جامعة دمشق
كلية العلوم
قسم الفيزياء

سلم الامتحان النهائي لمقرر إلكترونيات 3
/ الفصل الأول/ 2025-2024

السنة الرابعة: فيزياء
مدة الامتحان: ساعتان
العلامة: 100
اسم الطالب:

السؤال الأول (25 درجة)

1) قبل حل المسألة: كم تساوي شحنة الديترون $Z_d = 1$، كم تساوي شحنة جسيم ألفا $Z_\alpha = 2$ ؟

2)

يمكن حساب الطاقة الحركية لجسيم $\alpha -$ الذي يتحرك بسرعة تساوي السرعة الابتدائية للديترون في الهواء $v_d^2 = v_\alpha^2$ من العلاقة:

$$\frac{T_d}{T_\alpha} = \frac{m_d \times v_d^2}{m_\alpha \times v_\alpha^2} = \frac{m_d}{m_\alpha} = \frac{2}{4} \Rightarrow 2T_\alpha = 4T_d$$

أي أن:

$$T_\alpha = 2T_d = 2 \times 20 = 40\ MeV$$

3) احسب المدى الخطي لجسيم $\alpha -$ في الهواء.

$$R_\alpha = \left(\frac{T_\alpha}{37{,}2}\right)^{1{,}8} = \left(\frac{40}{37{,}2}\right)^{1{,}8} \approx 1{,}14m$$

4) احسب المدى الخطي للديترون في الهواء

هناك تناسب عكسي بين المدى الخطي لجسيمين مشحونين مختلفين يتحركان في نفس الوسط مع مربع العدد الذري لهما:

$$\frac{R_d}{R_\alpha} = \frac{m_d}{m_\alpha} \times \left(\frac{Z_\alpha \times e}{Z_d \times e}\right)^2 = \frac{2}{4} \times \left(\frac{2}{1}\right)^2 = 2$$

أي أن:

$$R_d = 2R_\alpha = 2{,}28\ m$$

5) قارن بين نتيجة الحساب التي حصلت عليها في البندين 4 و 3، علل إجابتك؟

من المقارنة بين نتيجة الحساب في البندين 4 و 3، نلاحظ:

- ✓ أن المدى في الهواء للديترون ذي الطاقة الحركية $T_d = 20MeV$ أكبر من مدى جسيم $\alpha -$ ذي الطاقة $40MeV$،
- ✓ وذلك لأن شحنة جسيم ألفا أكبر بمرتين من شحنة الديترون $Z_\alpha = 2Z_d$
- ✓ مما يؤدي إلى أن التفاعل المؤين لجسيم ألفا مع الهواء يكون أشد مما هو للديترون ولذلك فمدى جسيم ألفا في الهواء يكون أصغر.

6) مدى جسيم ألفا في المستحلب النووي

$$T_\alpha\,(MeV) = \alpha \times \left(\frac{m_\alpha}{m_p}\right)^{1-n} \times Z^{2n} \times R_\alpha^n\,(\mu m)$$

حيث: $\alpha \approx 0{,}25$ و $n \approx 0{,}58$

$$R_\alpha^n\,(\mu m) = \frac{T_\alpha(MeV)}{\alpha \times \left(\frac{m_\alpha}{m_p}\right)^{1-n} \times Z^{2n}} = \frac{40\ MeV}{0{,}25 \times \left(\frac{4}{1}\right)^{1-0{,}58}} \approx 89{,}4\ \mu m$$

7) من المقارنة بين نتيجة الحساب في البندين 2 و 5، نلاحظ:

- ✓ أن مدى الجسيم ألفا – α ذو الطاقة $40MeV$، يكون من مرتبة المتر في الهواء ومن مرتبة المكرومتر في فلم مستحلب ضوئي،
- ✓ ويعود ذلك إلى أن كثافة المستحلب الضوئي أكبر من كثافة الهواء
- ✓ ولذلك فتفاعل التأين في المستحلب يكون أشد ولذلك فمدى جسيم ألفا في المستحلب يكون أصغر.

8) اقترح تصميم كاشف نووي لقياس المدى لجسيم ألفا المدروس، علل إجابتك.

فلم مستحلب ضوئي لأن الطاقة الحركية لجسيم ألفا كبيرة ومداه في الهواء من مرتبة المتر (ويحتاج لكاشف غازي أبعاده من مرتبة المتر) حينما مداه في المستحلب من مرتبة الملمتر.

السؤال الثاني (15 درجة)

1) تُعبر العلاقة $\frac{dT}{dx} \sim Z^2 \times n_e \times \varphi(v)$ عن فقد الطاقة النوعي المؤين لجسيم مشحون يتحرك في وسط مادي وتبين هذه العلاقة أن هذا الفقد يتعلق بثلاثة معلمات هي:

- ✓ مربع العدد الذري z^2 للجسيم المشحون،
- ✓ وتركيز الإلكترونات في الوسط n_e،
- ✓ وسرعة الجسيم المشحون في الوسط.

