المدرســـــــة العليـــــا للأساتـــــذة بالأغـــــــواط
Ecole Normale supérieure de Laghouat

مقرر:الكهرباء
الاثنين **05** سبتمبر 2021

شعبة: العلوم الدقيقة (السنة 1)
مدة الإمتـحان:**1** ساعة و **30** دقيقة

الإمتحــان الثاني في الكهرباء

ملاحظة: ممنوع استخدام القلم المصحح(effaceur ou correcteur)

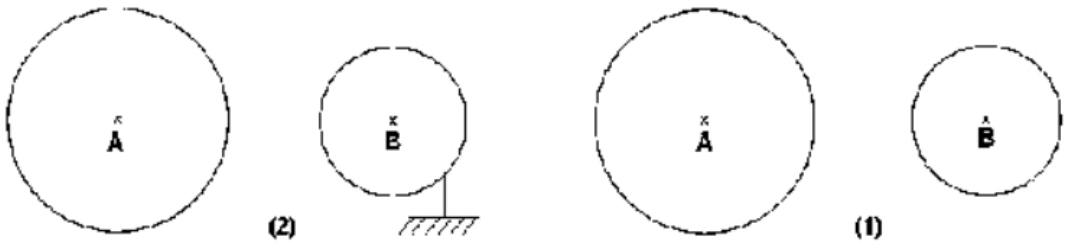
أسئلة نظرية:(04 نقاط) اجب على الأسئلة التالية باختصار

1. أذكر خصائص الناقل المتوازن.
2. اشرح مفهوم "قدرة السطوح الحادة"، اعط مثالا لاستخدام هذا المفهوم.
3. اذكر طرق الشحن و وضح ذلك برسم.
4. لدينا ناقلين: الأول متعادل و الثاني يحمل شحنة موجبة. في هذه الحالة، كيف يمكن شحن الناقل المتعادل بشحنة سالبة ؟

التمرين الأول:(04 نقاط)

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

- نقربهما من بعض (شكل1) ، حدد طبيعة التأثير و مثل الشحنات و خطوط الحقل للجملة.
- بعد ذلك نوصل الناقل (B) بالأرض (شكل 2)، مثل من جديد شحنات الناقلين و خطوط الحقل للجملة.
- نقطع التوصيل بالأرض، صف ما يحدث و أعد من جديد تمثيل الشحنات و خطوط الحقل، ماهي الحالة النهائية للناقل (B)



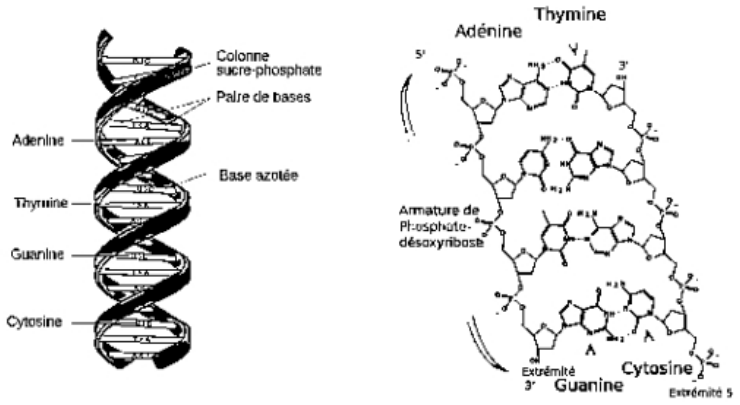
مسألة:12ن

ليكن خيط مستقيم لانهائي الطول، مشحون بشحنة خطية منتظمة سالبة $-\lambda$، هذا الخيط موجه باتجاه المحور Oz . نريد حساب الحقل و الكمون الكهربائيين الناتجين في نقطة M من الفضاء تبعد بسافة r عن محور الخيط.

