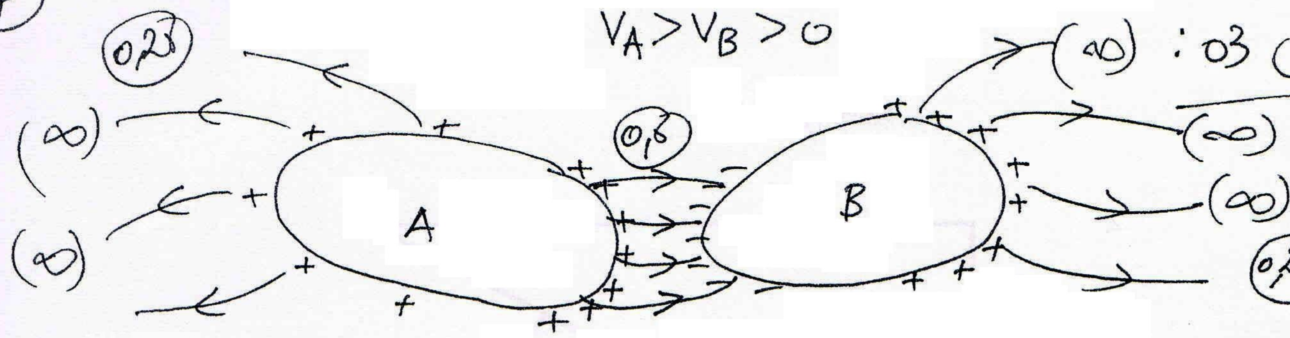
(0,5)

4)

$V_A > V_B > 0$

-التمرين 03 :

-(1

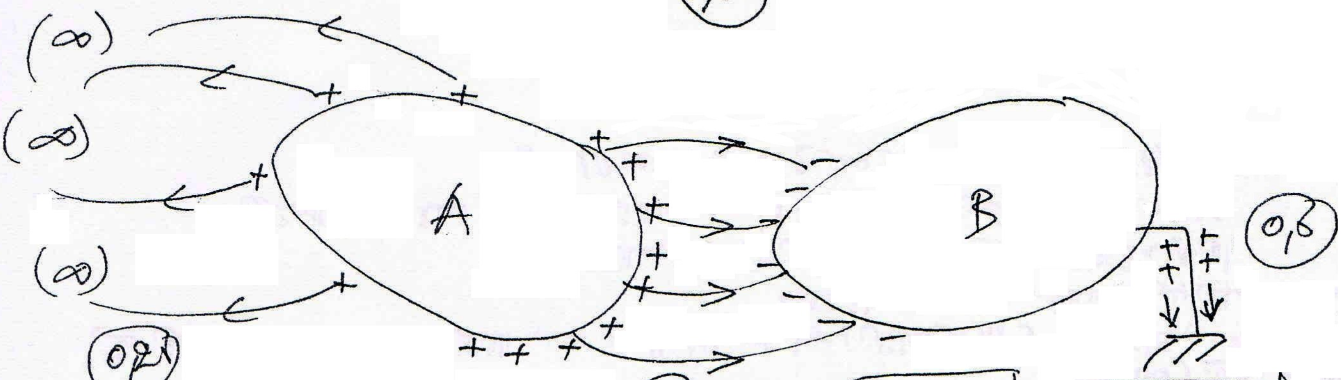


0,5 (1) الشكل

0,25

الناقل (A) هو المؤثر والناقل (B) هو المتأثر، والتأثير جزئي

0,25



0,5

0,25 $\boxed{Q_B<0}$, $\boxed{V_B=0}$ 0,25

الشحنات الموجبة في الناقل (B) تنزل إلى الأرض وتبقى 0,25

الشحنات السالبة منجذبة بالناقل (A) لذلك $Q_B<0$

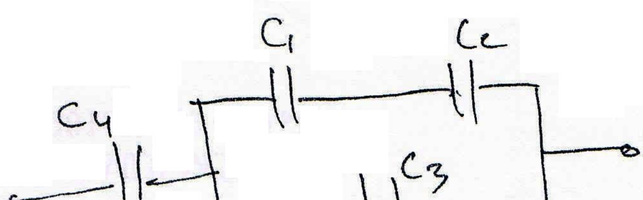
2)- * نحسب المكثفة المكافئة لـ (C_1+C_2) ونسميها C_{12}

0,5 $\boxed{C_{12}=\frac{C_1 C_2}{C_1+C_2}=5\mu F} \Leftarrow \boxed{\frac{1}{C_{12}}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}}$

* نحسب المكثفة المكافئة لـ $(C_{12}\parallel C_3)$ ونسميها C_{123}

0,5 $\boxed{C_{123}=C_{12}+C_3=5+5=10\mu F}$

* نحسب المكثفة المكافئة لـ $(C_{123}+C_4)$ ونسميها $C_{eq}=C_{1234}$



$$\boxed{\frac{1}{C_{eq}}=\frac{1}{C_{1234}}=\frac{1}{C_{123}}+\frac{1}{C_4}}$$

1 $\boxed{C_{eq}=\frac{C_{123}\cdot C_4}{C_4+C_{123}}=5\mu F}$

جامعة قسنطينة
قسم الفيزياء

مقياس فيزياء ٢ (LMD)
السنة الجامعية 2011/2010

الامتحان الأول في الكهرباء

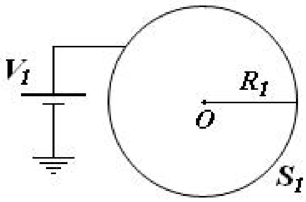
التمرين 01: (12 نقطة)

1- أذكر خواص: ناقل وحيد، مجموعة نواقل كهربائية، في حالة توازن كهرساكن.

2- نعتبر كرة معدنية ممتلئة و معزولة (S_1) نصف قطرها R_1 وضعت عند كمون كهربائي موجب V_1.

ا - أحسب عند التوازن، الشحنة الكهربائية Q_1 للكرة (S_1)، ثم استنتج سعتها الكهربائية.

ب - أحسب الحقل الكهرساكن داخل وخارج الكرة، تأكد من قانون كولون (بجوار الناقل)

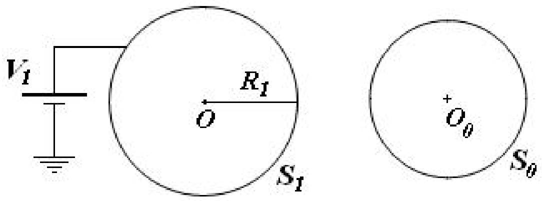


3- نقرب كرة معدنية (S_0) محايدة من الكرة السابقة (S_1) الموضوعة عند الكمون V_1.

ا - ماذا يحدث للكرتين؟ ما هي القيمتان الجديدتان لـ Q_1 و Q_0 ؟

أرسم خطوط الحقل حول الكرتين.

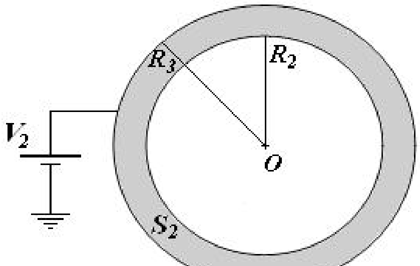
ب - نربط الكرة (S_0) بالأرض، صف ما يحدث؟ أرسم خطوط الحقل في حالة التوازن الجديدة.



4- نأخذ كرة معدنية (S_2) مجوفة نصف قطرها الداخلي $R_2 > R_1$ و الخارجي R_3، ونضعها عند الكمون الموجب V_2.

ا - حدد شكل توزيع الشحنة Q_2 على الناقل (S_2) وأحسب قيمتها

ب - أحسب الحقل الكهرساكن في مختلف مناطق الفضاء.



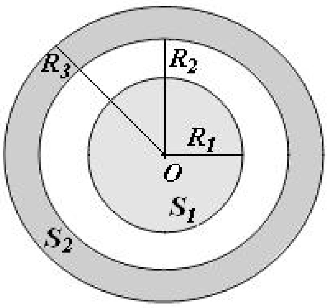
5- نحيط الكرة (S_1) الموجودة في حالة التوازن $(Q_1، V_1)$ المعرف في السؤال -2- بالكرة (S_2) الموجودة عند حالة التوازن $(Q_2، V_2)$ المعرف في السؤال -4- بحيث يكون لهما نفس المركز O.

ا - حدد، عند حصول التوازن الجديد، توزيع و قيمة الشحنات الكهربائية للناقلين (S_1) و (S_2).

ب - أحسب الحقل الكهرساكن في مختلف مناطق الفضاء.

ج - أحسب فرق الكمون $\Delta V = (V_1 - V_2)$ بين الناقلين (S_1) و (S_2) واستنتج سعة المكثفة المشكلة.

د - نربط الناقل (S_2) بالأرض، ماذا يحدث؟ كيف يصبح الحقل الكهرساكن خارج الكرة (S_2)؟ هل تتغير سعة المكثفة ؟



التمرين 02 : (8 نقاط)

كرة مركزها O و نصف قطرها R مشحونة سطحياً بكثافة منتظمة و سالبة $-\sigma$، وضعنا في مركزها شحنة موجبة $+Q$.

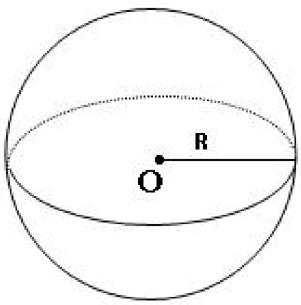
1- حدد طبيعة تناظر التوزيع، ثم استنتج سطح غوص المناسب

2- باستعمال التناظر، حدد اتجاه الحقل الكهرساكن

3- أحسب شدة الحقل الكهرساكن، داخل وخارج الكرة.

4- هل ينعدم الحقل داخل الكرة و متى؟ خارج الكرة و متى؟

5- أستخرج قيمة الكمون الكهرساكن في كل مناطق الفضاء



حل إمتحان الكهرباء

- التمرين 01 :-

1- خواص النواقل الكهربائية :

0,25 x 8

- حالة الناقل الوحيد :-

* الحقل الكهربائي داخل الناقل معدوم $\boxed{\vec{E}_{int} = \vec{0}}$
* الكمون الكهربائي للناقل ثابت $\boxed{V = cte}$
* السطح الخارجي للناقل تمثل سطح مساوي الكمون
* خطوط الحقل تخرج عمودية على سطح الناقل
* كثافة التوزيع الحجمي $\boxed{\rho = 0}$ وكثافة التوزيع السطحي $\boxed{\sigma \neq 0}$
* العلاقة بين الشحنة والكمون $\boxed{Q = C.V}$ ، حيث C سعة الناقل

- حالة مجموعة نواقل :-

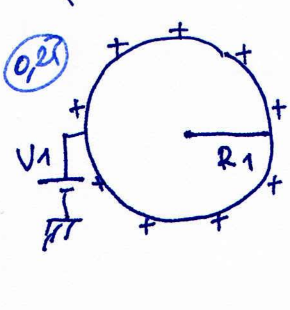
إضافة للخواص المذكورة أعلاه لدينا :

* التأثير الكهربائي المتبادل يؤدي إلى تغير التوزيع السطحي : $\boxed{\sigma \neq \sigma'}$
* العلاقة بين الشحنة والكمون تكتب :

$$\boxed{Q_1 = C_{11}V_1 + C_{12}V_2 \quad و \quad Q_2 = C_{21}V_1 + C_{22}V_2}$$

حيث $\boxed{C_{21} = C_{12}}$ هي معاملات التأثير المتبادل بين الناقلين

2- أ - وضع الناقل (S_1) عند الكمون $V_1 > 0$ يؤدي إلى ظهور شحنة $Q_1 > 0$ على سطحه الخارجي ، تتوزع بشكل منتظم على السطح ويكون كل الحجم عند نفس الكمون V_1 لذلك نجد 0,25

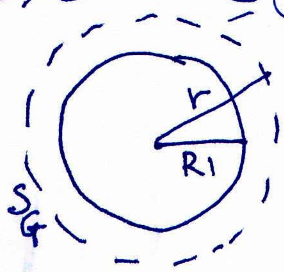


$$Q_1 = C.V_1 \Leftarrow \boxed{V_1 = V_1(R_1) = \frac{Q_1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{R_1}}$$ 0,25

ومنه $\boxed{Q_1 = (4\pi\varepsilon_0 R_1)V_1}$ والسعة هي $\boxed{C_1 = 4\pi\varepsilon_0 R_1}$ 0,25

ب - نستعمل قانون غوص لحساب الحقل :

* داخل الناقل $r < R_1 \Rightarrow \boxed{\vec{E}_{int} = \vec{0}}$ 0,25 لأن الناقل في حالة توازن



* خارج الناقل $r > R_1$ لدينا $\Phi(\vec{E}) = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0}$

نتيجة تناظر التوزيع : $\boxed{\vec{E} = E(r).\vec{u}_r}$ 0,25

②

لذلك $\Phi(E) = \oiint_{SG} \vec{E}\cdot d\vec{S} = \oiint_{SG} E(r).dS$

$= E(r)\oiint_{SG} dS = E(r).4\pi r^2$ (0,25)

⇐ $\boxed{E(r)=\frac{Q_1}{4\pi\varepsilon_0 r^2}}$ (0,25)

عند سطح الناقل $r=R_1$ ومنه $E(R_1)=\frac{1}{\varepsilon_0}\left(\frac{Q_1}{4\pi R_1^2}\right)$

⇐ $\boxed{E(R_1)=\frac{\sigma_1}{\varepsilon_0}}$ (0,25) وهو قانون كولون

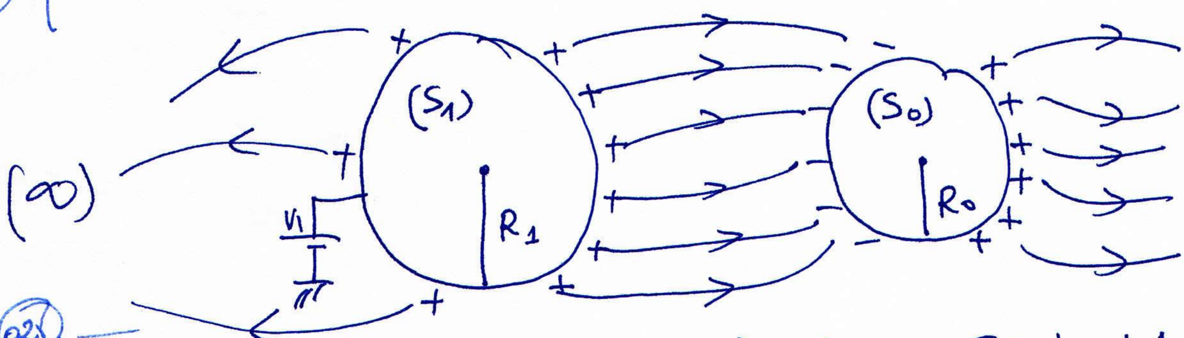
3- الناقلان (S_1) و (S_0) في حالة تأثير كهربائي متبادل جزئي (0,25)

أ- * تحدث تغير في توزيع الشحنة على سطحي الناقلين

$\sigma_1' \neq \sigma_1$ و $\sigma_0' \neq \sigma_0$

* تبقى شحنتا الناقلين ثابتتين: $Q_0'=0$ و $Q_1'=Q_1$ (0,25)

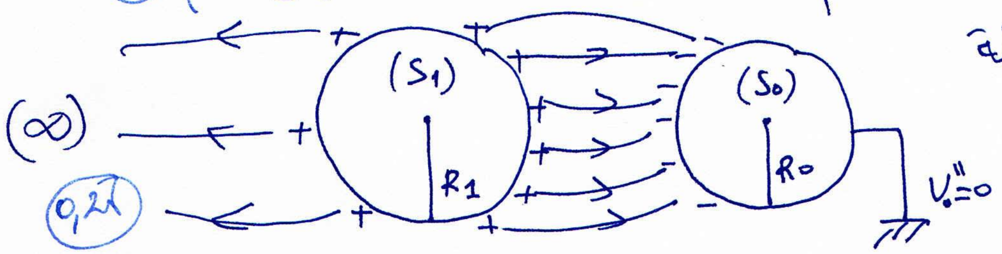
* كمون (S_1) يبقى ثابت $V_1'=V_1=cte$ وكمون (S_0) يتغير $V_0'\neq 0$ (0,25)



(0,25)

ب- عند ما نربط الكرة (S_0) بالأرض يصبح كمونها $\boxed{V_0''=0=V_\infty}$ لذلك (0,25)
تختفي خطوط الحقل بين (S_0) و (∞)، و تختفي الشحنات الموجبة على (S_0) وذلك بقدوم شحنات $\bar{e}$ من الأرض. (0,25)

وتصبح (S_0) مشحونة بشحنة سالبة $\boxed{Q_0''<0}$ (0,25)



(0,25)

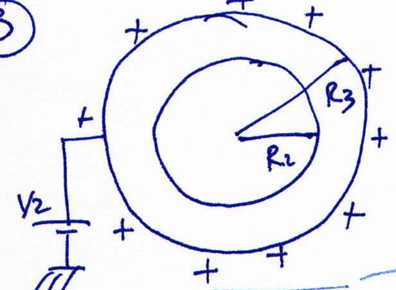
4- أ- سواء كانت الكرة مجوفة أو ممتلئة فإن شحنة الناقل تتوزع على السطح الخارجي للناقل فقط: $\boxed{Q_{2ext}=Q_2>0 \text{ و } Q_{2int}=0}$ (0,5)

بنفس طريقة السؤال (2-أ) نجد الشحنة: $\boxed{Q_2=4\pi\varepsilon_0 R_3 . V_2}$ (0,5)

ب- لحساب الحقل نستعمل قانون غوص وخواص الناقل المتوازن

لدينا ثلاث مناطق مختلفه و هي:

③



* داخل فراغ الناقل $(r<R_2)$ وقانون قوس

(0,25) $\boxed{\vec{E}_{int_1}=\vec{0}}$ ⇐ $Q_{int}=0$ مع $\oint(E)=\frac{Q_{int}}{\varepsilon_0}$

* داخل الناقل $(R_2<r<R_3)$

(0,25) $\boxed{\vec{E}_{int_2}=\vec{0}}$ ⇐ $Q_{int_2}=0$

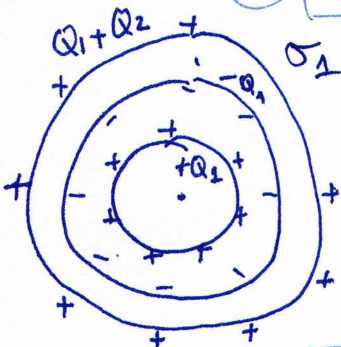
* خارج الناقل $(r>R_3)$ ومنه $Q_{int_3}=Q_2$

(0,5) $\boxed{E_{ext}=\frac{Q_2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}}$

5-أ- لدينا تأثير كهربائي كلي (0,25)، الناقل المؤثر (S_1) يحمل شحنة Q_1

الناقل المتأثر (S_2) تظهر على وجهه الداخلي الشحنة: $\boxed{Q_{2int}=-Q_1}$ (0,25)

وتظهر على وجهه الخارجي شحنة: $\boxed{Q_{2ext}=Q_2+Q_1}$ (0,25)



مع توزيع منتظم على السطوح الثلاثة: $\sigma_1=\frac{Q_1}{S_1}$

و $\sigma_{2int}=-\frac{Q_1}{S_{2int}}$ ، $\sigma_{2ext}=\frac{Q_2+Q_1}{S_{2ext}}$ (0,25)

ب- لدينا أربعة مناطق:

* داخل الناقل (S_1) : $Q_{int}=0$ ⇐ $\boxed{E_1=0}$ (0,25)

* " " (S_2) : $Q_{2int}=Q_1-Q_1=0$ ⇐ $\boxed{E_3=0}$ (0,25)

* بين الناقلين: $R_1<r<R_2$ ⇐ $Q_{int}=Q_1$ باستعمال قانون قوس

نجد (0,25) $\boxed{E_2=\frac{Q_1}{4\pi\varepsilon_0 r^2}}$

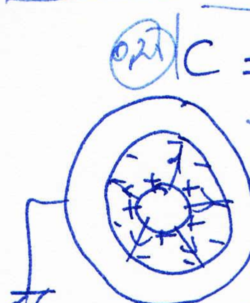
* خارج الناقل (S_2) : $r>R_3$ ⇐ $Q_{int_4}=Q_1+Q_2$

(0,25) $\boxed{E_4=\frac{Q_1+Q_2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}}$

ج- حساب الكمون بين الناقلين: نستعمل علاقة التجوال

$\boxed{dV=-dC}$ (0,25) ⇐ (0,25) $\boxed{\Delta V=\int_{V_2}^{V_1} = -\int_{R_2}^{R_1} dC = -\int_{R_2}^{R_1}\frac{Q_1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{dr}{r}=\frac{Q_1}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right]}$

ومنه نستخرج السعة: $\boxed{Q_1=C.\Delta V}$ (0,25) ⇐ $\boxed{C=4\pi\varepsilon_0\frac{R_1.R_2}{R_2-R_1}}$ (0,25)



د- نربط (S_2) بالأرض: يصبح $V_2'=0$ ، تختفي خطوط الحقل بين (S_2) و (∞) وتنعدم الشحنة الخارجية $Q_{2ext}=0$

والحقل ~~$E_{ext}=0$~~ الخارجي $E_{2ext}=0$

(0,5)

(4)

- أما بين الناقلين (S_1) و (S_2) فلا يحدث أي تغير، يبقى الوجهان في حالة تأثير كلي وبالتالي تبقى نفس الشحنات و نفس فرق الكمون وبالتالي، فالسعة الكهربائية تبقى ثابتة (0,5)

- التمرين 2 :- (0,25)

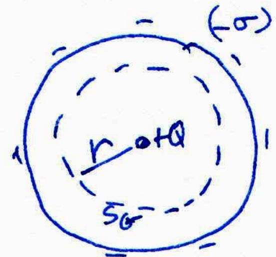
1- نتيجة الشكل الكروي والتوزيع المنتظم للشحنة $(-\sigma)$، فإن تناظر التوزيع هو تناظر كروي، وسطح غوس المناسب هو عبارة عن كرة مركزها O ونصف قطرها r (0,25) (0,5)

2- نتيجة التناظر الكروي الحقل الكهرساكن يحقق : (0,5)

* في كل نقطة M، إتجاه الحقل يكون دائماً قطرياً $\boxed{\overrightarrow{E}(M)=\|\overrightarrow{E}(M)\|\overrightarrow{u_r}}$

* من أجل كل نقطة M تبعد عن المركز بالمسافة r فإن طويلة الحقل يبقى ثابتة : $\boxed{\|\overrightarrow{E}(M)\|=\|\overrightarrow{E}(r)\|}$ (0,5) ومنه $\boxed{\overrightarrow{E}(M)=E(r).\overrightarrow{u_r}}$ (0,5)