2) وفقًا للعلاقة $\frac{dT}{dx} \sim Z^2 \times n_e \times \varphi(v)$ فمن أجل جسيم مشحون معين (أي $z = const$) يتحرك وبنفس السرعة (أي $v = const$) في وسطين يختلفان بالعدد الذري (Z_1 و Z_2):

- ✓ فإن $\frac{dT}{dx}$ يتبع فقط لتركيز الإلكترونات في الوسط، أي أن $\frac{dT}{dx} \sim n_e$.
- ✓ من المعلوم أن تركيز الإلكترونات n_e في وسط مادي يتناسب مع العدد الذري Z لذرات الوسط ومع تركيزها n_{Nu} ويُعطى بالمساواة $n_e = Z \times n_{Nu}$.
- ✓ ولكن $n_{Nu} = const$ بالنسبة إلى جميع المواد،

✓ وفي هذه الحالة يتبع فقد الطاقة النوعي فقط للعدد الذري لذرات مادة الوسط أي: $\frac{dT}{dx} \sim Z$ ولذلك:

في الكربون $\left(\frac{dT}{dx}\right)_{Al} \sim Z_{Al} = 13$

وفي الرصاص $\left(\frac{dT}{dx}\right)_{Cd} \sim Z_{Cd} = 48$ ومنه :

$$\frac{\left(\frac{dT}{dx}\right)_{Cd}}{\left(\frac{dT}{dx}\right)_{Al}} = \frac{Z_{Cd}}{Z_{Al}} = \frac{48}{13} \approx 3{,}7$$

السؤال الثالث (15 درجة)

1)

في حجيرة التأين لا يحدث تضخيم للغاز وفيها معامل التضخيم $K = 1$

في العدادات التناسبية يحدث تضخيم للغاز وفيها معامل التضخيم $K = 10^3 - 10^4$

في عدادات غايغر موللر يحدث تضخيم للغاز وفيها معامل التضخيم $K = 10^{10}$

2) :

الزاوية المجسمة التي ترى منها نافذة العداد عند المنبع النقطي

ستيراديان $\Omega = \frac{S}{d^2} = \frac{1cm^2}{100cm^2} = 10^{-2}$

a) عدد الجسيمات الساقطة على نافذة الحجيرة

$$N = \frac{A}{\Omega} = \frac{10^7\ Bq}{10^{-2}} = 10^5\ \frac{\text{جسيم}}{s}$$

b) بفرض أن كفاءة الحجيرة هي ($\varepsilon = 90\ \%$) فاحسب معدل العد للحجيرة

$$\varepsilon = \frac{N'}{N} \Longrightarrow N' = \varepsilon \times N = \frac{90}{100} \times 10^5 = 9 \times 10^4\ \frac{\text{جسيم}}{s}$$

الشحنة الكهربائية المسجلة على المصعد الناجمة عن سقوط جسيم ألفا واحد في الحجيرة تساوي:

$q = 1{,}4 \times 10^5 \times e = 1{,}4 \times 10^3 \times 1{,}6 \times 10^{-19} \approx 2{,}3 \times 10^{-16}$ كولوم

c) الشحنة الكهربائية المسجلة على المصعد الناجمة عن سقوط N' جسيم ألفا تساوي:

$Q = q \times N' = 2{,}3 \times 10^{-16} \times 9 \times 10^4 = 20{,}7 \times 10^{-12}$ كولوم

d) القيمة القصوى لسعة النبضة V_{max}:

$$V_{max} = \frac{Q}{C} = \frac{20{,}7 \times 10^{-12}}{25 \times 10^{-12}\ F} \approx 0{,}83\ V$$

الكترونيات 3

4

السؤال الرابع (8 درجات)

1. ما هي دلالة طيف ارتفاع النبضات؟

يدل طيف ارتفاع النبضات على العدد التفاضلي dH/dN للنبضات المسجل بواسطة كاشف يعمل بالنمط النبضي بدلالة ارتفاع النبضات H

2. عدد أجزاء المطيافيه واذكر وظيفة كل جزء من هذه الأجزاء.

الكاشف الإشعاعي : ويحدث فيه تفاعل الإشعاع مع المادة الفعالة للكاشف

مضخم النبضات: ووظيفته تضخيم النبضات الكهربائية التي تم تسجيلها بواسطة الدارة RC

محلل النبضات ووظيفته تحليل النبضات الكهربائية (التي تم تسجيلها بواسطة الدارة RC) حسب ارتفاعها

شاشة لعرض طيف ارتفاع النبضات

3. بفرض أن مقدرة الفصل الطاقية لمطيافية غاما هي (12%) وبفرض أن طاقة الفوتونات غاما الواردة على الكاشف هي $E_\gamma = 1230keV$ المطلوب:

احسب عرض الخط الطيفي الذي تظهره المطيافية عند منتصف الارتفاع.

$$R = \frac{12}{100} = \frac{\Delta E_\gamma}{E_\gamma} = \frac{\Delta E_\gamma}{1230keV}$$

$$\Delta E_\gamma = R \times E_\gamma = 0{,}12 \times 1230keV = 147{,}6\ KeV$$

السؤال الخامس (12 درجة)

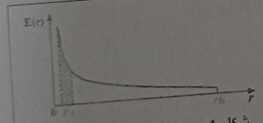
لدينا العلاقة $E = \frac{U_{AK}}{ln(r_A/r_K)} \cdot \frac{1}{r}$ المطلوب:

1. تصف هذه العلاقة العدادات الغازية الأسطوانية يتكون هذا العداد من مصعد على شكل سلك رفيع مشدود على محور الأسطوانة وتشكل الأسطوانة مهبط هذا العداد.