1- أدرس تناظر المسألة.
2- اختر نظام الاحداثيات المناسب لدراسة هذه المسألة.
3- أوجد اتجاه الحقل الكهربائي E
4- باستعمال نظرية "غوص"، أوجد عبارة الحقل الكهربائي E(M) في كل نقطة M من الفضاء.
5- استنتج عبارة الكمون الكهربائي V(M) بدلالة r و λ.

6- جزيء الADN يمثل مثال حي عن خيط مشحون بشحنة منتظمة سالبة. على امتداد خيط الADN المزدوج، كل نيكليوتيدة تحمل ايون فوسفات سالب الشحنة $e = -1.6\times10^{-19}$ C–. الظواهر الالكتروستاتيكية تتحكم في العمليات البيولوجية الأساسية مثل التفاف ال ADN داخل الصبغيات.

باعتبار أن جزيء الADN هو خيط مستقيم. أحسب قيمة الكثافة الخطية λ مع العلم أن المسافة بين نيكليوتيدتين اثنين هي 0.34 nm. $(1nm=10^{-9}m)$



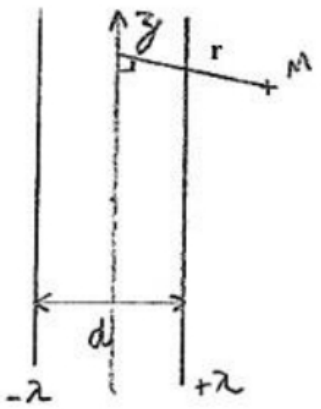
الشكل 3

7- أكتب عبارة القوة الكهربائية التي تؤثر على أيون موجب e+ ، يبعد بمسافة r عن محور الADN

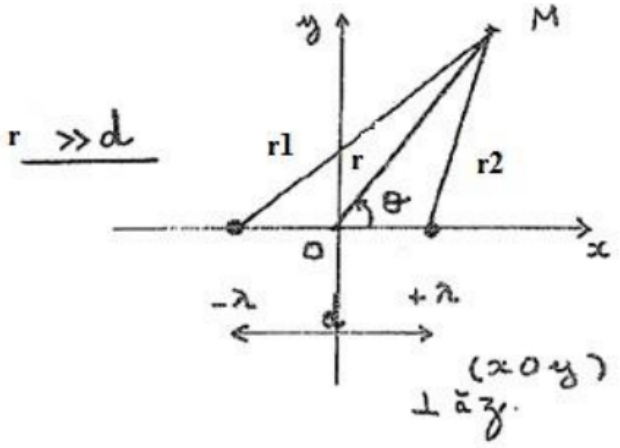
8- بداخل محلول بيولوجي، هذا الأيون يكون تحت تاثير تهيج (Agitation) سببه مجموع تصادمات جزيئات المحلول. هذا يترجم بقوة اتجاهها عشوائي عبر الزمن قيمتها 10^{-14} N. أحسب قيمة المسافة الحدية r_c التي من أجلها تكون قيمة طويلة القوة الكهربائية التي يؤثر بها جزيء الADN على هذا الأيون اكبر من طويلة القوة العشوائية الناتجة عن التصادمات.

9- نعتبر جملة مكونة من خيطين مستقيمين و متوازيين طولهما لا نهائي، مشحونين بشحنة خطية منتظمة. الخيطين موازيين للمحور Oz و بينهما مسافة d و مشحونين بكثافة خطية منتظمة $\lambda+$ و $\lambda-$ كما هو موضح في الشكل4.