3- حساب شدة الحقل :-



* داخل الكرة : $r<R$ نطبق قانون غوس:

(0,5) $\boxed{\Phi(E)=E_1.S_G=E_1.4\pi r^2 \quad , \quad Q_{int_1}=+Q}$

$\Leftarrow \quad \boxed{E_1=\frac{+Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}}$ (0,5)

* خارج الكرة : $r>R$ ، $Q_{int_2}=Q-\sigma.S \Leftarrow \boxed{Q_{int_2}=Q-\sigma 4\pi R^2}$ (0,5)

والحقل يساوي : $E_2 S_{G_2}=\frac{Q-\sigma 4\pi R^2}{\varepsilon_0}$ ، $S_G=4\pi r^2$

$\Leftarrow \quad \boxed{E_2=\frac{Q-\sigma.4\pi R^2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}}$ (0,5)

4- * ينعدم الحقل الداخلي $\boxed{E_1=0 \Leftarrow Q=0}$ (0,5) إذا نزعنا الشحنة المركزية

* // // الخارجي $E_2=0 \Leftarrow Q=4\pi R^2\sigma$

ويكون مجموع الشحنتين $Q+Q'=0$ (0,5)

5

5- إستخراج الكمون :-

* داخل الكرة : $r<R$

0,25 لدينا $\boxed{\vec{E} = -\vec{grad}\,V = -\frac{dV}{dr}\vec{u_r}} \Leftarrow \boxed{dV = -E\,dr}$ 0,25

بالتعويض $dV = -\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \Leftarrow$ 0,5 $\boxed{V = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{1}{r} + C_1}$

* خارج الكرة : $r>R \Leftarrow dV = -\left(\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0} - \frac{\sigma R^2}{\varepsilon_0}\right)\frac{dr}{r^2}$

$\Leftarrow$ 0,5 $\boxed{V_2 = \left(\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0} - \frac{\sigma R^2}{\varepsilon_0}\right)\cdot\frac{1}{r} + C_2}$

* تحديد الثوابت C_2 و C_1 :-

- الثابت C_2 :- عدم وجود شحنات في $(\infty) \Leftarrow V(\infty) = 0$ 0,25

وبالتالي : $\boxed{\lim_{r\to\infty} V_2(r) = 0 + C_2 = 0} \Leftarrow \boxed{C_2 = 0}$ 0,25

- الثابت C_1 :- نستعمل شرط إستمرار الكمون عند السطح الفاصل 0,25

بين داخل وخارج الكرة : $\Leftarrow \boxed{\lim_{r\overset{<}{\to}R} V_1(r) = \lim_{r\overset{>}{\to}R} V_2(r)}$

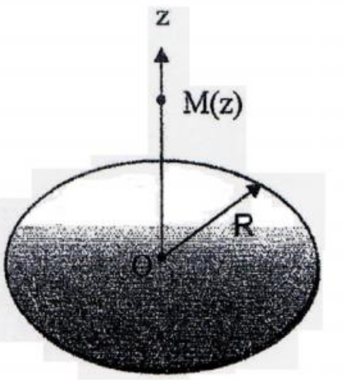
أي : $V_1(R) = V_2(R)$

لنجد : 0,25 $\boxed{C_1 = -\frac{\sigma R}{\varepsilon_0}}$

جامعة قسنطينة
قسم الفيزياء

مقياس فيزياء 2 (LMD)
السنة الجامعية 2011/2012

الامتحان الأول في الكهرباء

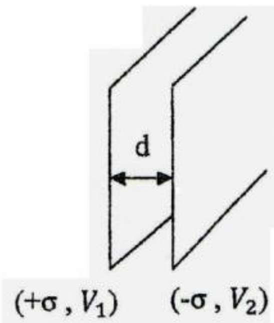


التمرين 01: (10 نقاط)

نعتبر قرصا نصف قطره R ومركزه O ، مشحونا بكثافة سطحية منتظمة و موجبة $+\sigma$.

1- اوجد عبارة الحقل الكهربائي $\vec{E}$ في نقطة M من محور القرص Oz، على مسافة z من O. (أنظر الشكل)

2- استنتج الحقل الكهربائي الناتج عن سطح مستوي لا منتهي يحمل الكثافة السابقة $+\sigma$. تأكد من النتيجة التي وجدتها بتطبيق نظرية غوس.



نعتبر الآن سطحين مستويين متوازيين لا منتهيين المسافة بينهما d الأول يحمل كثافة شحنية $+\sigma$ والثاني يحمل كثافة شحنية معاكسة $-\sigma$.

3- اوجد الحقل الكهربائي في كل مناطق الفضاء.

4- استنتج فرق الكمون الكهربائي بين المستويين $V_1 - V_2$.

5- استخرج سعة المكثفة التي يشكلها المستويان المشحونان.

التمرين 02 : (10 نقاط)

نشحن كرة معدنية مجوفة (S) نصف قطرها الداخلي R_1 والخارجي R_2 بوضعها عند كمون موجب V.

1- عند التوازن، حدد شكل توزيع الشحنة Q فوق الناقل (S) وأحسب قيمتها ثم استنتج السعة C للناقل.

2- باستعمال طريقة غوس، أحسب الحقل الكهرساكن في مختلف مناطق الفضاء.

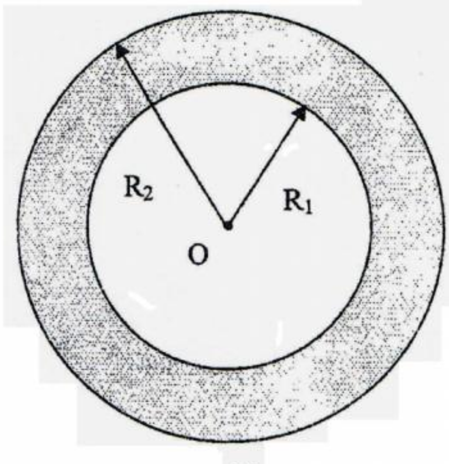
نضع شحنة كهربائية نقطية سالبة $-Q_0$ عند المركز O.

3- ما طبيعة التأثير الكهروساكن بين الناقل (S) والشحنة $-Q_0$.

4- حدد التوزيع الجديد للشحنة الكهربائية للناقل (S).

5- أحسب مرة ثانية، الحقل الكهرساكن في مختلف مناطق الفضاء.

6- متى يكون الحقل الكهرساكن خارج الناقل ($r > R_2$) معدوما. في هذه الحالة كم يساوي الكمون الكهربائي للناقل (S). علل إجابتك.

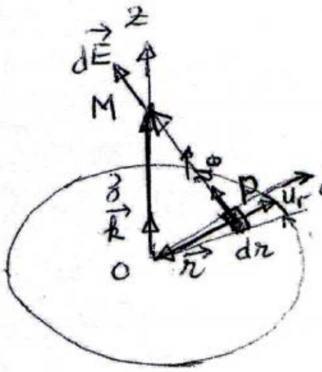


(S)

2012 / 2011

تصحيح إمتحان الفيزياء 2

التمرين الأول :



1 - المساحة العنصرية ds على القرص تنتج في M حقلا عنصريا $d\vec{E}$ معطى بالعلاقة :

$$d\vec{E} = \frac{\sigma . ds}{4\pi\varepsilon_0} . \frac{\overrightarrow{PM}}{\|\overrightarrow{PM}\|^3} \quad 0.5$$

حيث P تمثل موقع ds على القرص .

$$\overrightarrow{PM} = -r\vec{u}_r + z.\vec{k} \quad , \quad ds = r\,dr\,d\theta$$

$$d\vec{E} = \frac{\sigma . r\,dr\,d\theta}{4\pi\varepsilon_0} . \frac{(-r\,\vec{u}_r + z\,\vec{k})}{(r^2+z^2)^{3/2}} \quad 0,5$$

الحقل الكهربائي $\vec{E}$ في M هو :

$$\vec{E} = \int d\vec{E} = \iint \frac{\sigma . r\,dr\,d\theta}{4\pi\varepsilon_0} . \frac{[-r.\vec{u}_r + z\,\vec{k}]}{(r^2+z^2)^{3/2}} \quad 0,5$$

$$\vec{E} = \frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0} . \left[\iint \frac{-r^2\,dr\,d\theta . \vec{u}_r}{(r^2+z^2)^{3/2}} + \iint \frac{z . r\,dr\,d\theta}{(r^2+z^2)^{3/2}} . \vec{k} \right] \quad 0,5$$

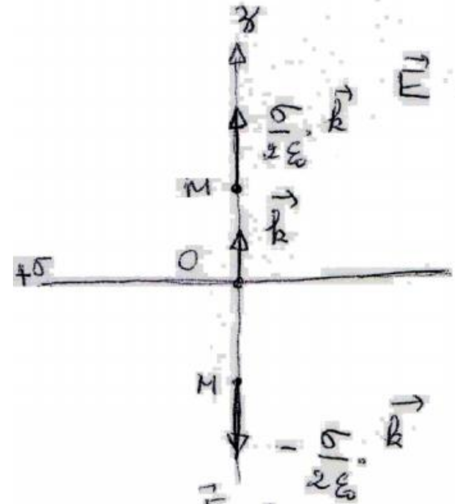
وبما أن المحور oz هو محور تناظر للقرص فإن الحقل $\vec{E}$ محمول بـ oz أي في الإتجاه $\vec{k}$. إذن التكامل الأول في العبارة السابقة لـ $\vec{E}$ معدوم . إذن :

$$\vec{E}(M) = \frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0} . z . \int_0^R \frac{r\,dr}{(r^2+z^2)^{3/2}} \times \underbrace{\int_0^{2\pi} d\theta}_{2\pi} . \vec{k} \quad 0,5$$

$$\vec{E}(M) = \frac{\sigma . z}{2\varepsilon_0} . \left[-\frac{1}{\sqrt{r^2+z^2}} \right]_0^R . \vec{k} =$$

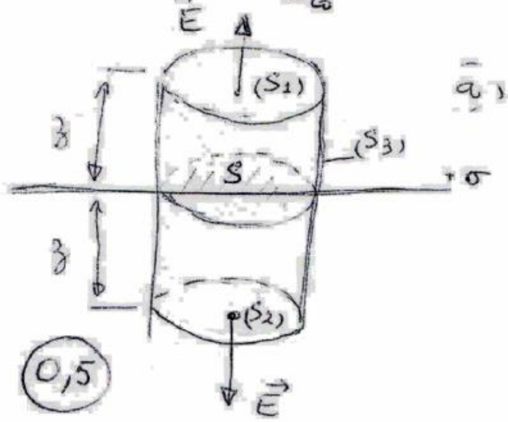
$$\boxed{\vec{E}(M) = \frac{\sigma . z}{2\varepsilon_0} . \left[\frac{1}{|z|} - \frac{1}{\sqrt{R^2+z^2}} \right] . \vec{k}} \quad 0,5$$

2- نحصل على مستوى لا منتهي عندما $R \to \infty$ و نحصل بذلك على عبارة الحقل الكهربائي $\vec{E}(M)$ من الشكل:



$$\vec{E} = \frac{\sigma z}{2\varepsilon_0}\cdot\frac{1}{|z|}\cdot\vec{k} = \pm\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\cdot\vec{k} \quad (0,5)$$

+ لما $z>0$ و − لما $z<0$.



(0,5)

يمكن الحصول على هذه النتيجة باستعمال نظرية غوس ومن أجل ذلك يكفي أن نختار سطح غوس المغلق عبارة عن أسطوانة عمودية على المستوي ويقطعها إلى نصفين متساويين. كما هو في الشكل كون أي محور عمودي على المستوي هو محور تناظر و المستوى اللامنتهي هو أيضا مستوى تناظر يجعل الحقل الكهربائي دائما عمودي على قاعدتي الأسطوانة وشدته ثابتة. إذن

$$(0,5) \quad \oiint_{(S)} \vec{E}\cdot d\vec{S} = \iint_{(S_1)} \vec{E}\, d\vec{S} + \iint_{(S_2)} \vec{E}\, d\vec{S} + \underbrace{\iint_{(S_3)} \vec{E}\, d\vec{S}}_{=0} = \frac{q_{in}}{\varepsilon_0}$$

$$\vec{E} \parallel d\vec{S} \qquad \vec{E} \parallel d\vec{S} \qquad \vec{E} \perp d\vec{S}$$

إذن:

$$\oiint_{(S)} \vec{E}\, d\vec{S} = E\,S_1 + E\,S_2 = \frac{q_{in}}{\varepsilon_0}$$

وبما أن: $S_1 = S_2 = S$ $\Leftarrow$ $2ES = \frac{\sigma S}{\varepsilon_0}$ (0,5)

أي: $E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

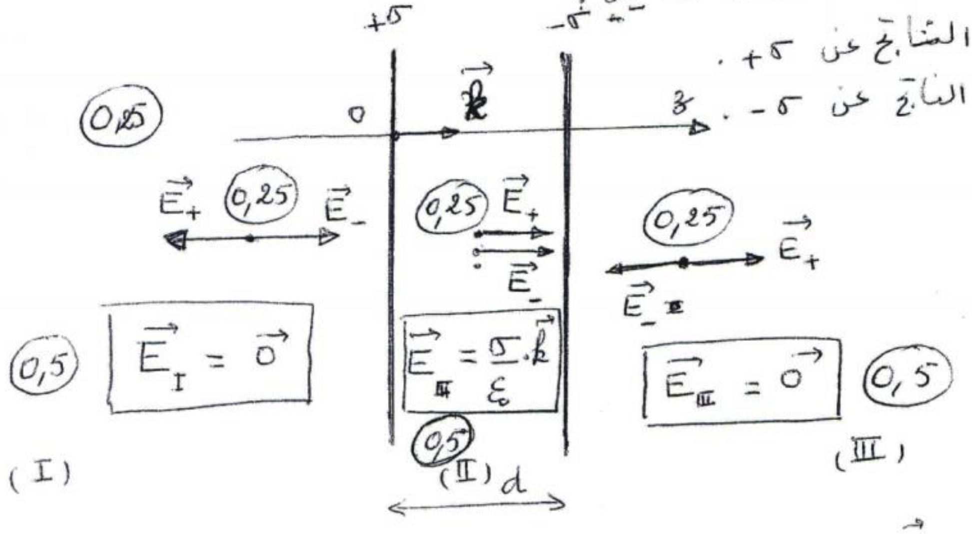
أو: $\boxed{\vec{E} = \pm\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\cdot\vec{k}}$ (0,5)

+ لما $z>0$

− لما $z<0$

3- كتطبيق لنتيجة السؤال السابق -يمكن الحصول على قيمة الحقل $\vec{E}$ في كل مناطق الفضاء كما يلي:

- $\vec{E}_+$ الحقل الناتج عن $+\sigma$.
- $\vec{E}_-$ الحقل الناتج عن $-\sigma$.



4- $\vec{E} = -\vec{grad}\, V \Leftarrow$

$$E = -\frac{dV}{dz} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} \quad (0,5)$$

إذن : $dV = -\frac{\sigma}{\varepsilon_0} \cdot dz \Leftarrow \int_{V_2}^{V_1} dV = -\frac{\sigma}{\varepsilon_0}\int_{d}^{0} dz$ (0,5)

إذن : $\boxed{V_1 - V_2 = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} \cdot d}$ (0,5)

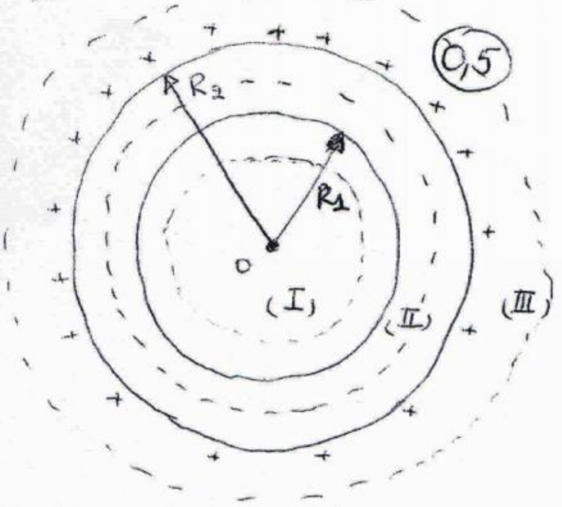
5- لدينا : $Q = C \cdot V = C \cdot (V_1 - V_2)$ (0,5)

إذن اعتبرنا S هي مساحة كل مستوى، فإن $Q = \sigma \cdot S$

ونحصل على : $C = \frac{\sigma \cdot S}{\sigma/\varepsilon_0 \cdot d} = \frac{\varepsilon_0 \cdot S}{d}$ (0,5)

التمرين الثاني :

1 ـ عند التوازن يكون الناقل الكروي (C) عند كمون V ويحمل شحنة (0,5) Q موجبة فوقه سطحه الخارجي فقط؛ كون الحقل الكهربائي داخل الناقل $\vec{E}=\vec{0}$ لا يسمح بظهور شحنة فوق سطحه الداخلي.



(0,5)

• بسبب خاصية استمرار الكمون الكهربائي

لدينا : $V(0)=V=\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{1}{R_2}$

إذن : $\boxed{Q=4\pi\varepsilon_0 \cdot R_2 \cdot V}$ (0,5)

إذن : $\boxed{C=4\pi\varepsilon_0 R_2}$ (0,5)

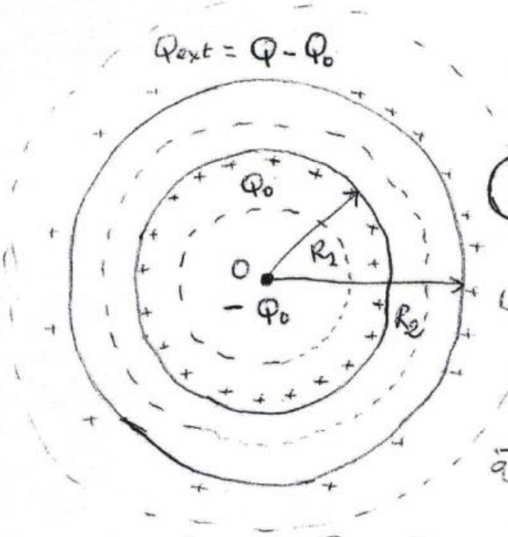
2 ـ الشحنة Q موزعة بانتظام على سطح الناقل (C) أي تملك تناظر كروي.
إذن الحقل $\vec{E}$ هو قطري في كل مناطق الفضاء ويكتب من الشكل
$\vec{E}=E(r)\cdot\vec{u_r}$ حيث $\vec{u_r}$ هو شعاع الواحدة القطري. سطح غوس (0,5)
هو دائما عبارة عن كرة نصف قطرها r . (نصف قطري)

وبما أنه لا توجد شحن في المنطقتين (I) و (II) فإننا نحصل على

$(r<R_1)$ $\boxed{\vec{E}_I=\vec{0}}$ (0,5) و $(R_1<r<R_2)$ $\boxed{\vec{E}_{II}=\vec{0}}$ (0,5)

في المنطقة (III): $\iint_{(S)} \vec{E}\,d\vec{s} = E\cdot S = \frac{Q}{\varepsilon_0} = E\cdot 4\pi r^2$

$$\boxed{\vec{E}_{III}=\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\cdot\vec{u_r}}$$ (0,5)



3- يوجد تأثير كلي بين $-Q_0$ والسطح الداخلي للناقل (S) . 1

4- بسبب التأثير الكلي بين $-Q_0$ والسطح الداخلي للناقل (S) تظهر شحنة Q_0 على سطح التجويف 0,5 ، ولكي تبقى شحنة الناقل (S) محفوظة فإن السطح الخارجي يصبح تحمل شحنة $Q_{ext} = Q - Q_0$ 0,5

1 + 0,5 خاصية بغوس

عندما $Q_{ext} > 0$: $Q > +Q_0$ و $Q_{ext} < 0$ لما $Q < +Q_0$.

5- بما أن $-Q_0$ موضوعة في المركز O فإن Q_0 تكون موزعة بانتظام فوق السطح الداخلي لـ (S) وكذلك Q_{ext} ، إذن الحقل $\vec{E}$ يبقى قطري ويمكن تطبيق نظرية غوس كما هو في السؤال 2

(I) - $r < R_1$:

$$E_I \cdot S = \frac{-Q_0}{\varepsilon_0} \Rightarrow E_I = \frac{-Q_0}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

$$\boxed{\vec{E}_I = -\frac{Q_0}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{\vec{u}_r}{r^2}} \rightarrow 0,5$$

(II) - $R_1 < r < R_2$:

$$\boxed{\vec{E}_{II} = \vec{0}}$$ لأن $Q_{int} = 0$. $(Q_{int} = -Q_0 + Q_0)$

0,5

(III) $r > R_2$:

$$\iint_{(S)} \vec{E} \cdot \vec{ds} = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0} = \frac{Q - Q_0}{\varepsilon_0}$$

$$\boxed{\vec{E}_{III} = \frac{Q - Q_0}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{\vec{u}_r}{r^2}} \rightarrow 0,5$$

6- يكون الحقل خارج الناقل $(r > R_2)$ معدوما لما : $Q = +Q_0$

$$\vec{E}_{III} = \vec{0} \Leftarrow \boxed{Q = Q_0} \quad 0{,}5$$

في هذه الحالة الكمون V للناقل (S) معدوم $(V = 0)$ 0,5

لأنه لما $Q = Q_0$ السطح الخارجي للناقل (S) لا يحمل أي شحنة .

إذن لا توجد خطوط للحقل $(\vec{E}_{III} = \vec{0})$ بين الناقل و ∞

إذن: $V_{\text{الناقل}} = V(\infty) = 0$. 0,5

$\vec{E}_{III} = \vec{0} \Leftarrow V_{III} = C$ عوض هذه وبسبب استمرارية الكمون لدينا :

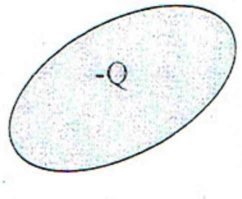
$$V = V_{III} = V(\infty) = 0$$

يوم 03 جوان 2013

جامعة قسنطينة 1

قسم الفيزياء (السنة الاولى علوم المادة)

امتحان في الفيزياء 2 (ساعة ونصف)

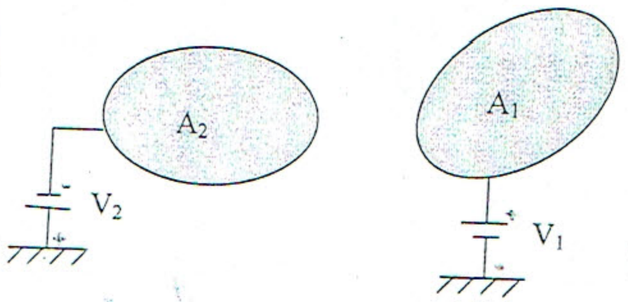


التمرين الأول (7 نقاط): 1- ليكن الناقل الكهربائي الممثل بالشكل المقابل المشحون بشحنة سالبة Q- والموجود في في حالة توازن كهرساكن.