2. E هي شدة الحقل الكهربائي في عداد أسطواني و U_{AK} هوفرق الجهد بين المصعد وجدران الأنبوب (المهبط) و r_A هو نصف قطر السلك (المصعد) و r_K هو نصف قطر الأنبوب (المهبط) و r هي المسافة من محور الأنبوب (المصعد).

3. ماهي دلالة المنطقة الحرجة هي المساحة المجاورة مباشرة للمصعد (الخيط)، حيث تكون شدة المجال الكهربائي E أكبر من شدة الحقل الكهربائي E_{sec} التي من أجلها يصبح التأين الثانوي ممكنًا.

4. حدد المنطقة الحرجة على الشكل 1 واكتب الرمزين r_A و r_K بمكانهما على هذا الشكل.



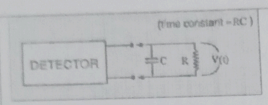
شكل 1

الكترونيات 3

5

السؤال السادس (15 درجة)

1. تتكون دارة الكاشف الذي يعمل بالنمط النبضي من دارة تفرعية RC موصولة على قطبي الكاشف، حيث C هي سعة المكثفة المكافئة للدارة بما فيها الكاشف، و R هي مقاومة الدخل.
2. ارسم مخطط دارة القياس لكاشف يعمل بالنمط النبضي
3. في هذا النمط بعد قياس فرق الجهد الناتج عن الدارة هو الأساس في عملية القياس.



دارة القياس لكاشف يعمل بالنمط النبضي

4. إذا كان لدينا نظام مطيافية، نستعمل كاشف يعمل بالنمط النبضي
5. قيمة الثابتة الزمنية المعتمدة في عدادات غايغر موللر ذات :

a) إطفاء الهالوجين هي: $(\tau = R.C = 10^{-5}\ s)$
وقيمة المقاومة اللازمة

$$R \approx 10^{-5}\ s \frac{1s}{10^{-11}} F = 10^{6}\Omega = 1\ \mathrm{M}\Omega$$

b) ذات الإطفاء الخارجي هي: $(\tau = R.C = 10^{-2}\ s)$
وقيمة المقاومة اللازمة

$$R \geq \frac{\tau}{C} = \frac{10^{-2}}{10^{-11}} = 10^{9}\Omega = 1\ G\Omega$$

c) في حالة معدلات العد المرتفعة يفضل استعمال:
عدادات الهالوجين لأن استعمال عدادات الإطفاء الخارجي محدود بتسجيل100 جسيم في الثانية.

السؤال السابع (10 درجة)

من المعلوم؛ أنه في في العدادات التناسبية تتشكل إلكترونات حرة:

1. الآلية الضوئية لتشكيل الإلكترونات الحرة
   - ✓ في حالة التصادم بين الإلكترونات وبين ذرات الغاز، في حالة التصادم بين الإلكترونات وبين ذرات الغاز، تتأين ذرات الغاز وتثار أيضًا.
   - ✓ تنتقل الذرة من الحالة المثارة إلى الحالة الأرضية وتصدر فوتون،
   - ✓ وهذا الفوتون عندما يصطدم بمهبط العداد، يمكن أن ينتج إلكترونًا ضوئيًا؛
2. عملية إخراج إلكترون حر من المهبط بواسطة أيون موجب

الكترونيات 2

6

- ✓ إذا كانت طاقة أيون موجب اقترب من القطب السالب أكبر من عمل إخراج الإلكترون من سطح المهبط،
- ✓ فإن الأيون يسحب إلكترونًا من المهبط، ويتحد هذا الإلكترون مع الأيون الموجب ويعطي ذرة غاز متعادلة.
- ✓ ولكن إذا كانت طاقة الأيون أكبر أو تساوي ضعف عمل إخراج الإلكترون، فيمكن عندئذٍ أن ينتزع الأيون الموجب إلكترونين من المهبط، أحدهما سيكون حرًا.

3. قمع عمل الآليات الثانوية للتأيين التي تحدث في العدادات التناسبية

- ✓ باستخدام معدن لمادة المهبط ذو عمل إخراج كبير
- ✓ واختيار خليط غازي مناسب يمتص الفوتونات المنبعثة من ذرات الغاز المثارة.
- ✓ بإضافة 15 – 5% من غاز متعدد الذرات (CO_2، CH_4) إلى غاز خامل (Ne، Ar) ،
- ✓ فإن جزيئات المادة المضافة تمتص الفوتونات المنبعثة من ذرات الغاز الخامل.

**********انتهت الأسئلة **********

دمشق 2025/2/2

أ.د. ماجدة نحيلي