باستعمال نتائج الجزء الأول(السؤال 6) من المسألة اكتب عبارة الكمون في النقطة M كما هو موضح في الشكل 4



الشكل 4



بالتوفيـــق ..أساتذة المادة

تصحيح الامتحان الثاني

الأسئلة النظرية:

1 - خواص الناقل المتوازن: (1 ن)

- الحقل الكهربائي داخل الناقل المتوازن معدوم: $\vec{E}(r) = \vec{0}$ (0,25)
- الناقل المتوازن سطحه تساوي كمون (0,25)

$\vec{E} = \vec{0} \Rightarrow V = cste$ = ثابت

- الكثافة الحجمية داخل الناقل معدومة أي الشحنة معدومة داخل الناقل الشحنة تتوزع على سطحه. (0,25)
- الحقل عمودي على سطح الناقل. (0,25)

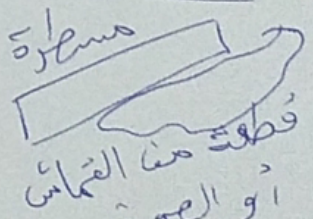
2 - قدرة السطوح الحادة: (1 ن)

عند طرف جزء حاد يكون الحقل الكهربائي كبيرا جدًا، وهذا لأن كثافة الشحنة تزداد كلما صغر السطح. (0,25)

يستخدم هذا المفهوم في مانعات الصواعق. (0,25)

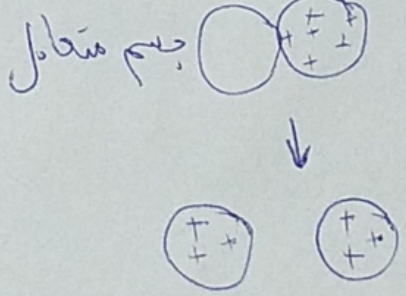
3 - طرق الشحن: (1 ن)

الشحن بالدلك: (0,25)



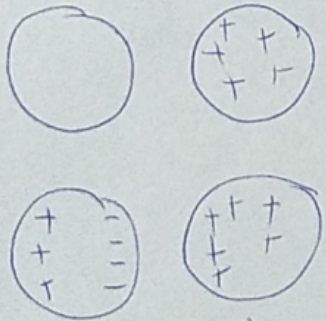
بدلك جسمان من مادتين مختلفتين فإن الإلكترونات تنتقل من أحدهما إلى الآخر.

الشحن بالتماس (0,25)



عند تلامس جسمين أحدهما مشحون فإن الشحنات تنتقل من أحدهما إلى الآخر.

الشحن بالتأثير (0,25)



عند تقريب جسم مشحون من آخر متعادل فإنه يجذب إليه الشحنات المعاكسة للشحنة.

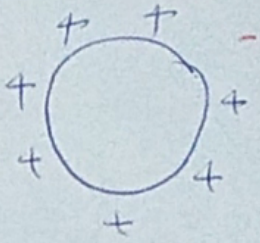
لكل رسم → (0,25)

يمكن الاكتفاء بالرسم أو الشرح.

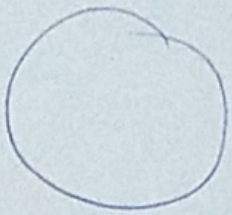
(1)

(هناك نصف نقطة زائدة Bonus)

-4

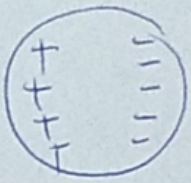


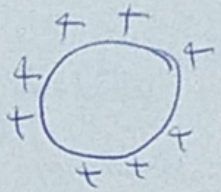
شحنة موجبة



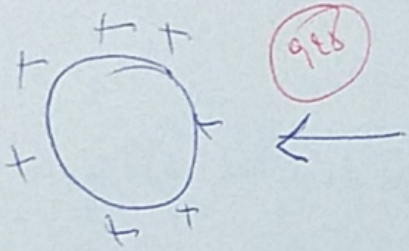
متعادل

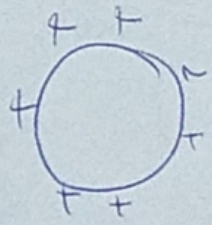
نقرب الناقلية ، يستقطب الناقل.