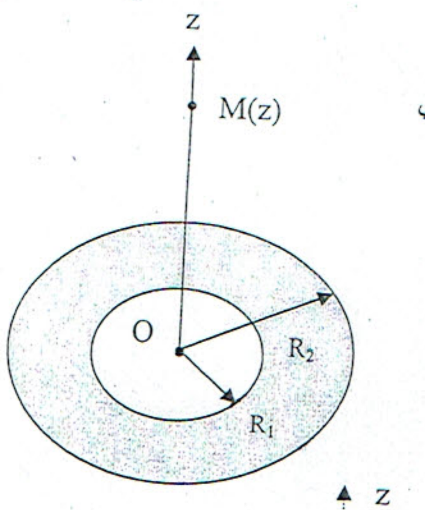
(2) أ- اذكر بشكل دقيق ومختصر الخواص الكهربائية لهذا الناقل.

(1) ب- مثل على الشكل هذه الخواص بشكل واضح.

(1,5) 2- كيف تتبسط (تصير) هذه الخواص عندما يكون الناقل كروي. مثل ذلك على الرسم.



(3) 3- نأخذ ناقلين (A_1) و (A_2) موصولين بمولدين V_1 و V_2 (حسب الشكل) عند التوازن، مثل على الرسم جميع خصائص هذا التوازن.

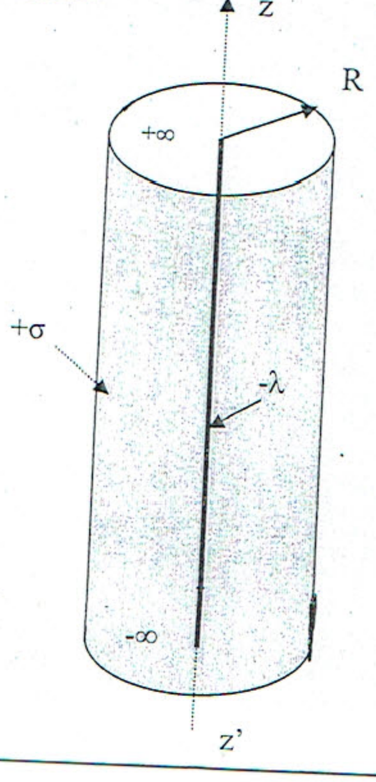


التمرين الثاني (7 نقاط): نعتبر قرصا اجوفا أفقيا مركزه O ونصف قطره الداخلي R_1 والخارجي R_2 يحمل كثافة شحنية سطحية منتظمة $+\sigma$.

(3,5) 1- احسب الحقل $\vec{E}$ عند نقطة M تقع على محوره وتبعد بالمسافة z عن O (الشكل).

(1) 2- نضع عند النقطة M شحنة نقطية Q. ناقش بدلالة اشارة Q وضعية التوازن.

(2,5) 3- احسب العمل المنجز لبلوغ التوازن وفق إشارة Q.



التمرين الثالث (7نقاط) : ليكن التوزيع الشحني التالي المشكل من:

- أسطوانة شاقولية لا منتهية نصف قطرها R مشحونة بكثافة سطحية منتظمة $+\sigma$.
- سلك لا منتهي متطابق مع محور الأسطوانة $(z'z)$ مشحون بكثافة خطية منتظمة $-\lambda$.

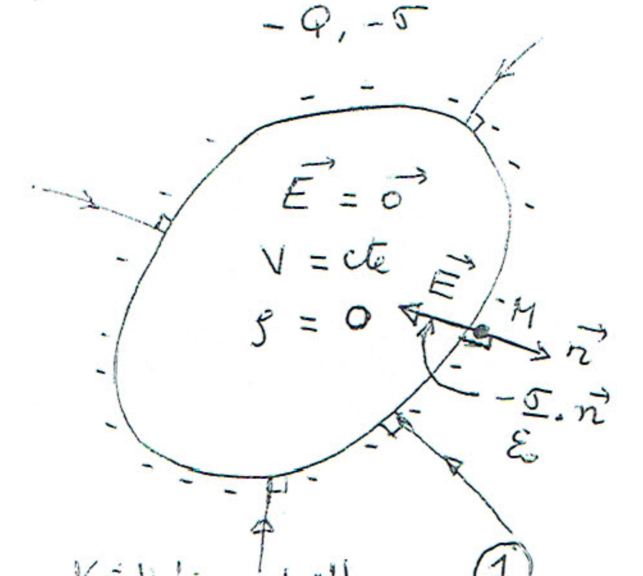
باستعمال نظرية (قانون) غوس ، احسب شعاع الحقل الكهربائي $\vec{E}$ الناتج عن هذا التوزيع في كل مناطق الفضاء. متى يكون الحقل معدوما خارج الأسطانة؟

امتحان فيزياء ٢ : تصحيح نموذجي

التمرين 1 : أ - $\vec{E}$ داخل الناقل معدوم

- الكمون في أي نقطة من الناقل ثابت
- سطح الناقل متساوي الكمون
- خطوط الحقل عمودية على سطح الناقل
- الكثافة الشحنية الحجمية $\rho = 0$.
- $-Q$ توجد على سطح الناقل بكثافة شحنية سطحية $-\sigma$.
- الحقل $\vec{E}$ بالجوار المباشر للناقل $\vec{E} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\cdot\vec{n} = \left(\frac{-\sigma}{\varepsilon_0}\right)\vec{n}$
- الضغط على سطح الناقل : $P = \frac{\sigma^2}{2\varepsilon_0}$

$\frac{8 \times 0{,}25}{(2)}$



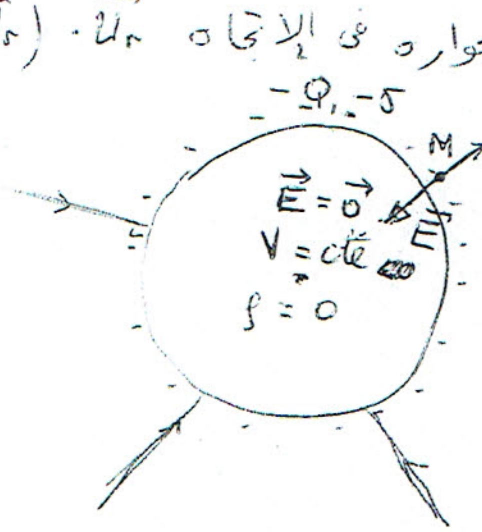
ب - الخواص على الشكل (1)

* M : نقطة بجوار الناقل من الجهة الخارجية

(0,25)

2 - ناقل كروي يملك نصف قطر انحناء ثابت ⇐ كثافة شحنية $-\sigma$ منتظمة (0,5)

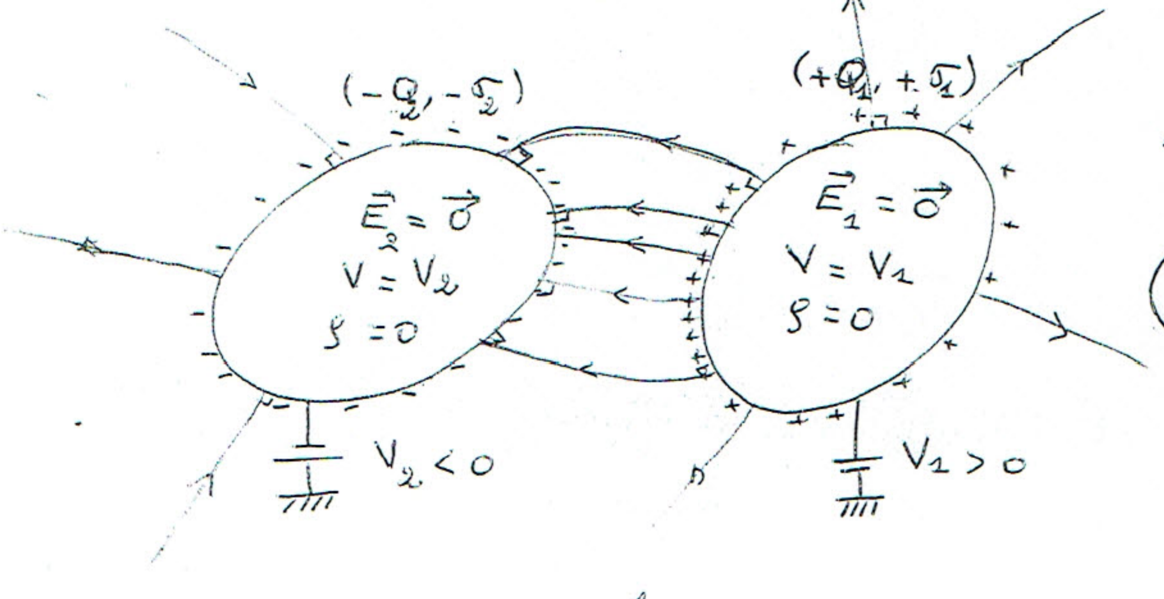
الحقل $\vec{E}$ يصبح خارج الناقل وبجواره في الاتجاه $\vec{u_r}$. $(\vec{n} = \vec{u_r})$



$\vec{E}(M) = \frac{-\sigma}{\varepsilon_0}\vec{u_r}$

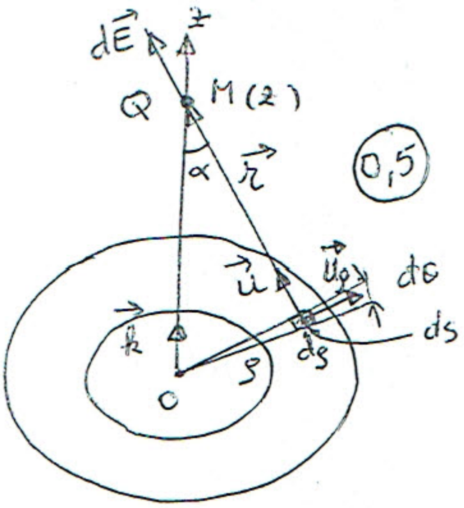
(0,75)

3 -



σ_1 و $-\sigma_2$ غير منتظمتين .

(3) → (12×0,25)



التمرين 2: المساحة العنصرية ds تنتج في M حقلا عنصريا:

$$d\vec{E} = \frac{\sigma . ds}{4\pi\varepsilon_0} . \frac{\vec{u}}{r^2} = \frac{\sigma . ds}{4\pi\varepsilon_0} . \frac{\vec{r}}{r^3} \quad (0,5)$$

مع: $\vec{r} = -\rho\,\vec{u}_\rho + z\,\vec{k}$ ، $ds = \rho\, d\rho\, d\theta$

أو: $\vec{u} = -\sin\alpha\,\vec{u}_\rho + \cos\alpha\,\vec{k}$

عندما نعوض $\vec{r}$ أو $\vec{u}$ نجد:

$$d\vec{E} = \frac{-\sigma}{4\pi\varepsilon_0} \times \frac{\rho^2 d\rho\, d\theta}{(\rho^2+z^2)^{3/2}} . \vec{u}_\rho + \frac{\sigma . z}{4\pi\varepsilon_0} . \frac{\rho\, d\rho\, d\theta}{(\rho^2+z^2)^{3/2}} . \vec{k} \quad (0,5)$$

$$\vec{E}(M) = \frac{-\sigma}{4\pi\varepsilon_0} . \iint \frac{\rho^2 d\rho\, d\theta . \vec{u}_\rho}{(\rho^2+z^2)^{3/2}} + \frac{\sigma z}{4\pi\varepsilon_0} . \vec{k} . \iint \frac{\rho\, d\rho\, d\theta}{(\rho^2+z^2)^{3/2}} \quad (0,25)$$

M تنتمي إلى محور التناظر Oz للتوزيع الشحني أي $\vec{E}(M)$ يكون في اتجاه $\vec{k}$

والتكامل الأول هو إذن معدوم (0,25)

$$\vec{E}(M) = \frac{\sigma z}{4\pi\varepsilon_0} . \vec{k} . \int_{R_1}^{R_2} \frac{\rho\, d\rho}{(\rho^2+z^2)^{3/2}} \times \int_0^{2\pi} d\theta = \frac{2\pi\sigma . z . \vec{k}}{4\pi\varepsilon_0} \left[\frac{1}{(R_1^2+z^2)^{1/2}} - \frac{1}{(R_2^2+z^2)^{1/2}} \right]$$

$$\boxed{\vec{E}(M) = \frac{2\pi . \sigma}{4\pi\varepsilon_0} . z . \left[\frac{1}{\sqrt{R_1^2+z^2}} - \frac{1}{\sqrt{R_2^2+z^2}} \right] . \vec{k} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} . z . [\quad]} \quad (1.5)$$

2. $\vec{F} = Q . \vec{E} \Leftarrow$

$Q > 0$ تتحرك في اتجاه $\vec{E}$ نحو $+\infty$ (0,5)

$Q < 0$ تتحرك عكس اتجاه $\vec{E}$ نحو O حيث يصبح $\vec{E}$ معدوما. (0,5)

3- $(Q > 0)$: $W_{M\to\infty} = E_p(M) - E_p(\infty)$ أو $W_{M\to\infty} = \int_M^{\infty} Q . \vec{E} . d\vec{l}$

مع: $d\vec{l} = dz . \vec{k}$

(0,5) $W_{M\to\infty} = Q . V(M) \Leftarrow E_p(\infty) = 0$

(0,25) $$V(M) = \frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0} . \iint \frac{ds}{r} = \frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0} . \iint \frac{\rho\, d\rho\, d\theta}{\sqrt{\rho^2+z^2}} = \frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0} . \int_{R_1}^{R_2} \frac{\rho\, d\rho}{\sqrt{\rho^2+z^2}} . \underbrace{\int_0^{2\pi} d\theta}_{2\pi}$$

$$V(M) = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \cdot \left[\sqrt{R_2^2 + z^2} - \sqrt{R_1^2 + z^2} \right] \quad (0{,}25)$$

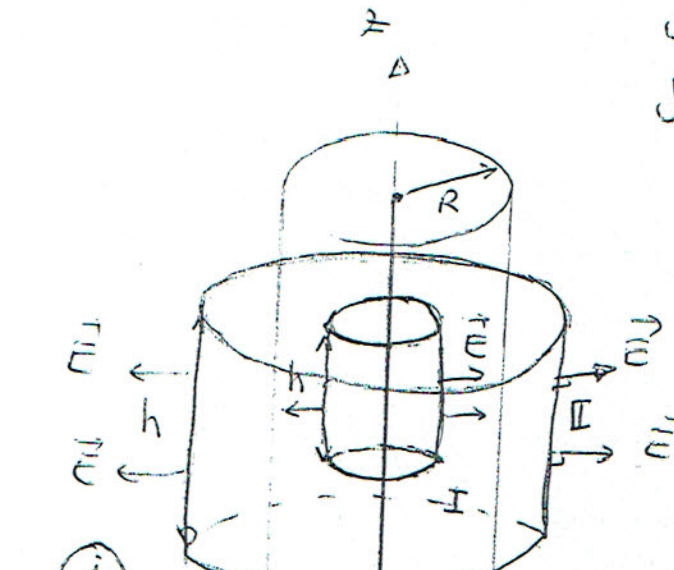
$$\boxed{W_{M \to O} = Q \cdot \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \cdot \left[\sqrt{R_2^2 + z^2} - \sqrt{R_1^2 + z^2} \right]} \quad (0{,}5)$$

$$W_{M \to O} = E_p(M) - E_p(O) \qquad : (-Q)\ Q<0 \ *$$

$$= -Q \left[V(M) - V(O) \right], \quad (0{,}5)$$

$$(0{,}5) \rightarrow \boxed{W_{M \to O} = -Q \cdot \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \cdot \left[\left(\sqrt{R_2^2 + z^2} + R_1 \right) - \left(\sqrt{R_1^2 + z^2} + R_2 \right) \right]}$$

التمرين 3 : التوزيع الشحني المشكل من السلك + الأسطوانة يملك تناظر أسطواني حيث أي دوران حول المحور zz' لا يغير في التوزيع الشحني وكذلك جميع المحاور العمودية على $z'z$ هي محاور تناظر مهما كانت قيمة z لأن التوزيع لا متناهي في الطول، إذن الحقل الكهربائي $\vec{E}$ هو دائما في الإتجاه $\vec{u_r}$ لجملة الإحداثيات الأسطوانية $(\vec{u_r}, \vec{u_\theta}, \vec{k})$، مع أخذ $\vec{k}$ محمول بالمحور zz'، ولا يتعلق إلا ببعد النقطة M عن المحور zz' التي نحسب فيها $\vec{E}$. (1,5)



إذن: $\boxed{\vec{E}(M) = E(r) \cdot \vec{u_r}}$ (0,5)

r هو بعد M عن zz'.

لحساب $\vec{E}(M)$ يمكن تطبيق نظرية غوس مع اعتبار سطح غوس عبارة عن أسطوانة محورها zz' وارتفاعها h.

. تدفق الحقل $\vec{E}$ عبر سطح غوص يساوي دائما التدفق عبر المساحة الجانبية فقط.

$$\iint_{(S)} \vec{E}\,\vec{dS} = E \cdot 2\pi r \cdot h = q_{in}/\varepsilon_0$$

(0,5)

* لما $r<R$: M توجد داخل الأسطوانة

$$E \cdot 2\pi r h = -\lambda h/\varepsilon_0$$

(1,5) $$\boxed{\vec{E}(M) = -\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r} \cdot \vec{u_r}}$$ و

* لما $r>R$: M توجد خارج الأسطوانة:

$$E \cdot 2\pi r \cdot h = \frac{\sigma \cdot 2\pi R h - \lambda h}{\varepsilon_0}$$

(1.5) $$\boxed{\vec{E}(M) = \frac{\sigma \cdot 2\pi R - \lambda}{2\pi\varepsilon_0 r} \cdot \vec{u_r}}$$

ينعدم الحقل خارج الأسطوانة لما $\vec{E}(M)$ في الحالة $r>R$ يصبح يساوي صفر.

$$\vec{E}(M) = \vec{0} \Rightarrow \boxed{\lambda = \sigma \cdot 2\pi R}$$ (0,5)

أو لما $q_{in}=0$ في الحالة $r>R$ أي: $\lambda = \sigma \cdot 2\pi R$

2014/2013

2014/05/25

جامعة قسنطينة 1

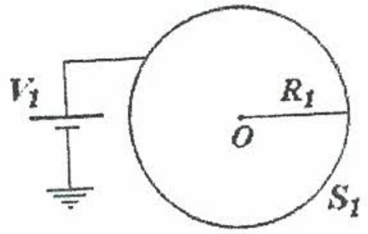
السنة الاولى علوم المادة

امتحان في مادة الفيزياء 2 (ساعة ونصف)

التمرين 1 (06 نقاط): تثبت شحنتان نقطيتان لهما نفس القيمة q في نقطتين A وB من المحور xox' احداثياتهما $x_A = -a$ و $x_B = +a$. نضيف شحنة نقطية اخرى q' حرة في الانتقال على المحور بين النقطتين A و B.

1- ما هي القوة الكهربائية التي تؤثر على q' ؟ 2- ما هو موضع توازن q' ؟ 3- ناقش استقرار التوازن

التمرين 02 (07 نقاط): 1- أذكر خواص: ناقل وحيد، مجموعة نواقل كهربائية، في حالة توازن كهرساكن.



2- نعتبر كرة معدنية ممتلئة و معزولة (S_1) نصف قطرها R_1

وضعت عند كمون كهرباني موجب V_1 .

ا - أحسب عند التوازن، الشحنة الكهربائية Q_1 للكرة (S_1)،

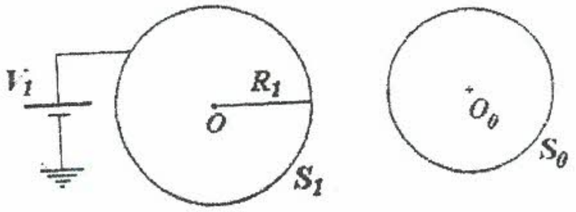
ثم استنتج سعتها الكهربائية.

ب - أحسب الحقل الكهرساكن داخل وخارج الكرة، تأكد من

قانون كولون (قيمة الحقل بجوار الناقل).

3- نقرب كرة معدنية (S_0) محايدة من الكرة السابقة (S_1)

الموضوعة عند الكمون V_1 .



ا - ماذا يحدث للكرتين؟ ما هي قيمتا Q_1 و Q_0 الجديدتين؟

أرسم خطوط الحقل حول الكرتين.

ب - نربط الكرة (S_0) بالأرض، صف ما يحدث؟ أرسم

خطوط الحقل في حالة التوازن الجديدة.

التمرين 03 (09 نقاط): نعتبر توزيعا شحنيا يملك تناظرا كرويا مركزه O بحيث الكمون الكهربائي V(M) الناتج عن هذا التوزيع في نقطة M تبعد بمسافة r عن المركز O يكتب من الشكل :

$$V(M) = \left(\frac{A}{4\pi\epsilon_0 r}\right) \exp\left(-\frac{r}{a}\right)$$ حيث A و a ثابتان موجبان

1- ما هي أبعاد (وحدة) A و a .

2- أحسب الحقل اكهرباني $\overrightarrow{E(M)}$ الموافق .

3- انطلاقا من عبارة الحقل الكهرباني فوق كرة مركزها O ونصف قطرها r ، أحسب الشحنة Q(r) داخل هذه الكرة. استنتج الشحنة الكلية لهذا التوزيع ($r \to \infty$) .

4- احسب الكثافة الشحنية الحجمية ρ عند المسافة r من O مع تحديد اشارتها .

5- بين أنه توجد في المركز O شحنة موجبة تُحدد قيمتها. ما هي اذن عبارة الحقل الكهرباني بجوار النقطة O ؟

6- ما هو التوزيع الشحني المقترح في التمرين.

تصحيح الامتحان الاستدراكي

التمرين 1

1 .

$$\vec{E}(M) = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{\vec{i}}{\|\vec{AM}\|^2} - \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{\vec{i}}{\|\vec{BM}\|^2} \quad (0.5)$$

مع: $\|\vec{AM}\| = a + x$ (0,25) ، $\|\vec{BM}\| = a - x$ (0,25) لأن $x < a$

وعندما نعوض نجد:

$$\vec{E}(M) = \frac{-4qax\,\vec{i}}{4\pi\varepsilon_0(a+x)^2(a-x)^2} \quad (1)$$

2 .

$$\vec{F}_{q'} = q'\cdot\vec{E}(M) = \frac{-4qq'ax\,\vec{i}}{4\pi\varepsilon_0(a+x)^2(a-x)^2} \quad (0.5)$$

ونحصل على التوازن لما: $\vec{F}_{q'} = \vec{0}$ أي $x = 0$

أي عند النقطة O .

