



Faculté : Sciences exactes
Département : Physique

العلوم الدقيقة
الفيزياء

كلية:
قسم:

مسابقة الدخول لدكتوراه الطور الثالث، ل م د 2021/2020

Concours d'accès au doctorat 3^e cycle, LMD 2020/2021

Spécialité :	فيزياء أساسية / Physique Fondamentale	الاختصاص:
Variantes :	3	الخيار رقم:
Epreuve :	تفاعل مادة - إشعاع / Interaction Rayonnement- Matière	اختبار:
Durée :	ساعة و نصف	المعامل:
Date :	06/03/2021	التوقيت:
	المدة:	Coefficient :
	التاريخ:	Heure :
		01
		13:00

الإجابة النموذجية

1. أ) يمثل H^P مؤثر طاقة الجملة المادية الصرفة، وكأن الأضواء غير موجودة. ومعادلة قيمه الخاصة تعطى بالعلاقة

$$H^P |\psi^P\rangle = E^P |\psi^P\rangle$$

حيث E^P و $|\psi^P\rangle$ هما، على الترتيب، قيمه الخاصة وأشعته الخاصة.

ب) يمثل H^R مؤثر طاقة الإشعاع (الضوء) الصرف، وكأن المادة غير موجودة. ومعادلة قيمه الخاصة تعطى بالعلاقة

$$H^R |\psi^R\rangle = E^R |\psi^R\rangle$$

حيث E^R و $|\psi^R\rangle$ هما، على الترتيب، قيمه الخاصة وأشعته الخاصة.

ج) يمثل H^{PR} مؤثر الطاقة الممتزجة من الإشعاع (الضوء) والمادة.

2. القيم الخاصة والأشعة الخاصة للمؤثر $H_0 = H^P + H^R$ يظهران في معادلة قيمه الخاصة

$$(H^P + H^R) |\Phi^{PR}\rangle = E^{PR} |\Phi^{PR}\rangle$$

حيث $E^{PR} = E^P + E^R$ و $|\Phi^{PR}\rangle = |\psi^P\rangle |\psi^R\rangle$.

3. الدفع الخطي للشحنة في حقول الإشعاع يعطى بالعلاقة

$$\vec{P}_\alpha = \vec{p}_\alpha + \frac{q_\alpha}{c} \vec{A}(\vec{r}_\alpha, t)$$

أ) حيث \vec{P}_α هو الدفع الخطي الكلي للشحنة؛ وهو الدفع القانوني، يعني الذي يكتب $\vec{P}_\alpha = -i\hbar \nabla_\alpha$ و \vec{p}_α هو الدفع الخطي

الحركي، وتكتب طاقة الحركة بدلالته $E_C = p_\alpha^2 / 2m_\alpha$ و $\frac{q_\alpha}{c} \vec{A}(\vec{r}_\alpha, t)$ هو الدفع الخطي الكموني.

ب) وتحليل المؤثر $\left(\vec{P}_\alpha - \frac{q_\alpha}{c} \vec{A}\right)^2$ يتم كما نصف، لتكن دالة كيفية f ، فتحليل المؤثر يتم كما يلي

$$\left(\vec{P}_\alpha - \frac{q_\alpha}{c} \vec{A}\right)^2 f = \left(\vec{P}_\alpha - \frac{q_\alpha}{c} \vec{A}\right) \cdot \left(\vec{P}_\alpha - \frac{q_\alpha}{c} \vec{A}\right) f = \left(\vec{P}_\alpha - \frac{q_\alpha}{c} \vec{A}\right) \cdot \left(\vec{P}_\alpha f - \frac{q_\alpha}{c} \vec{A} f\right)$$

ومنه

$$\left(\vec{P}_\alpha - \frac{q_\alpha}{c} \vec{A}\right)^2 f = \left(\vec{P}_\alpha - \frac{q_\alpha}{c} \vec{A}\right) \cdot \left(\vec{P}_\alpha f - \frac{q_\alpha}{c} \vec{A} f\right) = \vec{P}_\alpha \cdot \left(\vec{P}_\alpha f - \frac{q_\alpha}{c} \vec{A} f\right) - \frac{q_\alpha}{c} \vec{A} \cdot \left(\vec{P}_\alpha f - \frac{q_\alpha}{c} \vec{A} f\right)$$

ومواصلة التحليل

$$\left(\vec{P}_\alpha - \frac{q_\alpha}{c} \vec{A}\right)^2 f = \vec{P}_\alpha \cdot (\vec{P}_\alpha f) - \frac{q_\alpha}{c} \vec{P}_\alpha \cdot (\vec{A} f) - \frac{q_\alpha}{c} \vec{A} \cdot (\vec{P}_\alpha f) + \frac{q_\alpha^2}{c^2} \vec{A} \cdot (\vec{A} f)$$

وتحليل الجزء $\vec{P}_\alpha \cdot (\vec{A} f)$ يقود للعلاقة

$$\vec{P}_\alpha \cdot (\vec{A} f) = (\vec{P}_\alpha \cdot \vec{A}) f + \vec{A} (\vec{P}_\alpha f)$$

وتعويض ذلك في العلاقة أعلاه يقود للنتيجة

$$\left(\vec{P}_\alpha - \frac{q_\alpha}{c} \vec{A}\right)^2 f = \vec{P}_\alpha \cdot (\vec{P}_\alpha f) - \frac{q_\alpha}{c} (\vec{P}_\alpha \cdot \vec{A}) f - \frac{q_\alpha}{c} \vec{A} \cdot (\vec{P}_\alpha f) - \frac{q_\alpha}{c} \vec{A} \cdot (\vec{P}_\alpha f) + \frac{q_\alpha^2}{c^2} \vec{A} \cdot (\vec{A} f)$$

وأخيرا النتيجة

$$\left(\vec{P}_\alpha - \frac{q_\alpha}{c} \vec{A}\right)^2 f = \vec{P}_\alpha \cdot (\vec{P}_\alpha f) - \frac{q_\alpha}{c} (\vec{P}_\alpha \cdot \vec{A}) f - 2 \frac{q_\alpha}{c} \vec{A} \cdot (\vec{P}_\alpha f) + \frac{q_\alpha^2}{c^2} \vec{A} \cdot (\vec{A} f)$$

وإذا استخدم مكيال كولوم، $\vec{\nabla} \cdot \vec{A} = 0$ فالحد $\vec{P}_\alpha \cdot \vec{A} = -i\hbar \vec{\nabla} \cdot \vec{A}$ معدوم، وهو المعمول به، لذلك النتيجة

$$\left(\vec{P}_\alpha - \frac{q_\alpha}{c} \vec{A}\right)^2 = \vec{P}_\alpha^2 - 2 \frac{q_\alpha}{c} \vec{A} \cdot \vec{P}_\alpha + \frac{q_\alpha^2}{c^2} A^2$$

4. إذا استخدم نظري الاضطراب في مسائل تأثير الإشعاع (الأضواء) على المادة يستخدم المؤثر H^{PR} كاضطراب V للمؤثر $H_0 = H^P + H^R$.