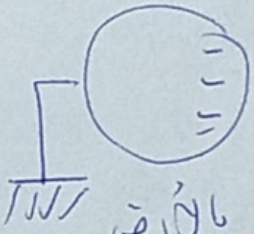




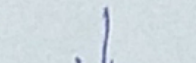
نفصل التوصيل بالأرض

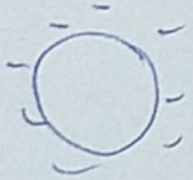


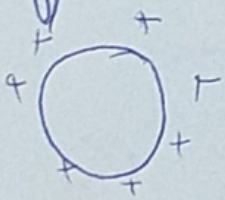


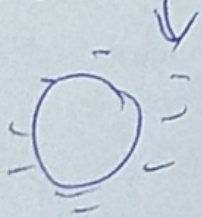


نفصل بالأرض



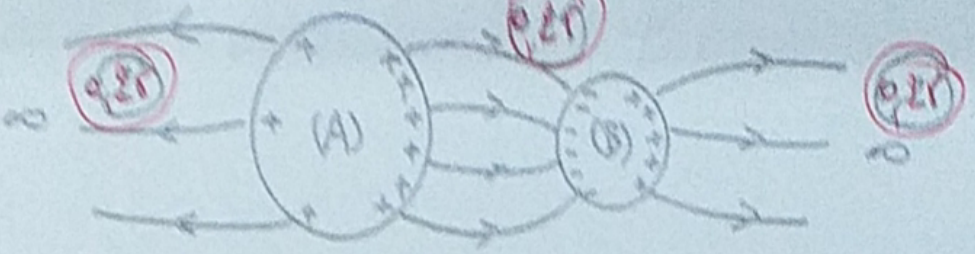




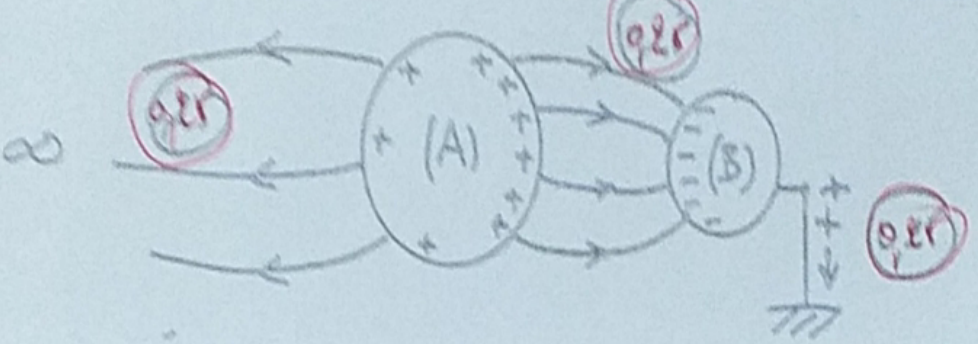


نبعد الناقل

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

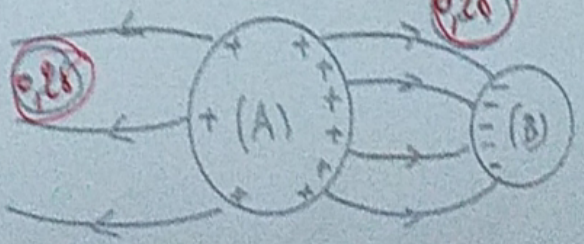


2)- عند توصيل (B) بالأرض، تنزل الشحنات الموجبة نحو الأرض ويصبح الكمون $V_B=0$ ، في حين تبقى الشحنات السالبة في الناقل.