3 . يكون التوازن مستقر عندما تعمل القوة $\vec{F}_{q'}$ على إرجاع الشحنة q' إلى النقطة O لما نزاح عنها. عند إزاحتها عن O في الاتجاه $\vec{i}$ $(x > 0)$ يجب أن تكون $\vec{F}_{q'}$ في الاتجاه المعاكس (0,5)

أي: $-4qq'ax < 0$ أي $qq' > 0$ (0,5)

في حالة العكس أي $qq' < 0$ يكون التوازن غير مستقر (0,5)

(1)

حل امتحان الكهرباء

- التمرين 02 :-

1- خواص النواقل الكهربائية :

- حالة الناقل الوحيد :-

(0,25) × 8

* الحقل الكهربائي داخل الناقل معدوم $\boxed{\vec{E}_{int} = \vec{0}}$

* الكمون الكهربائي للناقل ثابت $\boxed{V = cte}$

* السطح الخارجي للناقل تمثل سطح مساوي الكمون

* خطوط الحقل تخرج عمودية على سطح الناقل

* كثافة التوزيع الحجمي $\boxed{\rho = 0}$ وكثافة التوزيع السطحي $\boxed{\sigma \neq 0}$

* العلاقة بين الشحنة والكمون $\boxed{Q = C.V}$ ، حيث C سعة الناقل

- حالة مجموعة نواقل :-

إضافة للخواص المذكورة أعلاه لدينا :

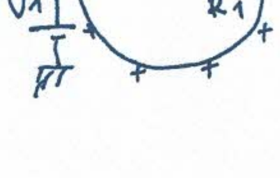
* التأثير الكهربائي المتبادل يؤدي إلى تغير التوزيع السطحي : $\boxed{\sigma' \neq \sigma}$

* العلاقة بين الشحنة والكمون تكتب :

$$\boxed{Q_1 = C_{11}V_1 + C_{12}V_2 \quad و \quad Q_2 = C_{21}V_1 + C_{22}V_2}$$

حيث $\boxed{C_{21} = C_{12}}$ هي معاملات التأثير المتبادل بين الناقلين

2- أ - وضع الناقل (S_1) عند الكمون $V_1 > 0$ يؤدي إلى ظهور شحنة $Q_1 > 0$ على سطحه الخارجي ، تتوزع بشكل منتظم على السطح ويكون كل الحجم عند نفس الكمون V_1 لذلك نجد (0,25)



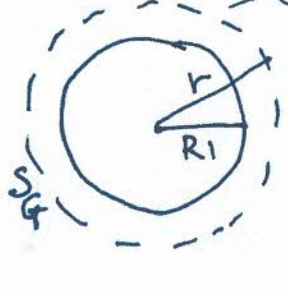
(0,25)

$$Q_1 = C.V_1 \Leftarrow \boxed{V_1 = V_1(R_1) = \frac{Q_1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{R_1}}$$ (0,25)

ومنه $\boxed{Q_1 = (4\pi\varepsilon_0 R_1) V_1}$ والسعة هي $\boxed{C_1 = 4\pi\varepsilon_0 R_1}$ (0,25)

ب - نستعمل قانون غوس لحساب الحقل :

* داخل الناقل $r < R_1 \Leftarrow \boxed{\vec{E}_{int} = \vec{0}}$ (0,25) لأن الناقل في حالة توازن



* خارج الناقل $r > R_1$ لدينا $\Phi(\vec{E}) = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0}$

نتيجة تناظر التوزيع : $\boxed{\vec{E} = E(r).\vec{u}_r}$

(0,25)

لذلك
$$\Phi(E) = \oiint_{SG} \vec{E}\cdot d\vec{S} = \oiint_{SG} E(r)\, dS$$
$$= E(r)\oiint_{SG} dS = E(r)\cdot 4\pi r^2 \quad 0{,}25$$
$$\Rightarrow \boxed{E(r) = \frac{Q_1}{4\pi\varepsilon_0 r^2}} \quad 0{,}25$$

عند سطح الناقل $r = R_1$ ومنه $E(R_1) = \frac{1}{\varepsilon_0}\left(\frac{Q_1}{4\pi R_1^2}\right)$

$\Rightarrow \boxed{E(R_1) = \frac{\sigma_1}{\varepsilon_0}}$ وهو قانون كولون 0,25

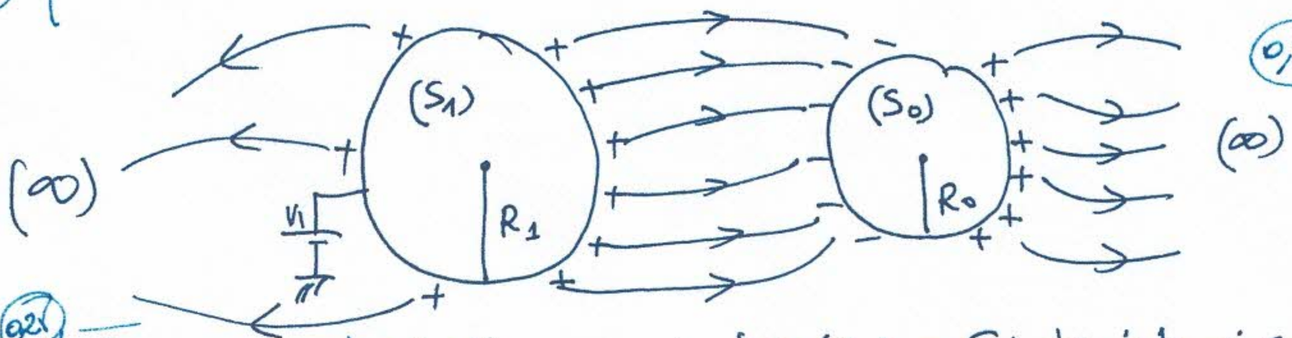
3- الناقلان (S_1) و (S_0) في حالة تأثير كهربائي متبادل جزئي 0,25

أ- * يحدث تغير في توزيع الشحنة على سطحي الناقلين

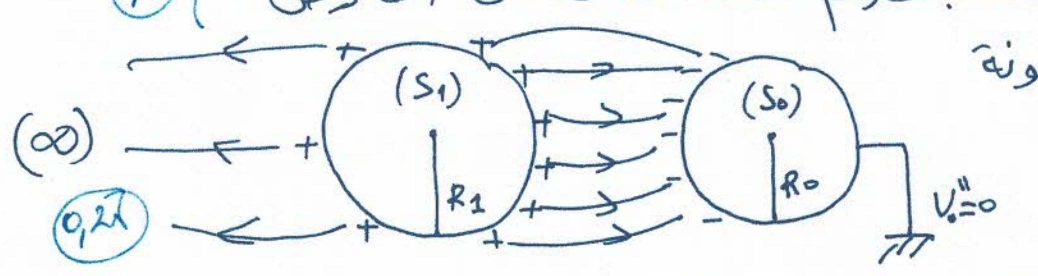
$\sigma_1' \neq \sigma_1$ و $\sigma_0' \neq \sigma_0$

* تبقى شحنتا الناقلين ثابتتين: $Q_0' = 0$ و $Q_1' = Q_1$ 0,25

* كمون (S_1) يبقى ثابت $V_1' = V_1 = cte$ وكمون (S_0) يتغير $V_0' \neq 0$ 0,25



ب- عند ما نربط الكرة (S_0) بالأرض يصبح كمونها $\boxed{V_0'' = 0 = V_\infty}$ لذلك 0,25
تختفي خطوط الحقل بين (S_0) و (∞)، و تختفي الشحنات الموجبة
على (S_0) وذلك بقدوم شحنات $\bar{e}$ من الأرض. 0,25
وتصبح (S_0) مشحونة
بشحنة سالبة $\boxed{Q_0'' < 0}$ 0,25



4- أ- سواء كانت الكرة مجوفة أو ممتلئة فإن شحنة الناقل تتوزع
على السطح الخارجي للناقل فقط: $\boxed{Q_{2ext} = Q_2 > 0 \quad و \quad Q_{2int} = 0}$ 0,5
بنفس طريقة السؤال (2-أ) نجد الشحنة: $\boxed{Q_2 = 4\pi\varepsilon_0 R_3 . V_2}$ 0,5
ب- لحساب الحقل نستعمل قانون قوص وخواص الناقل المتوازن
لدينا ثلاث مناطق مختلفة وهي:

التمرين 3 :

1 - $\vec{E}(M) = -\overrightarrow{grad}\, V \overset{0,5}{=} -\frac{dV}{dr} \cdot \vec{u_r}$

لأن $V(M)$ تتعلق بـ r فقط .

$$\boxed{\vec{E}(M) = \frac{Q_0}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{r^2}+\frac{1}{ar}\right)e^{-r/a} \cdot \vec{u_r}} \leftarrow 1,5$$

2 - $\vec{E}(M)$ دالة لـ r فقط وفي إتجاه $\vec{u_r}$ ، إذن يمكن حساب الشحنة $Q(r)$ داخل كرة نصف قطرها باستعمال نظرية غوس :

$$\iint_{(S)} \vec{E} \cdot \vec{dS} = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0} = \frac{Q(r)}{\varepsilon_0} \quad 0,5$$

(S) هو سطح غوس الممثل بسطح الكرة التي نصف قطرها هو r .

$$\boxed{Q(r) = \varepsilon_0 \cdot 4\pi r^2 \cdot E(r) = Q_0\left(1+\frac{r}{a}\right)e^{-r/a}} \leftarrow 1$$

$$\boxed{Q_{tot} = \lim_{r\to\infty} Q(r) = 0} \leftarrow 0,5$$

3 - $dQ = \rho\, dV$ مع dQ هي الشحنة العنصرية الموجودة بين الكرتين r و $r+dr$ $\Leftarrow$ $dQ = \rho \cdot 4\pi r^2\, dr$ (0,5)

إذن : $0,5 \rightarrow \rho(r) = \frac{1}{4\pi r^2} \cdot \frac{dQ}{dr}$

وباشتقاق $Q(r)$ بالنسبة لـ r نجد : $\boxed{\rho(r) = \frac{-Q_0}{4\pi a^2 r} e^{-r/a} < 0} \leftarrow 1$

4 - عندما $r \to 0$ $\Leftarrow$ $\lim_{r\to 0} Q(r) = Q_0 > 0$ (0,5) $\Leftarrow$ توجد في O شحنة موجبة Q_0

إذن الحقل الكهربائي بجوار المركز O هو :

$$0,5 \rightarrow \boxed{\vec{E} = \frac{Q_0}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \cdot \vec{u_r}}$$

5 - التوزيع الشحني المقترح هو :

$$\left\{\begin{array}{ll} Q_0 & \text{لما } r = 0 \\ \rho(r) = \frac{-Q_0}{4\pi a^2 r} e^{-r/a} & \text{لما } r > 0 \end{array}\right. \leftarrow 1$$

Remise des notes au plus tard le 07/06/

مقياس فيزياء-2

السنة الجامعية 2015/2014

جامعة قسنطينة-1

قسم الفيزياء

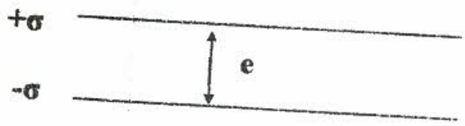
الامتحان الأول في الكهرباء

- **التمرين 01: (10 نقاط)** قرص ممتلئ محوره **Oz** و نصف قطره **R**، مشحون بكثافة سطحية منتظمة و موجبة **σ+** تقع على محوره على مسافة **Z** من المركز.

3 1- أحسب الحقل و الكمون الكهربائيين عند نقطة **M** تقع على محوره على مسافة **Z** من المركز.

1 2- أستنتج الحقل الكهربائي الناشئ عن المستوي اللامنته.

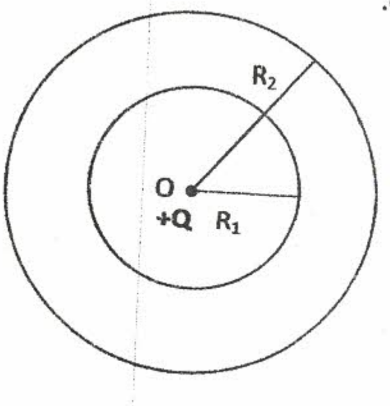
2 3- أعد حساب الحقل الناشئ عن المستوي اللامنته، باستعمال نظرية (قانون) قوس.



2 4- أستنتج، من أجل توزيع شحني مشكل من مستويين متوازيين لامتناهيين، يحملان على التوالي كثافتين منتظمتين σ+ و σ- : قيمة الحقل الكهربائي في كل الفضاء.(أنظر الشكل).

2 5- أحسب سعة المكثفة المشكلة.

- **التمرين 02: (~~8~~ 9 نقاط)** لتكن الجملة الكهربائية المشكلة من : شحنة نقطية **Q+** تقع عند المركز **O** ، و ناقل كروي أجوف محايد مركزه **O** و نصفا قطريه الداخلي **R_1** و الخارجي **R_2** **($R_2 > R_1$)**.



1 1- ماذا يحدث للناقل و ما نوع التأثير.

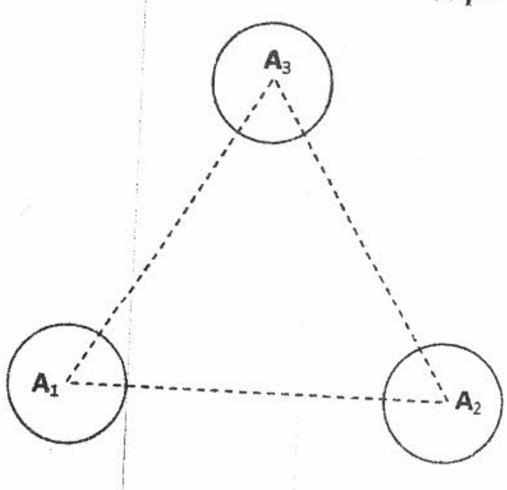
1 2- أحسب الكثافة الشحنية عند سطحي النقل الكروي : الداخلي و الخارجي.

4 3- أحسب الحقل و الكمون الكهربائيين، الناشئين عن التوزيع في كل مناطق الفضاء.

1 4- أرسم خطوط الحقل و سطوح تساوي الكمون.

2 5- نربط الناقل الكروي بالأرض، ماذا يحدث؟ أستنتج مرة أخرى، قيمة الحقل في كل مناطق الفضاء.

- **التمرين 03: (6 نقاط)** نعتبر ثلاثة نواقل كروية متماثلة مراكزها تقع على رؤوس مثلث متساوي الأضلاع، مع : **$A_1(Q_1,V_1)$** ، **$A_2(Q_2,V_2)$** ، **$A_3(Q_3,V_3)$** ، حيث : $V_1 > V_2 > V_3 > 0$.



1 1- أكتب عند التوازن، العلاقة التي : تربط الشحنات **(Q_1, Q_2, Q_3)** بالكمونات **(V_1, V_2, V_3)**.

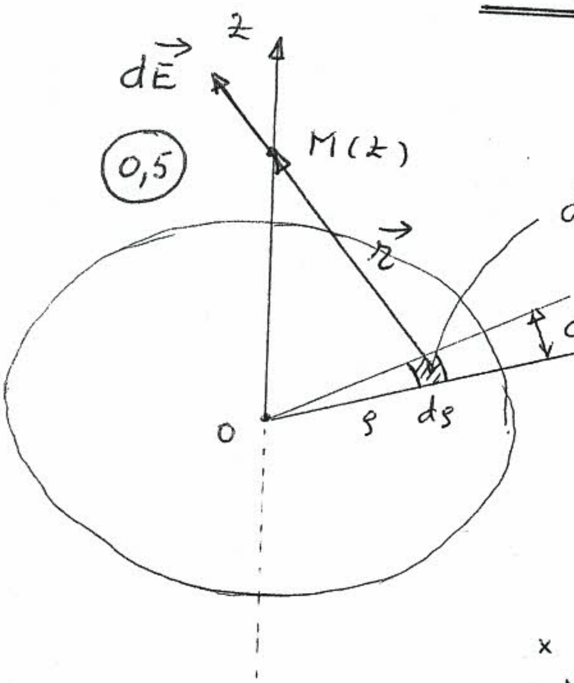
2 2- ما طبيعة التأثير بين هذه النواقل، حدد طبيعة الشحنات على سطوحها، ثم ارسم خطوط الحقل بينها.

1,5 3- نربط الناقل **A_3** بالأرض، حدد حالة التوازن الجديدة، ثم ارسم خطوط الحقل لهذه الحالة.

1,5 4- بدلا من الناقل **A_3**، نربط هذه المرة الناقل **A_1** بالأرض، أجب على نفس الأسئلة للحالة السابقة.

2015 / 2014

تصحيح إمتحان الفيزياء 2



التمرين 01 :

$$d\vec{E} = \frac{\sigma . ds}{4\pi\varepsilon_0} . \frac{\vec{r}}{r^3} \quad -1$$

0,5 $$d\vec{E} = \frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0} . \rho . d\rho . d\theta . \left(\frac{-\rho\,\vec{u}_\rho + z\,\vec{k}}{(\rho^2 + z^2)^{3/2}} \right)$$

$$\vec{E}(M) = \frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0} \left[- \iint \frac{\rho . d\rho . d\theta . \vec{u}_\rho}{(\rho^2 + z^2)^{3/2}} + z . \vec{k} . \times \iint \frac{\rho\, d\rho\, d\theta}{(\rho^2 + z^2)^{3/2}} \right] .$$

بسبب التناظر حول المحور oz ، التكامل الأول في عبارة $\vec{E}(M)$ معدوم .

ويبقى :

0,5 $$\vec{E}(M) = \frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0} . z . \vec{k} . \int_0^R \frac{\rho\, d\rho}{(\rho^2 + z^2)^{3/2}} \times \int_0^{2\pi} d\theta$$

$$\vec{E}(M) = \frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0} . 2\pi . z . \vec{k} . \left[\frac{-1}{(\rho^2 + z^2)^{1/2}} \right]_0^R .$$

0,5 $$\boxed{\vec{E}(M) = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} . z . \left[\frac{1}{|z|} - \frac{1}{(R^2 + z^2)^{1/2}} \right] . \vec{k}}$$

$$dV = \frac{\sigma\, ds}{4\pi\varepsilon_0} . \frac{1}{r} = \frac{\sigma . \rho . d\rho . d\theta}{4\pi\varepsilon_0} . \frac{1}{(\rho^2 + z^2)^{1/2}}$$ 0,5

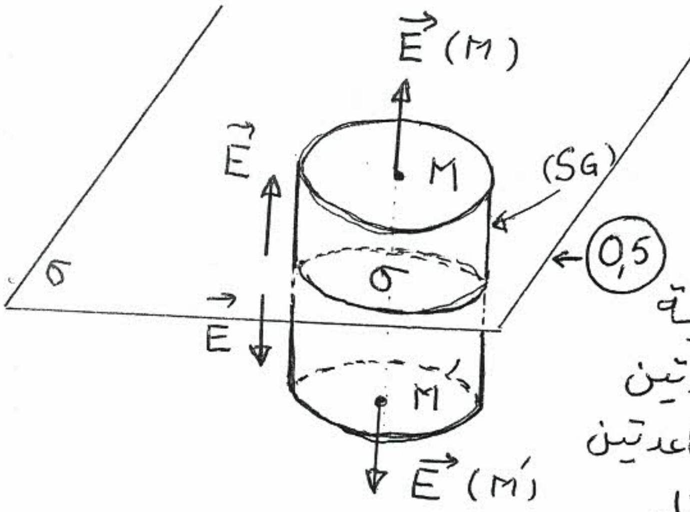
$$V(M) = \frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0} . \int_0^{2\pi} d\theta . \int_0^R \frac{\rho\, d\rho}{(\rho^2 + z^2)^{1/2}} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} . \left[(\rho^2 + z^2)^{1/2} \right]_0^R$$

$$\boxed{V(M) = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} . \left[\sqrt{R^2 + z^2} - |z| \right]}$$ 0,5

2- نحصل على الحقل الكهربائي الناتج عن مستوي لا منتهي لما $R \to \infty$

لما $R \to \infty \Leftarrow \frac{1}{\sqrt{R^2 + z^2}} \to 0$ ويصير : $\vec{E}(M) = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} . \frac{z}{|z|} . \vec{k}$ 0,5

أي : 0,5 $$\vec{E}(M) = \pm \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} . \vec{k} \quad \begin{cases} + \,,\ z > 0 \\ - \,,\ z < 0 \end{cases}$$



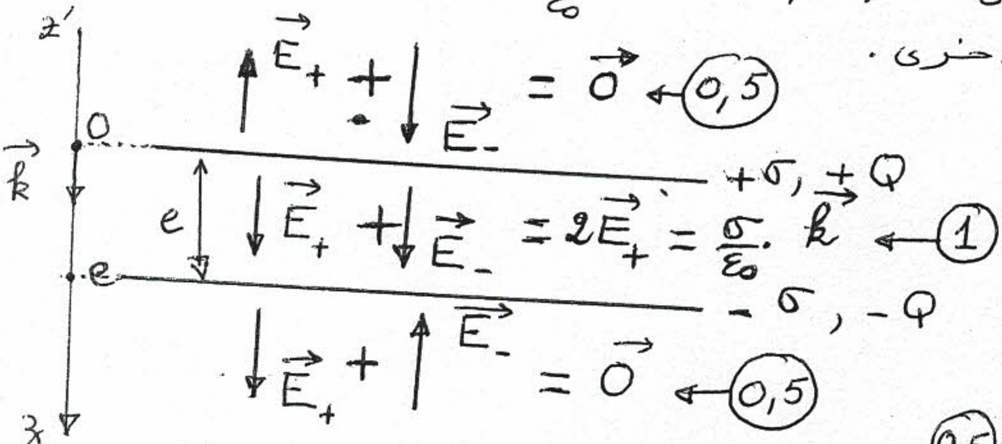
3 - تناظر المستوي اللامنتهي يؤدي إلى إمكانية إختيار سطح غوس عبارة عن أسطوانية يقسمها المستوي المشحون إلى نصفين متساويين .
(0,5) الحقل $\vec E$ موازي للمساحة الجانبية للأسطوانة وعمودي على القاعدتين معشدة ثابتة . الحقل $\vec E$ على القاعدتين متناظر . كل هذه الخصائص للحقل الكهربائي الناتج عن المستوى تؤدي إلى :

$$\oint\!\!\oint_{(S_G)} \vec E\, d\vec S = 2.E.S_\perp = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0} = \frac{\sigma . S_\perp}{\varepsilon_0} \quad (0,5)$$

حيث $S_\perp$ هي مساحة قاعدتي الأسطوانة . إذن : $E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

ونجد مرة أخرى : $\vec E(M) = \pm \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}.\vec k \begin{cases} +, & z>0 \\ -, & z<0 \end{cases}$ (0,5)

4 - باستعمال قانون التطابق في حساب الحقل الكهرساكن والنتيجة المحصل عليها في السؤال السابق نجد : $\vec E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}.\vec k$ بين المستويين و $\vec E = \vec 0$ في المناطق الأخرى .



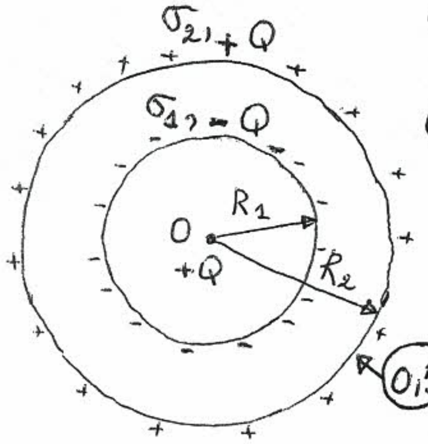
5 - $Q = C.(V_1 - V_2)$ (0,5) حيث Q الشحنة الكلية للمستوي و $V_1 - V_2$ فرق الكمون بين المستويين .

من العلاقة العامة : $\vec E = -\vec{grad}\, V \Leftarrow \vec E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}.\vec k = -\frac{dV}{dz}.\vec k$

إذن : $V_1 - V_2 = \int_{V_2}^{V_1} dV = -\frac{\sigma}{\varepsilon_0}\int_e^0 dz = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}.e$ (1)

شحنة المستوي : $Q = \sigma.S$ وعندما نعوض في عبارة C نجد : $\boxed{C = \varepsilon_0.S/e}$ (0,5) حيث S هي مساحة المستوي المشحون .

التمرين 02: 1 - تحت تأثير الحقل الكهرساكن الناتج عن الشحنة $+Q$ الموضوعة في O، الناقل الكهربائي الذي كان محايدا ($Q=0$) يصير مشحونا. (0,5) التأثير كلي. (0,5)



2 - التأثير الكلي ⇐ ظهور شحنة $-Q$ على السطح الداخلي للناقل و شحنة $+Q$ على السطح الخارجي (0,5) (شحنة الناقل تبقى محفوظة). الشحنتان موزعتان بانتظام على سطحي الناقل بسبب الانحناء الثابت لهما.

التوزيع σ_1 للسطح الداخلي هو: (0,25) $\boxed{\sigma_1 = \frac{-Q}{S_1} = \frac{-Q}{4\pi R_1^2}}$

التوزيع σ_2 للسطح الخارجي هو: (0,25) $\boxed{\sigma_2 = \frac{Q}{S_2} = \frac{Q}{4\pi R_2^2}}$

3 - التناظر الكروي للتوزيعات الشحنية على سطحي الناقل يستلزم أن الحقل الكهربائي يكتب من الشكل: (0,25) $\vec{E}(M) = E(r).\vec{u_r}$

يمكن إذن تطبيق نظرية غوس مع أخذ سطح غوس (S_G) عبارة عن سطح كرة مركزها O و نصف قطرها r.

في جميع الحالات: $\oiint_{(S_G)} \vec{E}.\vec{dS} = E.S_G = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0}$ (0,5)

ونجد: لما $r<R_1$: $\boxed{\vec{E}(M) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{1}{r^2}.\vec{u_r}}$ (0,5) ، لما $R_1<r<R_2$: $\boxed{\vec{E}(M)=\vec{0}}$ (0,25)

الحقل داخل ناقل في حالة توازن معدوم.

ولما $r>R_2$: $\boxed{\vec{E}(M) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{1}{r^2}.\vec{u_r}}$ (0,5)

من العلاقة: $\vec{E} = -\vec{grad}V \Leftarrow E(r) = -\frac{dV}{dr} \Leftarrow V(r) = -\int E(r)dr$ (0,25)

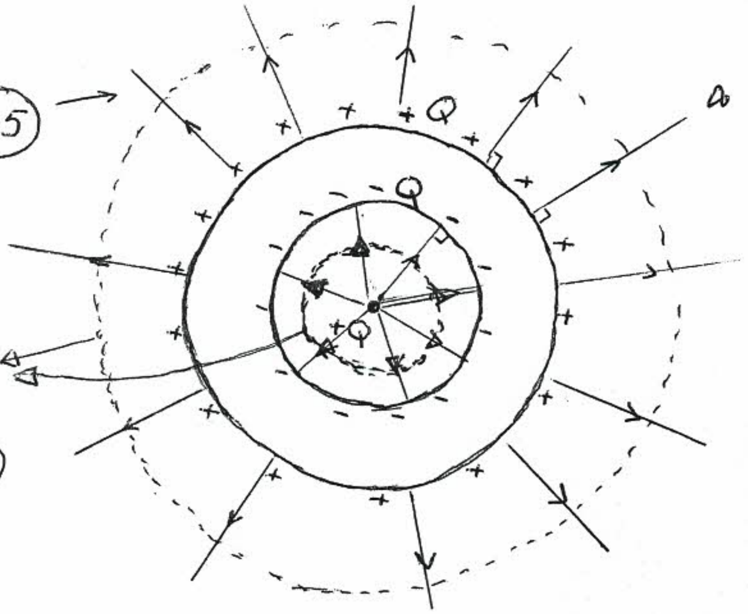
لما $r>R_2$: $V(r) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{1}{r} + C \Leftarrow V(\infty)=0 \Leftarrow \boxed{V(r) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{1}{r}}$ (0,5)

لما $R_1<r<R_2$: $\vec{E}=\vec{0} \Leftarrow V = cte$. استمرار الكمون في المنطقة السابقة $\Leftarrow \boxed{V = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{1}{R_2}}$ (0,5)

لما $r<R_1$: $V(r) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{r} + cte$: واستمرار الكمون $\Leftarrow \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{1}{R_2} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{1}{R_1} + cte$ (0,25)

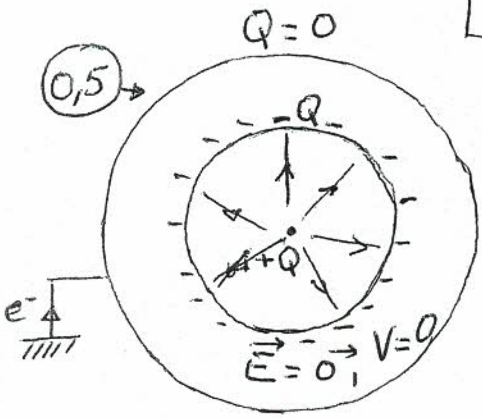
و نجد : (0,5) $\boxed{V(r) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\left[\frac{1}{r} + \frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1}\right]}$ لما $r \leq R_1$

4 -



5 - نربط الناقل بالأرض ⇐ كمون الناقل $V=0$
وتحصل على هذه الحالة عند
انعدام وجود خطوط للحقل (0,5)
بين الناقل و ∞ ، ⇐ عدم وجود
شحنة على السطح الخارجي للناقل .

$\vec{E} = \vec{0}$



في هذه الحالة يوجد حقل كهربائي فقط بين الشحنة النقطية $+Q$
والسطح الداخلي للناقل أي لما $0 < r < R_1$. ويبقى :

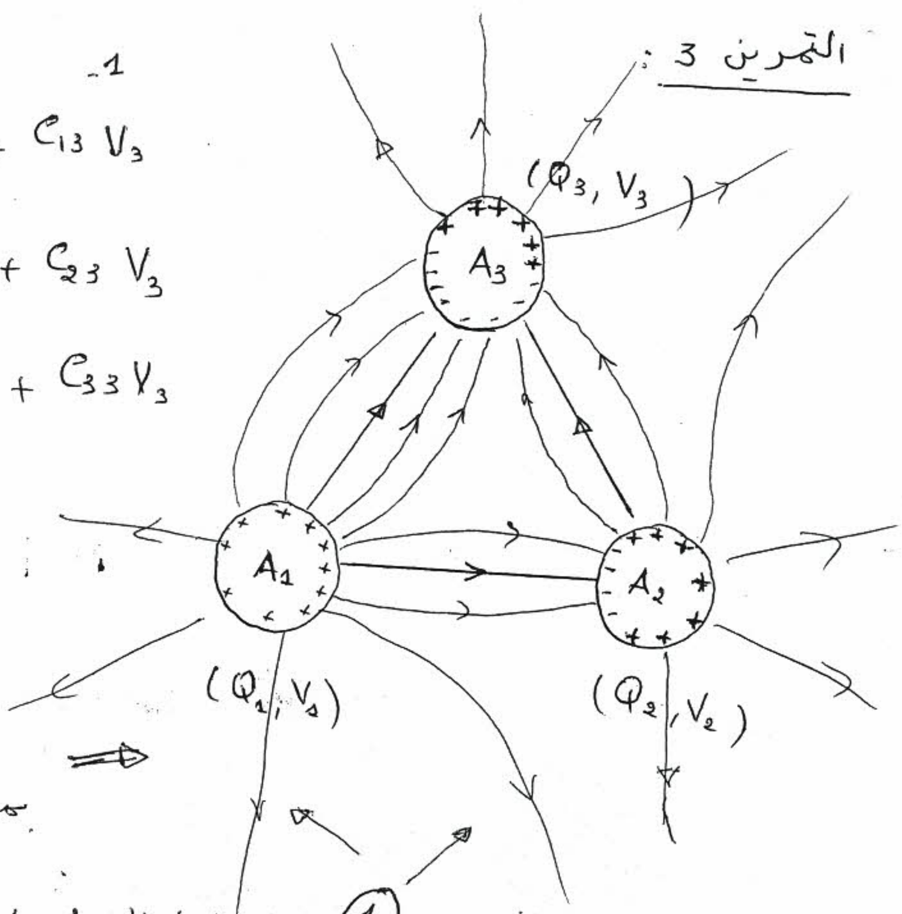
$$\boxed{\vec{E}(r) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{1}{r^2}\cdot\vec{u_r}}$$ (0,5)

لما $r > R_2$: $\vec{E} = \vec{0}$. (0,5)

التمرين 3 :

-1

$$(1) \rightarrow \begin{cases} Q_1 = C_{11} V_1 + C_{12} V_2 + C_{13} V_3 \\ Q_2 = C_{21} V_1 + C_{22} V_2 + C_{23} V_3 \\ Q_3 = C_{31} V_1 + C_{32} V_2 + C_{33} V_3 \end{cases}$$



2 - التأثير جزئي بين النواقل ، (0,25)

بما أن: $V_1 > V_2 > V_3 > 0$ ⟹

⟸ خطوط الحقل بين النواقل الثلاثة (1)

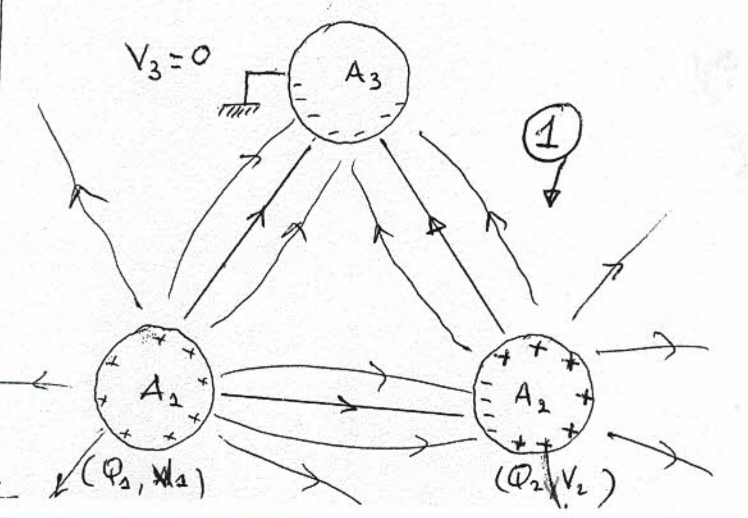
* (0,25) الشحنة Q_1 على A_1 هي موجبة فقط
* (0,25) الشحنة Q_2 على A_2 موجبة وسالبة
  - سالبة في المنطقة التي تصلها خطوط الحقل من A_1 .
  - موجبة في المنطقة التي تذهب منها خطوط الحقل إلى A_3 أو ∞ ،

(التمثيل على الشكل يكفي)

* (0,25) الشحنة Q_3 على A_3 موجبة وسالبة
  - سالبة في المنطقة التي تصلها خطوط الحقل من A_1 و A_2
  - موجبة في المنطقة المتبقية والتي تذهب منها خطوط الحقل إلى ∞ .

---

3 - $V_3 = 0$ ⟸ Q_3 سالبة فقط (0,5)

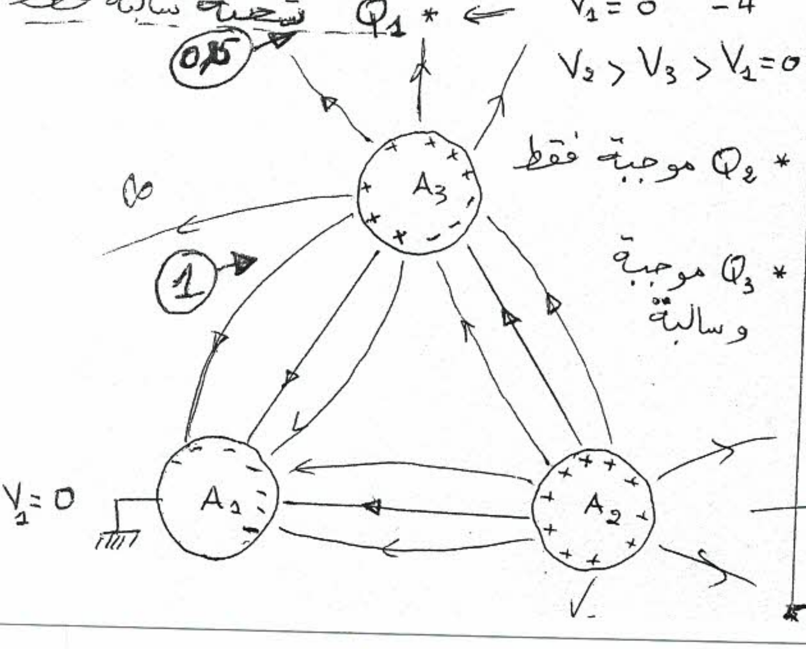


4 - $V_1 = 0$ ⟸ * Q_1 شحنة سالبة فقط (0,25)

$V_2 > V_3 > V_1 = 0$

* Q_2 موجبة فقط

* Q_3 موجبة وسالبة



(1,33) (فهيم) بوشعر

مقياس فيزياء-2 (LMD)
السنة الجامعية 2015- 2016

جامعة قسنطينة -1
قسم الفيزياء

الامتحان الأول في الفيزياء-2

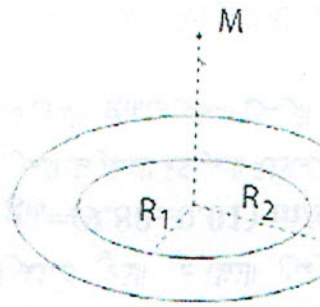
التمرين 01 : (08 نقاط)

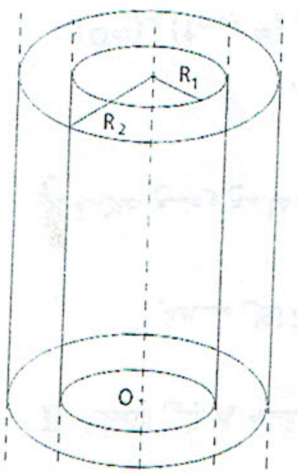
قرص مجوف الوسط، نصف قطره الداخلي R_1 و الخارجي R_2، مشحون بكثافة سطحية منتظمة وموجبة $+\sigma$،
النقطة M تقع على محوره وتبعد عن المركز O بالمسافة Z.

- أكتب عبارة الكمون العنصري عند النقطة M ، ثم استنتج الكمون الناتج عن التوزيع كله. (2)
- باستعمال التناظر حدد اتجاه الحقل الكهربائي المحصل. (0,5)
- من عبارة الكمون، استنتج عبارة الحقل الكهربائي المحصل. (1)
- استنتج في حالة المستوي اللامنتهي قيمة الحقل والكمون الكهربائيين. (2)

نأخذ هذه المرة ناقلين مستويين أفقيين متوازيين المسافة بينهما e ، مشحونان بكثافتين منتظمتين ومتناظرتين $+\sigma$ و $-\sigma$،

- أحسب قيمة الحقل الكهربائي في مختلف المناطق (1)
- أحسب فرق الكمون بين المستويين، ثم استنتج السعة الكهربائية للمكثفة المشكلة (1,5)





التمرين 02 : (07 نقاط)

أسطوانتان شاقوليتان متمحورتان و لا منتهيتان، نصفا قطريهما R_1 و R_2 ،
مشحونتان بكثافتين سطحيتين منتظمتين σ_1 و σ_2

- باستعمال خواص تناظر التوزيع، حدد اتجاه الحقل الكهربائي في كل نقطة من الفضاء (1)
- ما هو شكل سطح ڤوس المناسب في هذه الحالة (1)
- أحسب قيمة الحقل الكهربائي في كل مناطق الفضاء (2)
- استنتج قيمة الكمون الكهربائي في هذه المناطق، ثم حدد قيمة ثابت الكمون لكل منطقة (2)
- نشكل من الأسطوانتين السابقتين مكثفة، حدد من أجل ذلك العلاقة بين σ_1 و σ_2. (1)

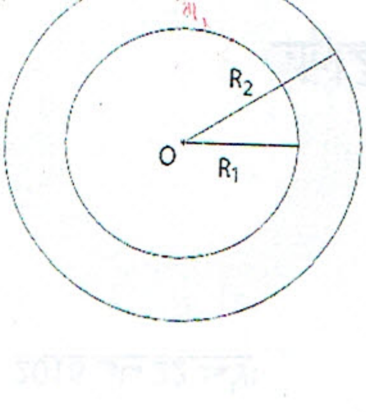
التمرين 03 : (07 نقاط)

كرة معدنية مجوفة نصف قطرها الداخلي R_1 و الخارجي R_2 ، وضعت عند الكمون $V > 0$.

- حدد عند التوازن، شكل توزيع الشحنة Q و طبيعتها، ثم أرسم خطوط الحقل حول الناقل (1)
- استعمل طريقة ڤوس لأجل حساب الحقل الكهربائي في كل الفضاء (2)
- استنتج قيمة الشحنة Q و السعة الكهربائية للناقل الكروي (1)

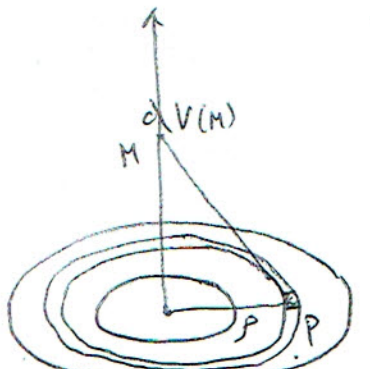
نضع شحنة نقطية $-Q_0$ في مركز الكرة ($Q > |Q_0|$)

- حدد نوع التأثير الكهربائي الذي يحدث، ما هو التوزيع الجديد للشحنة داخل الناقل، أرسم مرة أخرى خطوط الحقل حول الناقل (1)
- أعد حساب الحقل الكهربائي في هذه الحالة (1)
- متى يمكن أن نتكلم عن مكثفة كهربائية (1)



حل إمتحان الكهرباء

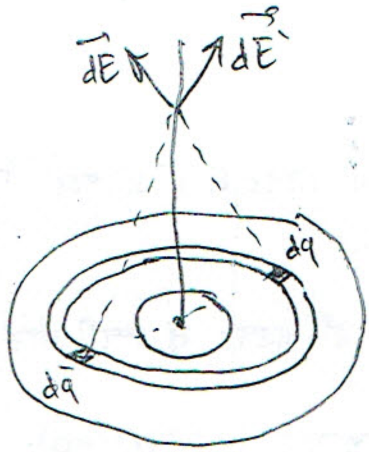
التمرين 01 :-



- الشحنة العنصرية dq عند السطح العنصري dS تنتج في النقطة M كموناً عنصرياً :

$$(0,5)\quad dV(M) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{dq}{\|\vec{PM}\|} + C$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\sigma . dS}{\|\vec{PM}\|} + C$$



(0,25)

لدينا : $dS = \rho\, d\rho\, d\theta$ و $\vec{PM} = -\rho\vec{u}_\rho + z\vec{k}$

$$(0,5)\quad \boxed{dV(M) = \frac{\sigma\,\rho\, d\rho\, d\theta}{4\pi\varepsilon_0} \times \frac{1}{(\rho^2+z^2)^{1/2}} + C}$$

والكمون المحصل :

$$V(M) = \iint_{(S)} dV = \int_{R_1}^{R_2}\int_0^{2\pi} \frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{\rho\, d\rho\, d\theta}{(\rho^2+z^2)^{1/2}} + C$$

$$(1)\quad \boxed{V(M) = \frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0} \times 2\pi \left[(\rho^2+z^2)^{\frac{1}{2}}\right]_{R_1}^{R_2} + C = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\left[(R_2^2+z^2)^{1/2} - (R_1^2+z^2)^{1/2}\right] + C}$$

- المحور $\vec{Oz}$ هو محور تناظر التوزيع وبالتالي فإتجاه الحقل هو المحور نفسه

أي : (0,25) $\boxed{\vec{E} \,//\, \vec{Oz}}$

- نحصل على الحقل من عبارة الكمون بالعلاقة : (0,25) $\boxed{\vec{E} = -\vec{grad}\, V}$

أي $\boxed{\vec{E}(z) = -\frac{dV}{dz}\vec{k}}$ (0,25)

$$(0,5)\quad \boxed{\vec{E}(M) = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} z \left[\frac{1}{(R_1^2+z^2)^{1/2}} - \frac{1}{(R_2^2+z^2)^{1/2}}\right]\vec{k}}$$

2)

- حالة المستوي اللامنتهي : $\boxed{R_2 \to +\infty \quad و \quad R_1 \to 0}$ 0,25

* نجد من أجل الحقل الكهربائي :

$$\vec{E}(M) = \frac{\sigma z}{2\varepsilon_0}\left[\frac{1}{(z^2)^{1/2}} - 0\right]\vec{k} \quad , \quad (z^2)^{1/2} = |z| \ 0,25$$

ومنه نجد : $\vec{E}(M) = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\frac{z}{|z|}\vec{k}$

فوق المحور $|z_+| = z_+$ ومنه

تحت المحور $|z_-| = -z_-$ ومنه

$$0,25 \quad \boxed{\vec{E}_+(M) = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{k}}$$

$$0,25 \quad \boxed{\vec{E}_-(M) = -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{k}}$$

* من أجل الكمون :

العلاقة السابقة تصبح غير صالحة بسبب الثابت C غير المنتهي 0,25

لذلك نعتمد على العلاقة بين الكمون والحقل $\boxed{\vec{E} = -\overrightarrow{grad}\, V}$

$$* \quad \vec{E}_+ = -\frac{dV_+}{dz_+}\vec{k} \Rightarrow V_+ = -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}z_+ + C_+$$

0,25

$$* \quad \vec{E}_- = +\frac{dV}{dz_-}\vec{k} \Rightarrow V_- = +\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}z_- + C_-$$

$$\Rightarrow \quad 0,25 \quad \boxed{V(M) = -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}|z| + C}$$

نحدد الثابت "C" بافتراض أن الكمون على سطح المستوي معدوم

$$V(z=0) = 0 \Rightarrow \quad 0,25 \quad \boxed{C = 0}$$

3- كتطبيق لنتيجة السؤال السابق يمكن الحصول على شدة الحقل $\vec{E}$ في كل مناطق الفضاء كما يلي

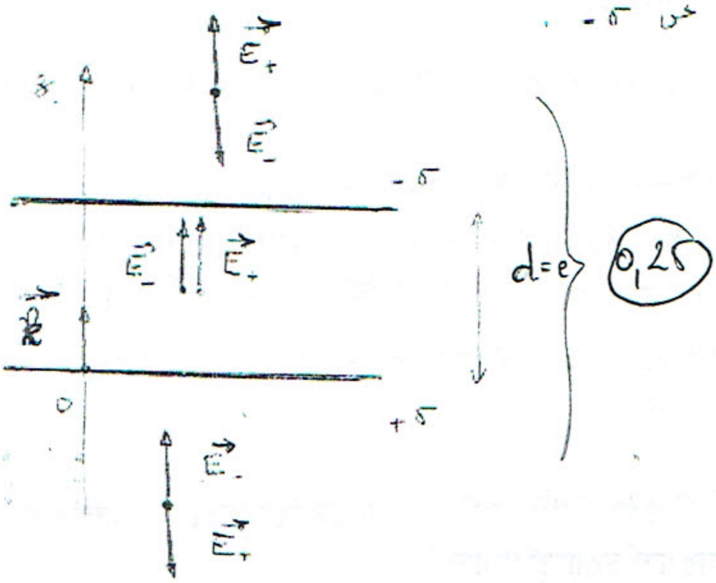
* $\vec{E}_+$ الحقل الناتج عن $+\sigma$.