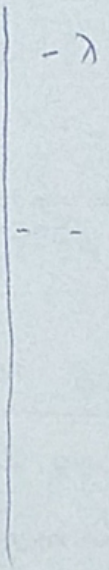


خطوط الحقل لا تخرج من (B) لأن كمونه يساوي كمون (∞)

3)- عند قطع التوصيل بالأرض لايتغير شيء بالنسبة للناقلين، غير أن الناقل (B) أصبح مشحوناً سالباً وهي طريقة لشحن النواقل تسمى الشحن بالتأثير الكهربائي والحالة النهائية لـ (B) هي: $V_B=0$ ، $Q_B<0$



المسألة:



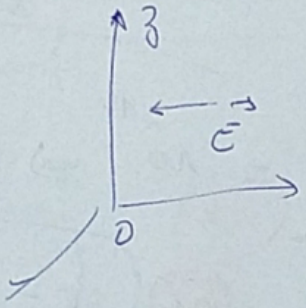
1) مناظر المسألة:

دراسة مناظر المسألة (1)

نجد أن الحقل الكهربائي يكون محمول على $\vec{r}$ أي عمودي على $\vec{oz}$ أي أنه في المستوى xOy.

2) الإحداثيات المناسبة: هي الإحداثيات الأسطوانية $(\vec{e_r}, \vec{e_\theta}, \vec{e_z})$. (1)

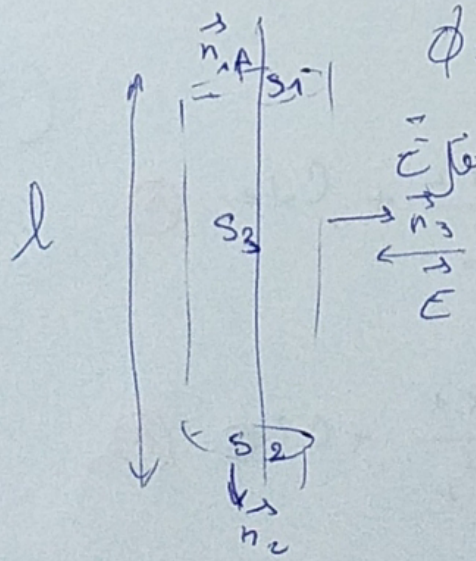
3) اتجاه الحقل الكهربائي يكون عمودي على $\vec{oz}$ ومحمول على $\vec{r}$ واتجاهه بما أن λ سالب نحو $\vec{oz}$ (1)



4)

$$\phi = \int \vec{E}.d\vec{S} = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0} \quad (1)$$

نختار سطح على أسطوانة محورها $\vec{oz}$ ونصف قطرها r.



$$\phi = \phi_1 + \phi_2 + \phi_3 \Rightarrow \phi_1 = \phi_2 = 0$$

لأن السطح S_1 ، S_3 موازيان لشعاع الحقل $\vec{E}$

$$E \cdot S = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0}$$

$$E \cdot 2\pi r \cdot \ell = \frac{-\lambda \cdot \ell}{\varepsilon_0}$$

$$\boxed{E = \frac{-\lambda}{2\pi r \varepsilon_0}} \quad (1)$$

$\vec{E} = -\overrightarrow{grad}\, V$ (1) →

$\frac{\partial V}{\partial r} = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon r}$ ⇒ $V = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon} \ln r + C$ (1)

$\lambda = \frac{\partial q}{\partial \ell} = \frac{-1{,}6 \cdot 10^{-19}}{0{,}34 \cdot 10^{-9}}$ (2)

$\lambda = -4{,}7 \cdot 10^{-10}\ C.m$ (0,5)

$\vec{F} = q \cdot \vec{C}$

$\vec{F} = e \cdot \frac{\lambda}{2\pi r \varepsilon} \vec{u_r}$ (1)

$\frac{e\lambda}{2\pi r \varepsilon} = 10^{-14}$ ⇒ $r = \frac{e \cdot \lambda}{2\pi\varepsilon \cdot 10^{-14}}$

$r = \frac{-eX}{2\pi\varepsilon \cdot 10^{-14}}$ (0,5)

$r = 0{,}135 \cdot 10^{-3}\ m = 135\ \mu m$ (0,5)

$V(H) = \frac{\lambda \ln r_1}{2\pi\varepsilon_0} - \frac{\lambda \ln r_2}{2\pi\varepsilon_0} + C^{te}$ (1)

$V(H) = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0} \ln \frac{r_1}{r_2} + C^{te}$ (1)