* $\vec{E}_-$ الحقل الناتج عن $-\sigma$.

(0,25) (I) $\boxed{\vec{E}_I = \vec{0}}$

(0,25) (II) $\boxed{\vec{E}_{II} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\vec{k}}$

(0,25) (III) $\boxed{\vec{E}_{III} = \vec{0}}$



$$E = -\frac{dV}{dz} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} \quad (0,5) \quad \Leftarrow \quad \vec{E} = -\vec{grad}\,V$$

إذن : $dV = -\frac{\sigma}{\varepsilon_0}\, dz \quad \Leftarrow \quad \int_{V_2}^{V_1} dV = -\frac{\sigma}{\varepsilon_0}\int_{d}^{0} dz$

(0,5) $\boxed{V_1 - V_2 = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} . d}$ إذن : $(d=e)$

لدينا : $Q = C . V = C . (V_1 - V_2)$

إذا اعتبرنا S هي مساحة كل مستوى ، فإن $Q = \sigma . S$

ونحصل على : (0,5) $\boxed{C = \frac{\sigma . S}{\sigma/\varepsilon_0 . d} = \frac{\varepsilon_0 . S}{d}}$

- التمرين 02: -

0,5

1)- التوزيع له تناظر أسطواني، والحقل يكون محمولا بنصف قطر الأسطوانتين

0,5 $\boxed{\vec{E}(M) = E(\rho) . \vec{u_\rho}}$

2)- سطح قوس المناسب هو أسطوانة لها نفس المحور و نصف قطرها ρ وارتفاعها h كيفي 1

3)- لدينا ثلاثة مناطق:

- المنطقة (I) : $\rho \leq R_1$ (داخل الأسطوانة الصغرى)
- " (II) : $R_1 \leq \rho \leq R_2$ (بين الأسطوانتين)
- " (III) : $\rho \geq R_2$ (خارج الأسطوانة الكبرى)

تطبيق قانون قوص:

في كل الحالات لدينا

0,5 $$\boxed{\oint(\vec{E}) = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0}}$$

$$\boxed{\oint(E) = E . S_L}$$

* المنطقة (I):

0,5 $$\boxed{\begin{array}{l} Q_{int\,I} = 0 \\ E_I = 0 \end{array}}$$

* المنطقة (II):

$$\boxed{\begin{gathered} Q_{int\,II} = \sigma_1 \times S_{L1} = 2\pi R_1 h \times \sigma_1 \\ E_{II} = \frac{\sigma_1}{\varepsilon_0} \times \frac{R_1}{\rho} \end{gathered}}$$ 0,5

* المنطقة (III):

$$Q_{int\,III} = \sigma_1 S_{L1} + \sigma_2 S_{L2}$$

$$\boxed{\begin{gathered} Q_{int\,III} = (\sigma_1 R_1 + \sigma_2 R_2) \cdot 2\pi h \\ E_{III} = \frac{\sigma_1 R_1 + \sigma_2 R_2}{\rho} \end{gathered}}$$ 0,5

4)- إستنتاج الكمون:

0,25 $$\vec{E} = -\overrightarrow{grad}\, V \Rightarrow E = -\frac{dV}{d\rho}$$

$$\Rightarrow V = -\int E \cdot d\rho + C$$

* في المنطقة (I):

$$\boxed{V_I = C_I}$$ 0,25

$$\boxed{V_{II} = -\sigma_1 R_1 \ln \rho + C_{II}}$$ (0,5)

* في المنطقة (II) :

$$\boxed{V_{III} = -(\sigma_1 R_1 + \sigma_2 R_2) \ln \rho + C_{III}}$$ (0,25)

* في المنطقة (III) :

- تحديد الثوابت ، لا يمكن إستعمال شرط الكمون معدوم في (∞)

بسبب وجود شحنات هناك ،

* نستعمل إصطلاح الكمون في المنطقة (I) معدوم

$$\boxed{C_I = 0} \Leftarrow V_I = 0$$ (0,25)

* نستعمل خاصية إستمرار الكمون :

$$0 = -\sigma_1 R_1 \ln R_1 + C_{II} \Leftarrow V_I(R_1) = V_{II}(R_1)$$

$$\boxed{C_{II} = \sigma_1 R_1 \ln R_1}$$ (0,25)

وكذلك :

(0,25)

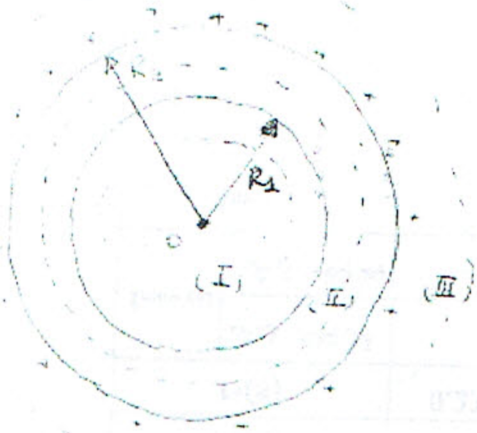
$$\boxed{C_{III} = \sigma_1 R_1 \ln R_1 + \sigma_2 R_2 \ln R_2} \Leftarrow V_{II}(R_2) = V_{III}(R_2)$$

5)- نجعل $\boxed{E_{III} = 0} \Rightarrow \sigma_1 R_1 + \sigma_2 R_2 = 0 \Rightarrow \boxed{\sigma_2 = -\frac{R_1}{R_2}\sigma_1}$

(0,5) (0,5)

التمرين 03 :-

1 _ عند التوازن يكون الناقل الكروي (S) عند كمون V ويحمل شحنة
Q موجبة فوق سطحه الخارجي فقط ؛ يكون الحقل الكهربائي داخل
الناقل $\vec{E}_{int} = \vec{0}$ لا يسمح بظهور شحنة فوق سطحه الداخلي
. بسبب خاصية استمرار الكمون الكهربائي



لدينا $V(0) = V = \dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \dfrac{1}{R_2}$

إذن : $\boxed{Q = 4\pi\varepsilon_0 R_2 \cdot V}$ (0,5)

إذن : $\boxed{C = 4\pi\varepsilon_0 R_2}$ (0,5)

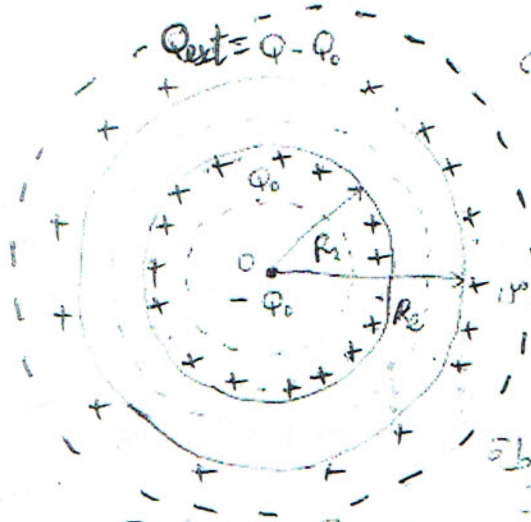
2 - الشحنة Q موزعة بانتظام على سطح الناقل (S) أي تملك تناظرا كرويا
إذن الحقل $\vec{E}$ هو قطري في كل مناطق الفضاء و يكتب من الشكل
(0,5) $\vec{E} = E(r)\,\vec{u}_r$ حيث $\vec{u}_r$ هو شعاع الواحدة القطري . سطح غوس
هو دائما عبارة عن كرة نصف قطرها r
وبما أنه لا توجد شحن في المنطقتين (I) و (II) فإننا نحصل على

$(r < R_1)$ $\boxed{\vec{E}_I = \vec{0}}$ (0,5) , $(R_1 < r < R_2)$ $\boxed{\vec{E}_{II} = \vec{0}}$ (0,5)

في المنطقة (III)

$$\iint_{(S)} \vec{E}\,\vec{dS} = E \cdot S = \frac{Q}{\varepsilon_0} = E \cdot 4\pi r^2$$

$$\boxed{\vec{E}_{III} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\,\vec{u}_r}$$ (0,5)



(0,25)

- يوجد تأثير كلي بين $-Q_0$ والسطح الداخلي للناقل (S) .

(0,25)

4 - بسبب التأثير الكلي بين $-Q_0$ والسطح الداخلي للناقل (S) تظهر شحنة Q_0 على سطح التجويف ، ولكي تبقى شحنة الناقل (S) محفوظة فإن السطح الخارجي يصبح يحمل شحنة $Q_{ext} = Q - Q_0$ (0,25)

$Q_{ext} > 0$ عندما $Q > +Q_0$ و $Q_{ext} < 0$ لما $Q < +Q_0$

5 - بما أن $-Q_0$ موضوعة في المركز O فإن Q_0 تكون موزعة بانتظام فوق السطح الداخلي لـ (S) وكذلك Q_{ext} . إذن الحقل $\vec{E}$ يبقى قطريا ويمكن تطبيق نظرية غوص كما هو في السؤال 2 (0,25)

$r < R_1$ - (I)

$$E_I \cdot S = \frac{-Q_0}{\varepsilon_0} \Rightarrow E_I = \frac{-Q_0}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

$$\boxed{\vec{E}_I = -\frac{Q_0}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{\vec{u}_r}{r^2}}$$ (0,25)

: $R_1 < r < R_2$ - (II)

$\boxed{\vec{E}_{II} = \vec{0}}$ لأن $Q_{int} = 0$. ($Q_{int} = -Q_0 + Q_0$)

(0,25)

: $r > R_2$ (III)

$$\oint\!\!\oint_{(S)} \vec{E} \cdot \vec{ds} = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0} = \frac{Q - Q_0}{\varepsilon_0}$$

$$\boxed{\vec{E}_{III} = \frac{Q - Q_0}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{\vec{u}_r}{r^2}}$$

(0,25)

- نحصل على مكثفة عندما تختفي خطوط الحقل خارج الكرة

أي $\vec{E}_{III} = \vec{0}$ ومنه $\boxed{Q_0 = Q}$ (1)

2017 / 2016

2017/05/24

السنة الاولى علوم المادة

امتحان في مقياس الفيزياء 2

التمرين الأول (12 نقطة): 1- مستوي لا منتهي يحمل كثافة شحنية سطحية منتظمة موجبة σ نأخذ المحور Oz عمودي عليه . باعتمادك على تناظر التوزيع الشحني ، وظف **نظرية غوس** للحصول على عبارة الحقل الكهربائي في كل مناطق الفضاء ثم ارسم منحنى الحقل E(z).

2- نعتبر الآن ثلاث مستويات (I) و(II) و(III) لا متناهية ومتوازية وعمودية على المحور Oz. المستوي (I) يوجد عند $z = a$ ويحمل كثافة شحنية 2σ والمستوي (II) يوجد عند $z = 0$ ويحمل كثافة شحنية σ- والمستوي (III) يوجد عند $z = -a$ ويحمل كثافة شحنية σ.

3,5 أ- احسب الحقل الكهربائي الناتج عن مجموع هذه التوزيعات الشحنية في كل مناطق الفضاء ثم ارسم منحنى الحقل E(z).

3,5 ب- استنتج الكمون الكهربائي في كل مناطق الفضاء. نأخذ كمون المستوي (II) الذي يقطع Oz في O يساوي V_0 .

1 ت- ارسم منحنى الكمون $V(z)$ لما : $V_0 = -10\ V$ و $\frac{\sigma}{\varepsilon_0} \cdot a = 5\ V$.

التمرين الثاني (8 نقاط): 1- ناقل كهربائي يوجد بداخله فراغ يمتد بين سطحين كرويين لهما نفس المركز O. نصف قطر السطح الداخلي هو R_1 ونصف قطر السطح الخارجي R_2 . يوضع هذا الناقل تحت كمون كهربائي موجب V_0 فنحصل على حالة التوازن الكهرساكن (V_0, Q_0).

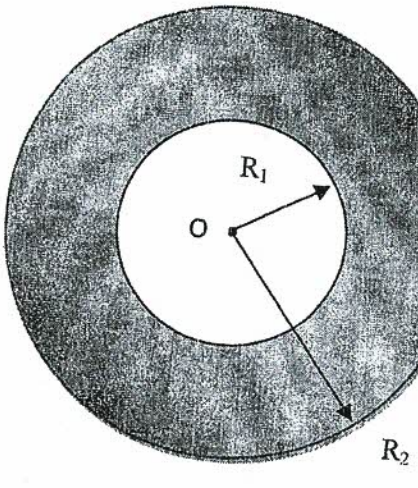
1,5 أ- صف حالة التوازن للناقل الكهربائي وبين أن الشحنة Q_0 تظهر فقط على السطح الخارجي وأن الكمون $V(O) = V_0$.

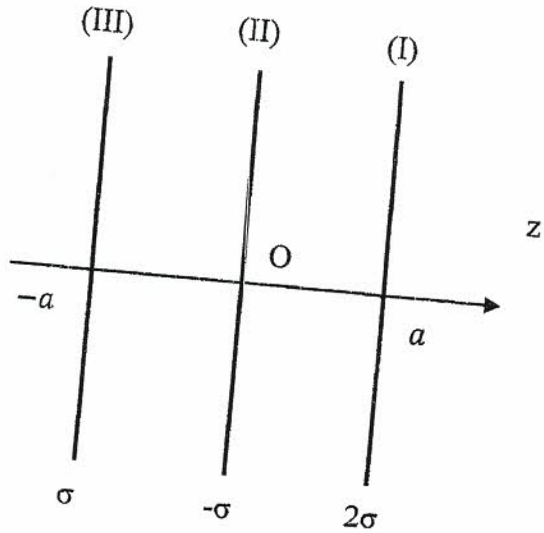
2 ب- احسب الشحنة Q_0 والكثافة الشحنية السطحية σ_0 والحقل الكهربائي خارج الناقل $(r>R_2)$ ثم تأكد من تحقق نظرية كولون.

2- ندخل عبر ثقب صغير إلى مركز الناقل الذي يوجد عند التوازن (V_0, Q_0) شحنة كهربائية نقطية موجبة Q ونثبتها في O.

1 أ- صف حالة التوازن الكهرساكن الجديدة للناقل.

3,5 ب- احسب الحقل والكمون الكهربائيين الجديدين في كل مناطق الفضاء.

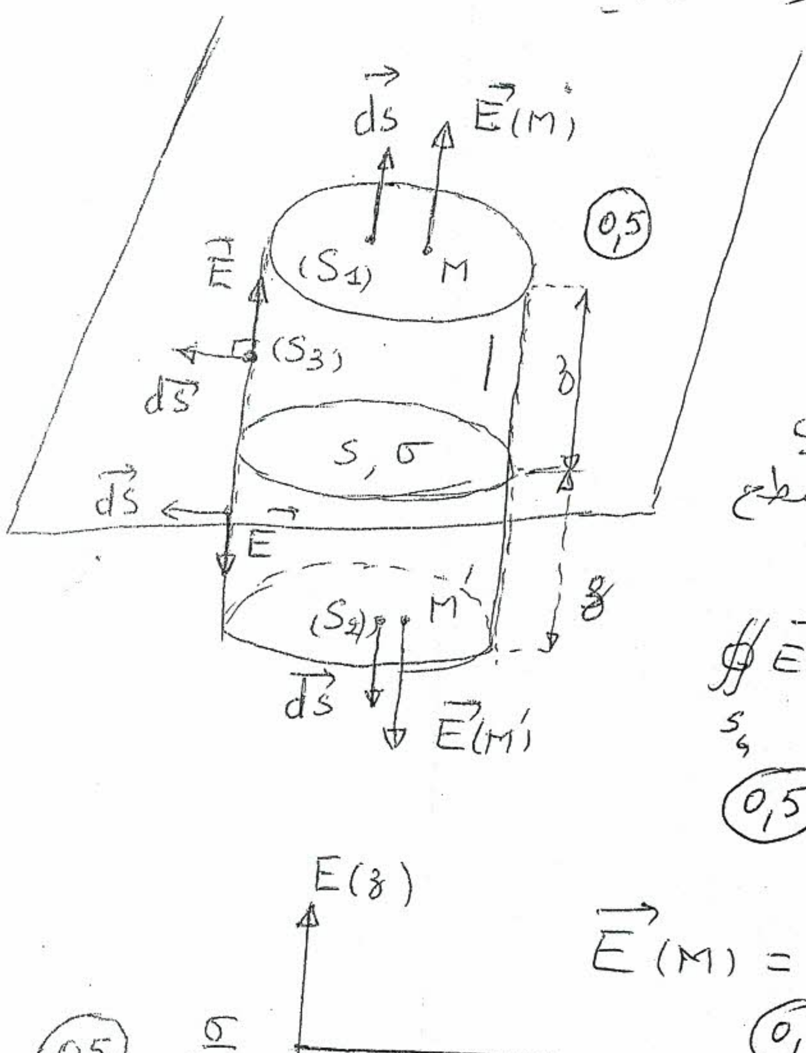




تصحيح امتحان الفيزياء 2 .

التمرين الأول: 1 - بما أن أي محور عمودي على المستوى المشحون هو محور تناظر ⇐ الحقل الكهربائي في أي نقطة $M(x,y,z)$ من الفضاء يكتب: $\vec{E}(M) = E(z).\vec{k}$ 0,5 . و بما أن المستوى المشحون هو مستوى تناظر ⇐ $\vec{E}(M) = -\vec{E}(M')$ 0,5 حيث M' مناظرة لـ M بالنسبة للمستوى

إذن يمكن تطبيق نظرية غوص لحساب الحقل الكهربائي $\vec{E}(M)$ باختيار سطح غوص عبارة عن أسطوانة (متوازي مستطيلات) طولها $2z$ ومقطعها S ومحورها موازي لـ $\vec{OZ}$ كما هو في الشكل:



$$S_G = S_1 + S_2 + S_3$$

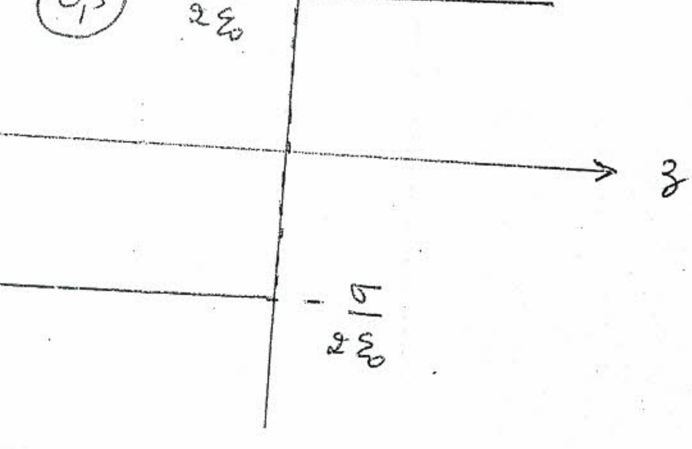
$$\oiint_{S_G} \vec{E}\,\vec{ds} = \iint_{S_1} \vec{E}.\vec{ds} + \iint_{S_2} \vec{E}.\vec{ds} + \iint_{S_3} \vec{E}\,\vec{ds} = 2S_1 E$$ 0,5 0,5

لأن $\vec{E}$ عمودي و ثابت على قاعدتي الأسطوانة S_1 و S_2 وموازي للسطح الجانبي S_3 و $S_1 = S_2$.

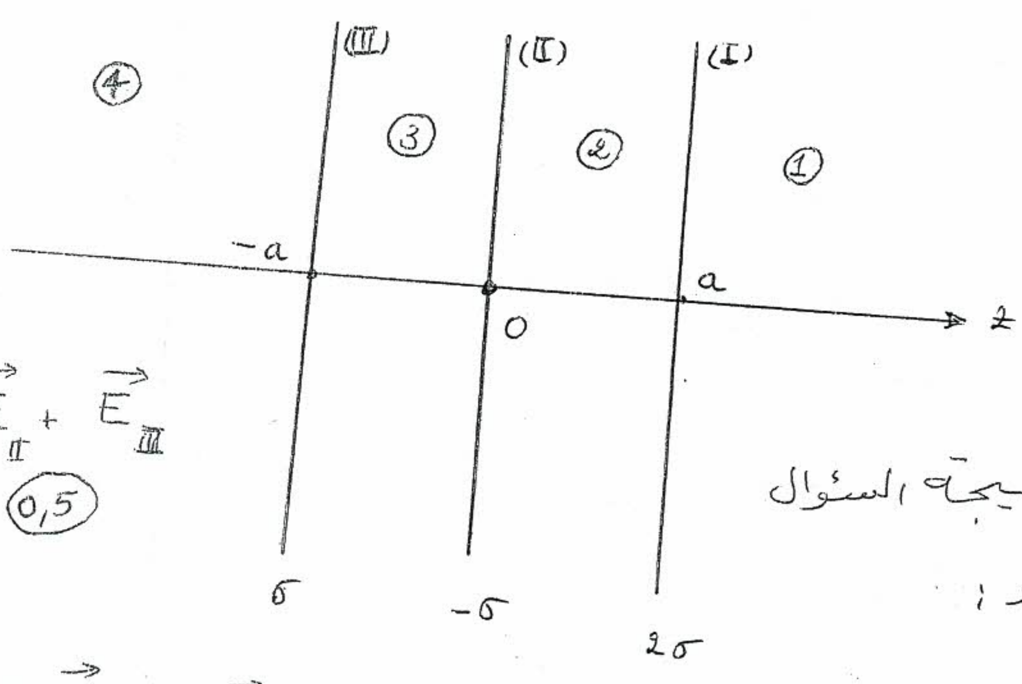
إذن: $\oiint_{S_G} \vec{E}\,\vec{ds} = 2S_1 E = \frac{\sigma . S}{\varepsilon_0}$

0,5 $\boxed{E(z) = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}}$ ⇐ $S_1 = S$

إذن: $\vec{E}(M) = \pm \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{k}$ 0,5 $\begin{cases} + : z > 0 \\ - : z < 0 \end{cases}$



(P - 2



$\vec{E} = \vec{E}_{I} + \vec{E}_{II} + \vec{E}_{III}$ (0,5)

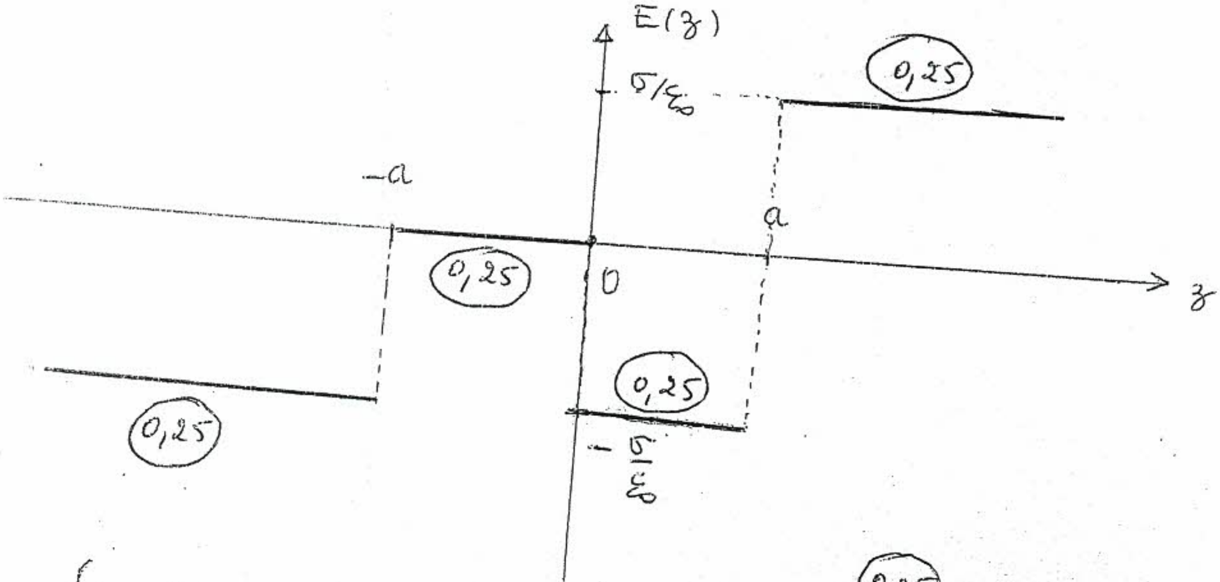
نطبق نتيجة السؤال 1 ونجد:

في المنطقة ① $(z > a)$: $\vec{E} = \frac{2\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{k} - \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{k} + \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{k} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\vec{k}$ (0,5)

في المنطقة ② $(0 < z < a)$: $\vec{E} = -\frac{2\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{k} - \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{k} + \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{k} = -\frac{\sigma}{\varepsilon_0}\vec{k}$ (0,5)

في المنطقة ③ $(-a < z < 0)$: $\vec{E} = -\frac{2\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{k} + \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{k} + \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{k} = \vec{0}$ (0,5)

في المنطقة ④ $(z < -a)$: $\vec{E} = -\frac{2\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{k} + \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{k} - \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{k} = -\frac{\sigma}{\varepsilon_0}\vec{k}$ (0,5)



ب -

$V(z) = -\int E(z)\,dz$ (0,25) $\Leftarrow E(z) = -\frac{dV}{dz} \Leftarrow \vec{E} = -\vec{grad}\,V$ (0,25)

في المنطقة ① : $V(z) = -\frac{\sigma}{\varepsilon_0}z + V_1$ (0,25) ، في المنطقة ② : $V(z) = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}z + V_2$ (0,25)

في المنطقة ③ : $V(z) = cte = V_3$ ، في المنطقة ④ : $V(z) = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}z + V_4$

خاصية إستمرار الكمون تعطينا :

② : $V(②) = V_0$ لما $z = 0$ $\Leftarrow \frac{\sigma}{\varepsilon_0} \times 0 + V_2 = V_0 \Leftarrow$ $\boxed{V(z) = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} z + V_0}$ (0,5)

③ : $V(③) = V_0 \Leftarrow V_3 = V_0$; $V(z) =$ $\boxed{V(z) = V_0}$ (0,5)

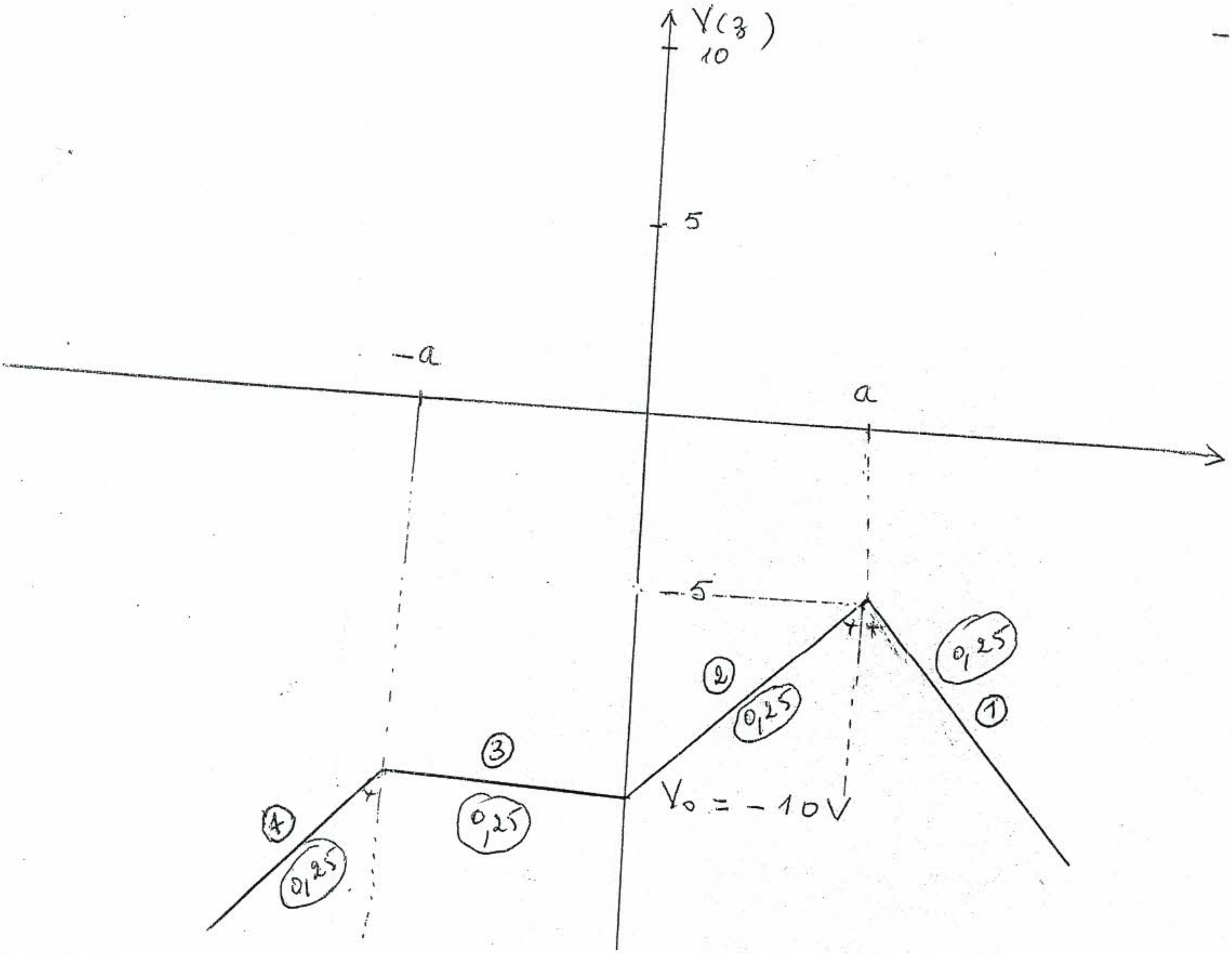
① : $V(①) = V(②)$ لما $z = a$ $\Leftarrow -\frac{\sigma}{\varepsilon_0} a + V_1 = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} a + V_0 \Leftarrow V_1 = 2\frac{\sigma}{\varepsilon_0} a + V_0$

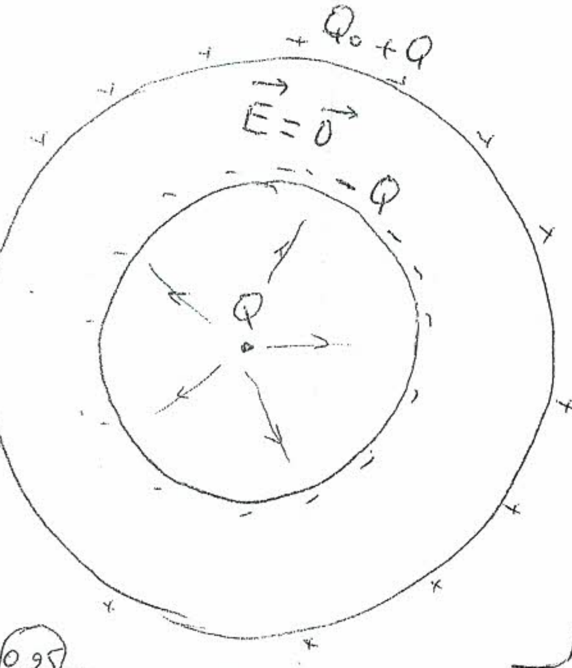
(0,5) $\boxed{V(z) = -\frac{\sigma}{\varepsilon_0} z + 2\frac{\sigma a}{\varepsilon_0} + V_0}$

④ : $V(④) = V(②)$ لما $z = -a$ $\Leftarrow -\frac{\sigma}{\varepsilon_0} a + V_4 = V_0 \Leftarrow V_4 = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} a + V_0$

$\boxed{V(z) = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} z + \frac{\sigma}{\varepsilon_0} a + V_0}$ (0,5)

ب -





أو ⇔

ب- 1- وضع شحنة Q في O
يحدث تأثير كلي بينها وبين (0,25)
السطح الداخلي للناقل ⇐ ظهور
شحنة $-Q$ على السطح
الداخلي (0,25). الشحنة على
السطح الخارجي تصير: $Q+Q_0$
$\vec{E}$ داخل الناقل يبقى معدوم، (0,25) $\vec{E}_{int}=\vec{0}$

$\vec{E}(M) = E(r).\vec{u}_r$ (0,25) ⇐ التوزيع الشحني الكلي له تناظر كروي ⇐
يمكن حساب $\vec{E}(M)$ بتطبيق نظرية غوس لما نأخذ في كل مرة
سطح غوس عبارة عن كرة مركزها O ونجد:

لما: $r>R_2$: $\vec{E} = \frac{Q+Q_0}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{\vec{u}_r}{r^2}$ (0,25) ، $r<R_1$: $\vec{E} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{1}{r^2}\cdot\vec{u}_r$ (0,25)

$R_1<r<R_2$ ⇐ (0,25) $\vec{E}=\vec{0}$

$\vec{E} = -\overrightarrow{grad}\, V$ ⇐ (0,25) $E(r) = -\frac{dV}{dr}$ ⇐ $\int dV = -\int E(r)\,dr$ (0,25)

لما $r>R_2$: $V(r) = \frac{Q+Q_0}{4\pi\varepsilon_0 r} + C_1$ (0,25) و $C_1=0$ لأن $V(\infty)=0$

$$\boxed{V(r) = \frac{Q+Q_0}{4\pi\varepsilon_0 r}}$$ (0,25)

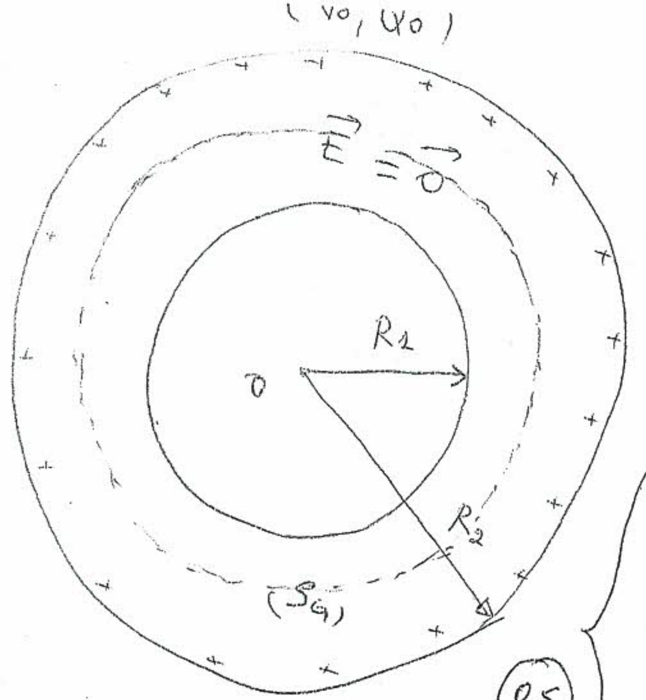
لما $R_1<r<R_2$: $\vec{E}=\vec{0}$ ⇐ $V = Cte = C_2$ (0,25) واستمرارية الكمون تؤدي إلى:

(0,25) $$\boxed{V = C_2 = \frac{Q+Q_0}{4\pi\varepsilon_0 R_2}} > V_0$$

لما $r<R_1$: $V(r) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{1}{r} + C_3$ (0,25)

$V(r=R_1) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{1}{R_1}+C_3 = \frac{Q+Q_0}{4\pi\varepsilon_0 R_2}$

و:



التمرين الثاني:

1-P- . كمون الناقل $V_0>0$

$\vec{E}=\vec{0}$ داخل الناقل (0,25)

. Q_0 موزعة على سطح الناقل (0,25)

أو

. Q_0 موزعة على السطح الخارجي فقط لأن وجود شحنة على السطح الداخلي يعني وجود خطوط للحقل تنطلق من السطح الداخلي وتنتهي عنده وهذا ممنوع. (0,5)

أو بطريقة أخرى: $\oint_{(S_G)} \vec{E}.\vec{ds} = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0} = 0$ حيث S_G يوجد داخل الناقل

و $\vec{E}$ داخل الناقل معدوم ⇐ $Q_{int}=0$ أي لا توجد شحنة على السطح الداخلي.

. داخل الناقل $V=V_0$ ، في الفراغ الداخلي $\vec{E}=\vec{0}$ ⇐ $V = cte$

وبما أن الكمون مستمر ⇐ $V(0) = V_0$ (0,5)

ب- $V(0)=\frac{Q_0}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{1}{R_2}=V_0 \Rightarrow Q_0 = 4\pi\varepsilon_0 R_2 V_0$ (0,5)

σ_0 موزعة بانتظام على السطح الخارجي لأن الانحناء ثابت.

$$Q_0=4\pi R_2^2\cdot\sigma_0 \Rightarrow \sigma_0 = \frac{\varepsilon_0 V_0}{R_2} \quad (0,5)$$

. بسبب التناظر الكروي لتوزيع الشحنة Q_0 فإن الحقل خارج الناقل يكتب: $\vec{E}(M)=E(r).\vec{u_r}$ ويمكن أن نطبق نظرية غوص

ونحصل على: $\vec{E}(r)=\frac{Q_0}{4\pi\varepsilon_0 r^2}.\vec{u_r}$ (0,5)

. لما $r \to R_2$ ⇐ $\vec{E}=\frac{Q_0}{4\pi\varepsilon_0 R_2^2}.\vec{u_r}$ ولما نعوض Q_0 نجد: $\vec{E}=\frac{\sigma_0}{\varepsilon_0}.\vec{u_r}$

⇐ نظرية كولون (0,5)

ونجد: $$C_3 = \frac{Q_0}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{1}{R_2} + \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \left[\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1}\right]$$

إذن: $$(0{,}5) \Rightarrow \boxed{V(r) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r} + \frac{Q_0}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{1}{R_2} + \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1}\right]}$$

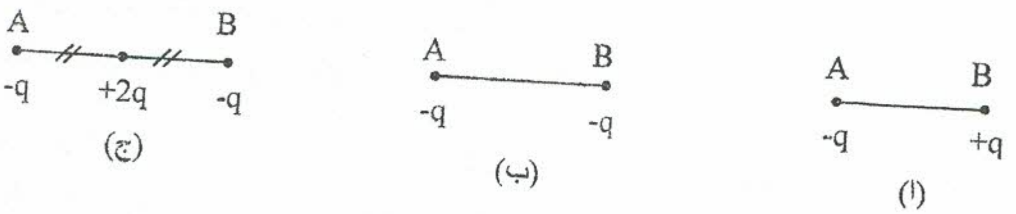
2018/2017

2018/05/21

السنة الأولى علوم المادة

امتحان في مقياس الفيزياء 2

التمرين الأول (08 نقاط):

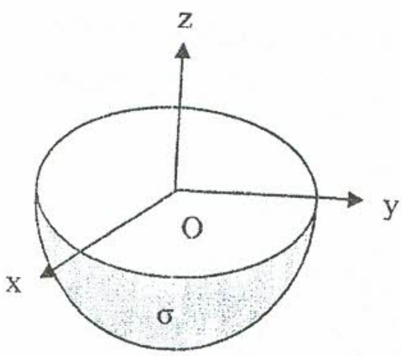


2

1- نعتبر التوزيعات الشحنية النقطية أعلاه :

أي التوزيعات تشكل ثنائي قطب كهربائي؟ ما هو عزم كل ثنائي قطب ؟ نضع شحنة Q+ على محور AB لكل توزيع، مثل القوة الكهربائية التي تؤثر فيها.

2- يشحن السطح الكروي لنصف كرة مركزها O ونصف قطرها R بكثافة شحنية سطحية منتظمة موجبة σ. اختر الإجابة الصحيحة لقيمة الحقل والكمون الكهرساكنين في O.

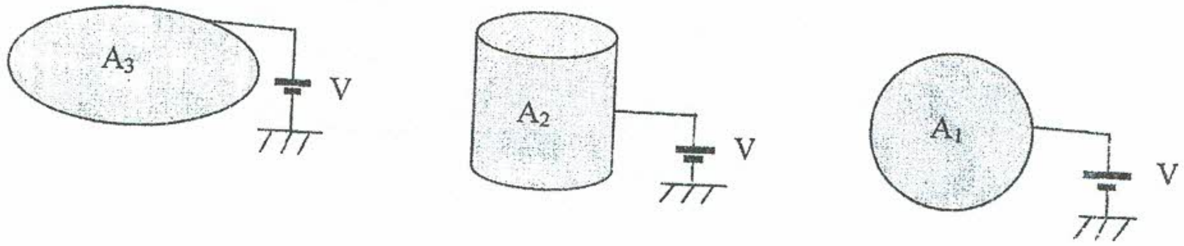


$V(O) = 0$, $V(O) = \sigma R/2\varepsilon_0$, $V(O) = \sigma/2\varepsilon_0$

$\overrightarrow{E(O)} = \frac{\sigma}{4\varepsilon_0}\vec{k}$, $\overrightarrow{E(O)} = \frac{\sigma}{4\varepsilon_0 R}\vec{k}$, $\overrightarrow{E(0)} = \vec{0}$

1

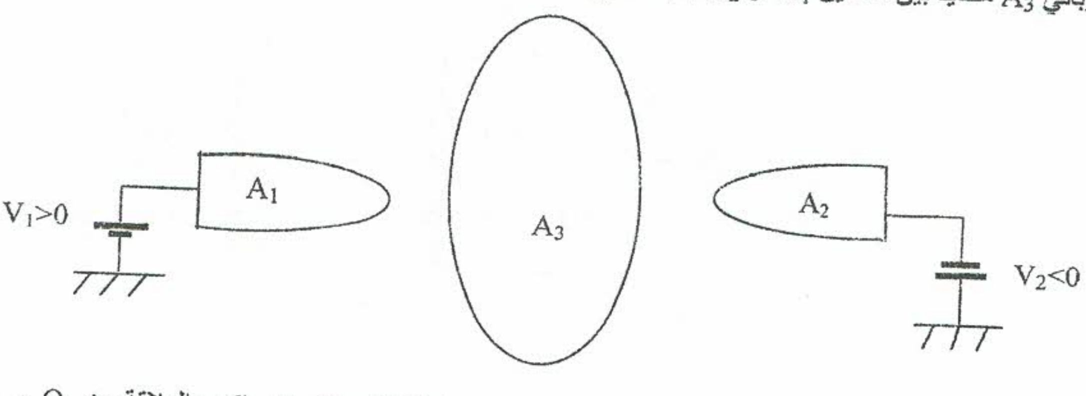
3- تشحن ثلاثة نواقل كهربائية معزولة بنفس الكمون الموجب V. A_1 ناقل كروي ، A_2 ناقل أسطواني و A_3 ناقل بيضوي.



2

كيف توزع الشحنة على كل ناقل ؟هل شحن النواقل الثلاثة متساوية ؟ لماذا؟

4- نضع ناقل كهربائي A_3 محايد بين الناقلين A_1 و A_2 بحيث يمنع التأثير المتبادل بينهما.



3

حدد طبيعة الشحنة التي تظهر على كل ناقل وارسم خطوط الحقل الناتجة عنها. رتب تنازليا الكمونات V_i . اكتب العلاقة بين Q_i و V_i.

التمرين الثاني (12 نقطة): I- سطحان كرويان (S_1) و (S_2) لهما نفس المركز O، يحملان على التوالي كثافة شحنية سطحية منتظمة σ_1 موجبة و σ_2 سالبة. نصف قطر (S_1) هو R_1 ونصف قطر (S_2) هو R_2 مع $R_1 < R_2$.

1 1- ما هي الشحنة التي يحملها كل سطح كروي ؟

3,5 2- أحسب الحقل والكمون الكهرساكنين في كل مناطق الفضاء.

1,5 3- أرسم خطوط الحقل الكهربائي في كل الفضاء.

II- ندخل ناقل كهربائي كروي ممتلئ نصف قطره R_1 داخل ناقل كروي آخر مجوف نصف قطره الداخلي R_2 $(R_2 > R_1)$ ونصف قطره الخارجي R_3 . الناقلان لهما نفس المركز O ومحايدان. نربط الناقل الداخلي بمولد كمونه V_1 (أنظر الشكل).

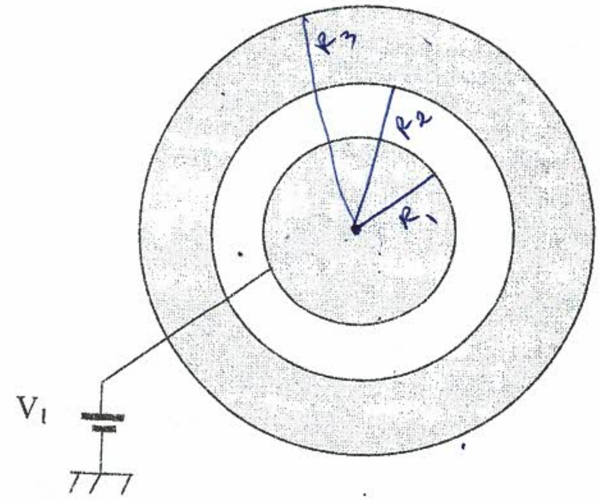
1,5 1- ما هي حالة التوازن الجديدة للناقلين؟

2 2- باستعمال النتائج السابقة أعط عبارات الحقل الكهربائي في كل مناطق الفضاء ومثل خطوطه .

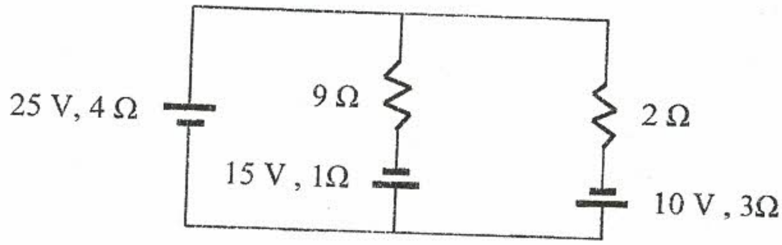
3- نربط الناقل الخارجي بالأرض

1 أ- أرسم خطوط الحقل الكهربائي لهذه الحالة.

1,5 ب- أحسب فرق الكمون بين الناقلين ثم أستنتج سعة المكثفة التي يشكلها الناقلان معا.



التمرين الثالث (04 نقاط): أوجد التيار الكهربائي الذي يمر في كل فرع من الدارة الكهربائية التالية.



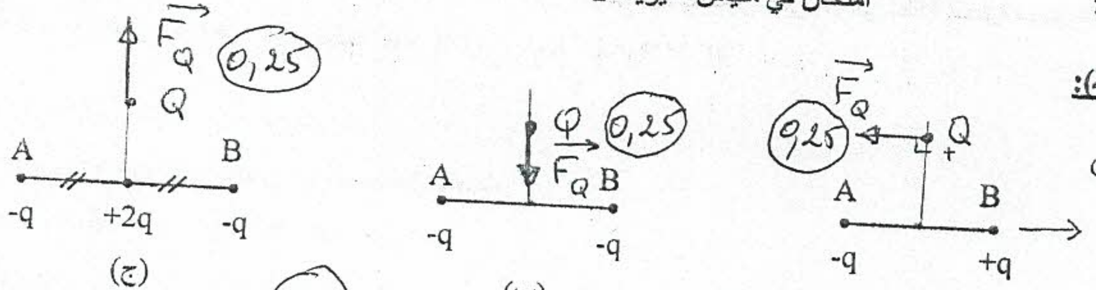
Boulaar

2018/05/21

السنة الأولى علوم المادة

امتحان في مقياس الفيزياء 2

التمرين الأول (08 نقاط):



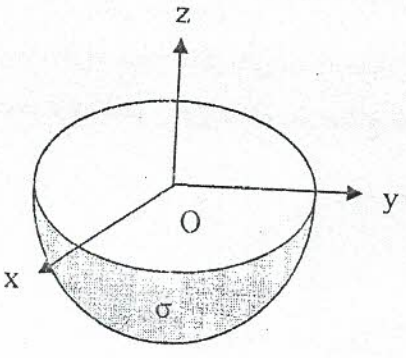
(0,25) ثنائي قطب $\vec{\mu} = q \cdot \vec{AB}$ (0,25)

(0,25) ليس ثنائي قطب (0,25) ثنائي قطب مضاعف (0,25) $\vec{\mu} = \vec{0}$

1- نعتبر التوزيعات الشحنية النقطية أعلاه :

أي التوزيعات تشكل ثنائي قطب كهربائي؟ ما هو عزم كل ثنائي قطب ؟ لنضع شحنة Q+ على محور AB لكل توزيع، مثل القوة الكهربائية التي تؤثر فيها.

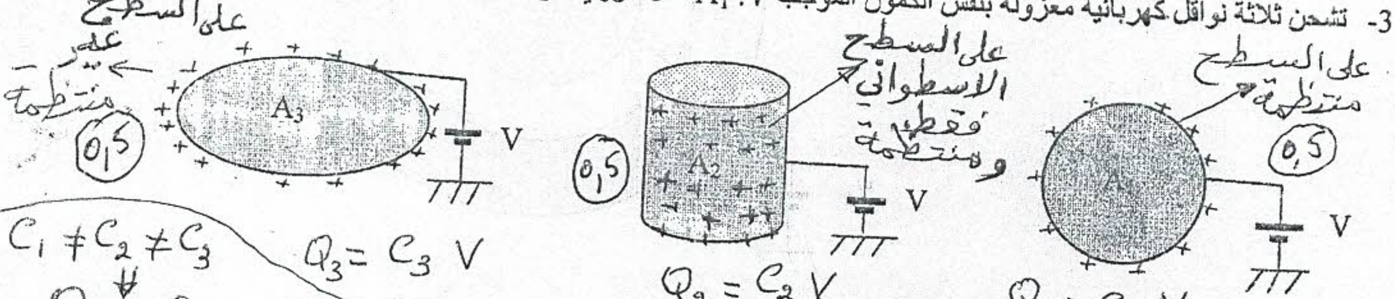
2- يشحن السطح الكروي لنصف كرة مركزها O ونصف قطرها R بكثافة شحنية سطحية منتظمة موجبة σ. اختر الإجابة الصحيحة لقيمة الحقل والكمون الكهرساكنين في O.



(0,5) $V(O) = 0$, $V(O) = \sigma R/2\varepsilon_0$ (0,5) , $V(O) = \sigma/2\varepsilon_0$

$\overrightarrow{E(O)} = \frac{\sigma}{4\varepsilon_0}\vec{k}$, $\overrightarrow{E(O)} = \frac{\sigma}{4\varepsilon_0 R}\vec{k}$, $\overrightarrow{E(0)} = \vec{0}$

3- تشحن ثلاثة نواقل كهربائية معزولة بنفس الكمون الموجب V. A_1 ناقل كروي ، A_2 ناقل أسطواني و A_3 ناقل بيضوي.



$C_1 \neq C_2 \neq C_3$ $Q_3 = C_3 V$

$\Downarrow$

$Q_1 \neq Q_2 \neq Q_3$ (0,5)

$Q_2 = C_2 V$ $Q_1 = C_1 V$

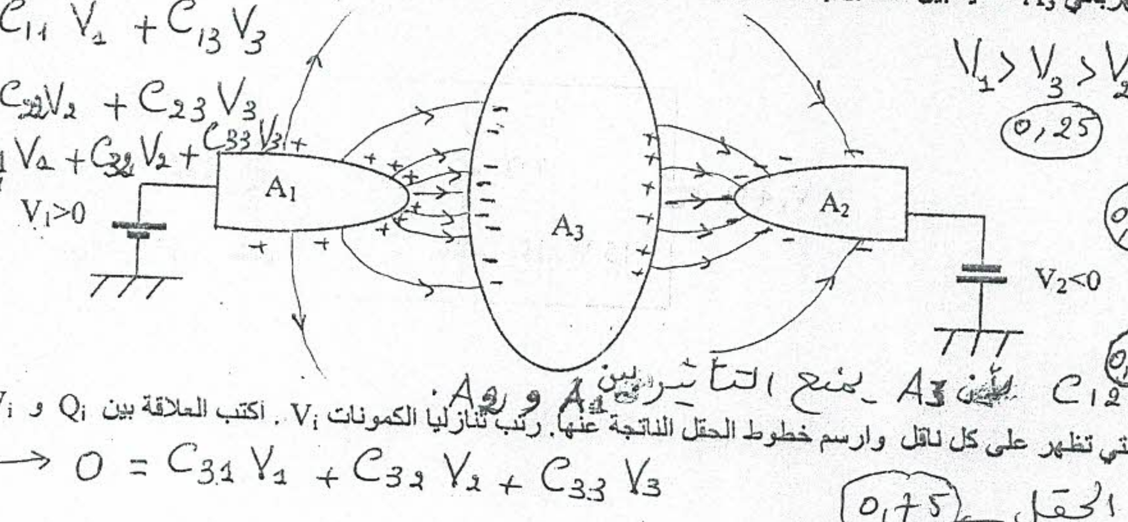
كيف توزع الشحنة على كل ناقل ؟هل شحن النواقل الثلاثة متساوية ؟ لماذا؟

4- نضع ناقل كهربائي A_3 محايد بين الناقلين A_1 و A_2 بحيث يمنع التأثير المتبادل بينهما.

$$\begin{cases} Q_1 = C_{11} V_1 + C_{13} V_3 \\ Q_2 = C_{22} V_2 + C_{23} V_3 \\ 0 = C_{31} V_1 + C_{32} V_2 + C_{33} V_3 \end{cases}$$

(0,75)

$V_1 > V_3 > V_2$ $\begin{cases} V_1 > V_3 \\ V_3 > V_2 \end{cases}$ (0,25)



(0,25) $Q_3 = 0$

$Q_1 > 0$

(0,25) $Q_2 < 0$

$C_{12} = C_{21} = 0$ لأن A_3 يمنع التأثير بين A_1 و A_2

حدد طبيعة الشحنة التي تظهر على كل ناقل وارسم خطوط الحقل الناتجة عنها. رتب تنازليا الكمونات V_i . أكتب العلاقة بين Q_i و V_i.

$0 = C_{31} V_1 + C_{32} V_2 + C_{33} V_3$

(0,75) خطوط الحقل

(0,75) تمثيل الشحنة على الشكل

التمرين الثاني : I .

1 - (0,5) $Q_1 = 4\pi R_1^2 . \sigma_1$ ، (0,5) $Q_2 = S_2 \sigma_2 = 4\pi R_2^2 \sigma_2$

2 - Q_1 و Q_2 موزعان بانتظام على (S_1) و (S_2) ⇐ تناظر كروي للتوزيعات الشحنية. في أي نقطة من الفضاء $\vec{E}(M) = E(r)\vec{u}_r$
حيث : r هو بعد M عن المركز O . لحساب $\vec{E}(M)$ يمكن استعمال نظرية غوس مع اختيار سطح غوس (S_G) عبارة عن سطح كروي مركزه O ونصف قطره r.

$$\oiint_{(S_G)} \vec{E}(r) . \vec{dS} = \iint_{(S_G)} E(r) . dS = E(r) . S_G = E(r) . 4\pi r^2 = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0}$$

$$(0,5) \longrightarrow \vec{E}(M) = \frac{Q_{int}}{4\pi\varepsilon_0 r^2} . \vec{u}_r$$

I - لما $r < R_1$: $Q_{int} = 0$ ⇐ (0,5) $\vec{E}_I(M) = \vec{0}$

II - $R_1 < r < R_2$: $Q_{int} = Q_1$ ⇐ (0,5) $\vec{E}_{II}(M) = \dfrac{Q_1}{4\pi\varepsilon_0 r^2} . \vec{u}_r$

III - $r > R_2$: $Q_{int} = Q_1 + Q_2$ ⇐ (0,5) $\vec{E}_{III}(M) = \dfrac{Q_1 + Q_2}{4\pi\varepsilon_0 r^2} . \vec{u}_r$

حساب الكمون : $\vec{E} = -\overrightarrow{grad}\, V$ ⇐ $dV = -E(r)\, dr$

أي $\int dV = -\int E(r)\, dr$

في المنطقة I : $V_I(r) = C_I$ في المنطقة II : $V_{II}(r) = \dfrac{Q_1}{4\pi\varepsilon_0 r} + C_{II}$

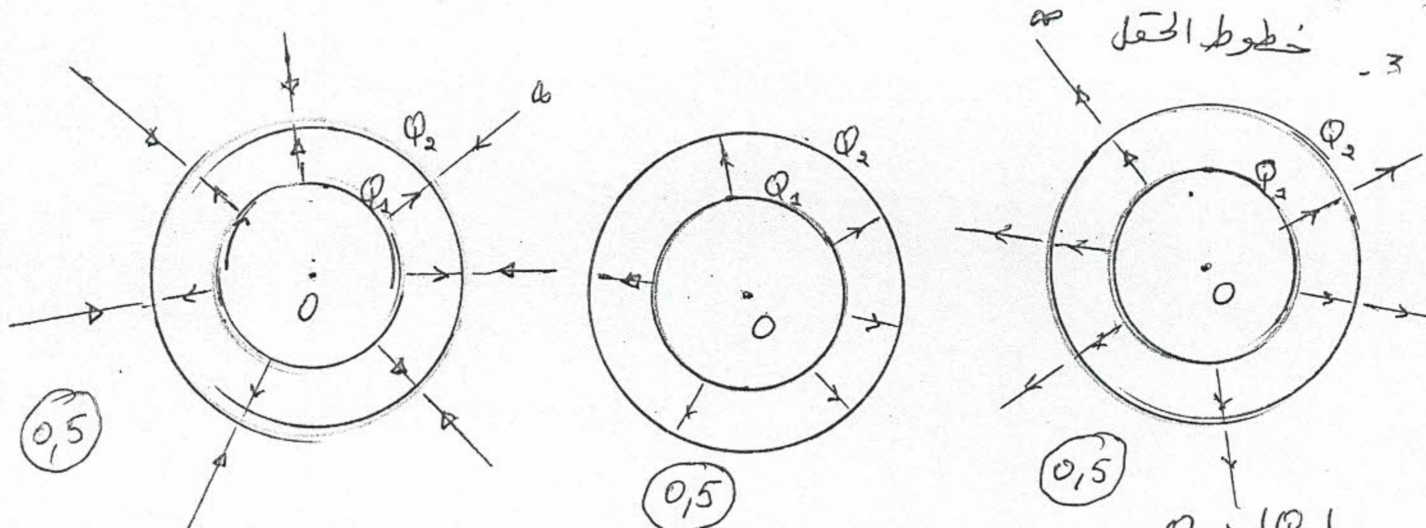
في المنطقة III : $V_{III}(r) = \dfrac{Q_1 + Q_2}{4\pi\varepsilon_0 r} + C_{III}$ (0,5) ، $V(\infty) = 0$ ⇐ $C_{III} = 0$

إذن : $V_{III}(r) = \dfrac{Q_1 + Q_2}{4\pi\varepsilon_0 r}$ و $V_{II}(r = R_2) = V_{III}(r = R_2)$ ⇐ $C_{II} = \dfrac{Q_2}{4\pi\varepsilon_0 R_2}$ (0,25)

أي : $V_{II}(r) = \dfrac{Q_1}{4\pi\varepsilon_0 r} + \dfrac{Q_2}{4\pi\varepsilon_0 R_2}$ (0,25) ، $V_I(r = R_1) = C_I = V_{II}(r = R_1)$ (0,25) ⇐

$$V_I(r) = \frac{Q_1}{4\pi\varepsilon_0 R_1} + \frac{Q_2}{4\pi\varepsilon_0 R_2} \quad (0,25)$$

3 - خطوط الحقل



(0,5) (0,5) (0,5)

$Q_1 < |Q_2|$

$Q_1 + Q_2 < 0$

$Q_1 = |Q_2|$

$Q_1 + Q_2 = 0$

$\vec{E}_{III}(r) = 0$

$Q_1 > |Q_2|$

$Q_1 + Q_2 > 0$

II - 1 - شحنة $+Q_1$ على الناقل الداخلي (تأثير كلي بين الناقلين)

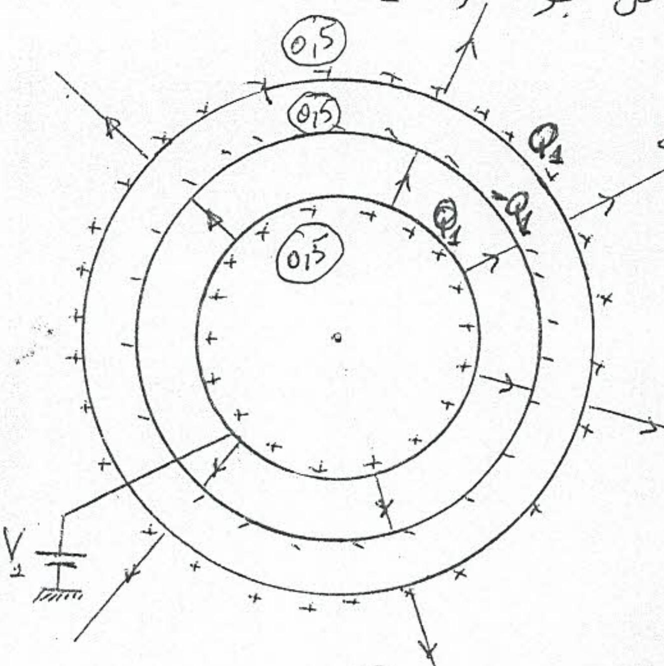
شحنة $-Q_1$ على السطح الداخلي للناقل المجوف

شحنة $+Q_1$ على السطح الخارجي. (1,5)

الناقلان لهما نفس المركز O (0,5)

⇓

جميع الشحن موزعة بانتظام على السطوح الكروية (0,5) (+0,5)



(0,5) خطوط الحقل

2 - تناظر التوزيعات الشحنية كروي

$$\vec{E}(r) = \frac{Q_{int}}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\,\vec{u}_r$$

$r < R_1$: $Q_{int} = 0 \Leftarrow$ (0,25) $\vec{E} = \vec{0}$

$R_1 < r < R_2$: (0,5) $\vec{E}(r) = \dfrac{Q_1}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\,\vec{u}_r$

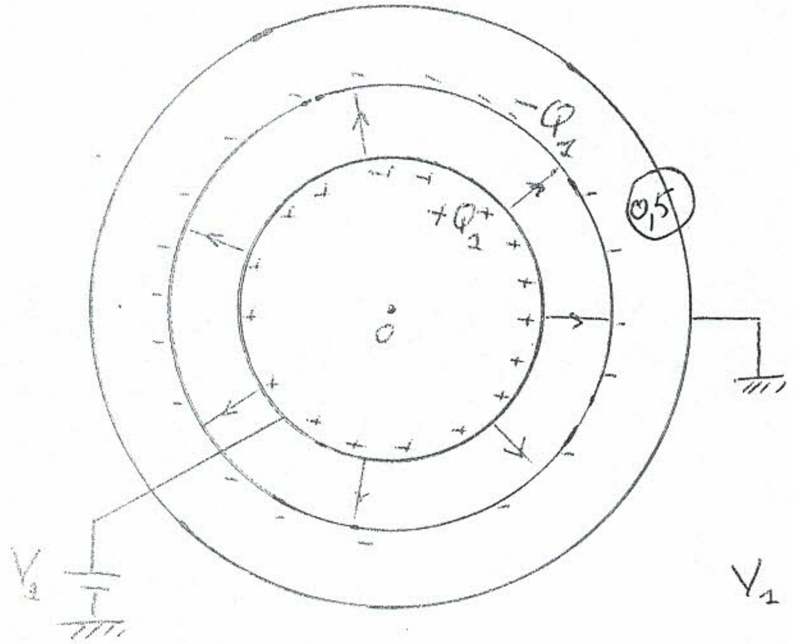
$R_2 < r < R_3$: (0,25) $\vec{E} = \vec{0}$

$r > R_3$: (0,5) $\vec{E}(r) = \dfrac{Q_1}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\,\vec{u}_r$

3 - a - نربط الناقل الخارجي بالأرض ⇐ كمون الناقل الخارجي : $V_2 = 0$.

⇓

لا توجد خطوط للحقل بينه و ∞ ⇐ لا توجد شحنة على السطح الخارجي للناقل ⇐ $\vec{E} = \vec{0}$ لما $r > R_3$ (0,25) (0,25)



$$E(r) = -\frac{dV}{dr}$$

$$\Downarrow$$

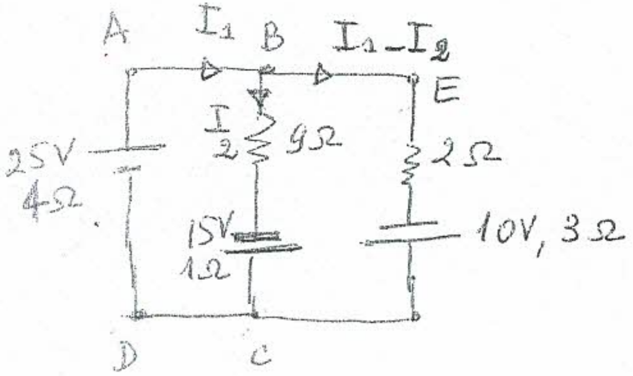
$$dV = -E(r)\,dr$$

$$\int_{V_2}^{V_1} dV = -\int_{R_2}^{R_1} E(r)\,dr$$

$$V_1 - V_2 = -\int_{R_1}^{R_2} \frac{Q_1}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\,dr \quad 0{,}5$$

$Q_1 = C\,\Delta V$ مع $\Delta V = V_1 - V_2 = \dfrac{Q_1}{4\pi\varepsilon_0}\left[\dfrac{1}{R_1} - \dfrac{1}{R_2}\right]$

(1) $C = 4\pi\varepsilon_0\, R_1 R_2 / R_2 - R_1$



التمرين الثالث:

في العروة ABCDA $\Leftarrow$

$$-25 + 4.I_1 + 9I_2 - 15 + I_2 = 0$$

$$4I_1 + 10I_2 = 40 \quad 0{,}5$$

في العروة ABECDA: $\Leftarrow$

$$-25 + 4I_1 + 2(I_1 - I_2)$$
$$-10 + 3(I_1 - I_2) = 0$$

أي: $9I_1 - 5I_2 = 35$ 0,5

$$I_1 = \frac{\begin{vmatrix} 40 & 10 \\ 35 & -5 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 4 & 10 \\ 9 & -5 \end{vmatrix}} = 5.A \quad (1)$$

$$I_2 = \frac{\begin{vmatrix} 4 & 40 \\ 9 & 35 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 4 & 10 \\ 9 & -5 \end{vmatrix}} = 2.A \quad (1)$$

$$I_1 - I_2 = 3A \quad (1)$$