PHYS 4: الميكانيك الكمي

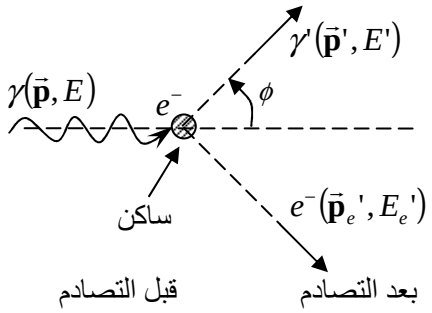
http://delenda.wordpress.com/teaching/phys4/

أعمال موجهة 1

تمرين 1:

أثبت باستخدام مبدأ انحفاظ كمية الحركة ($\vec{\mathbf{p}}$) و الطاقة الكلية E في تصادم Compton المرن ($e^- + \gamma \to e^- + \gamma$)، أن التغير في طول موجة الفوتون هو:

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \frac{h}{m_e c}(1 - \cos\phi)$$



حيث λ طول موجة الفوتون القادم و λ' طول موجة الفوتون المنكسر، و ϕ هي زاوية الإنكسار، c سرعة الضوء، و m_e كتلة الإلكترون.

تعطى علاقة Einstein: $E^2 = p^2c^2 + m^2c^4$ (p هي طويلة كمية الحركة).

ملاحظة: لاحظ أن طاقة الإلكترون *الساكن* هي $m_e c^2$، و أن طاقة الفوتون هي pc (أي أن $m_\gamma = 0$)، و حسب Plank نكتب كذلك: $E = h\nu = hc/\lambda$.

تمرين 2: نموذج بور للذرات

نموذج بور النصف كمومي يعتمد على مزيج من أفكار كلاسيكية و أفكار كمية.

- أكتب عبارة كلاسيكية للطاقة الكلية للإلكترون في ذرة الهيدروجين بدلالة r (نصف قطر المدار) و v (سرعته).
- باستخدام قانون نيوتن بين أن الطاقة الكلية تساوي نصف الطاقة الكامنة.
- باعتبار أن للإلكترون طول موجة $\lambda = h/p$، و أن محيط مداره من المضاعفات الصحيحة لطول الموجة، بين أن نصف قطر مدار الإلكترون مكمم (أوجد علاقة التكميم بدلالة a_0 نصف قطر بور)، ثم استنتج أن مستويات الطاقة في الذرة هي:

$$E_n = -\tfrac{1}{2}\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 a_0}\frac{1}{n^2} = -\frac{13.6}{n^2}eV .$$

تمرين 3:

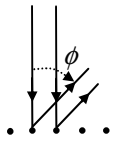
تعتبر ذرة البريليوم المشردة ثلاثيا (أي أن ثلاث إلكترونات تنتزع منها)، Be^{+3}، أنها تتصرف مثل ذرة الهيدروجين باستثناء كون النواة ذات أربع شحنات.

أ) أوجد طاقة التشرد لدى شاردة Be^{+3}.

ب) ماهي طاقة الفوتون الصادر عن Be^{+3} لدى انتقال الإلكترون من المستوى $n = 2$ إلى المستوى $n = 1$، و أوجد طول موجته.

تمرين 4:

إنطلاقا من قانون De-Broglie، أكتب علاقة لطول موجة إلكترون بدلالة طاقته الحركية E.



- تستخدم إلكترونات ذات طاقة حركية $54eV$ في تجربة إنعراج الأشعة عن بلورات النيكل. المسافة بين الذرات على السطح هي $D \sim 2.15\,\overset{0}{A}$. فسّر لماذا نشاهد إنعراج شديد بزاوية $\phi = 50^0$.
- الإلكترونات التي تنقل الكهرباء في النحاس لها طاقة حركية $7eV$. أحسب طول موجتها. بمقارنتها بالمسافة بين الذرات، قيّم أهمية الخصائص الموجية للإلكترونات الناقلة في النحاس {كثافة النحاس $\rho = 8.9\times10^3 kg.m^{-3}$، كتلة ذرة النحاس $m = 60\,uma$}.
- قدّر طول موجة جزيء الأكسجين في الهواء في درجة الحرارة الطبيعية (25^0). قارن هذا الطول الموجي مع المسافة المتوسطة بين الجزيئات في الهواء، و استنتج امكانية استخدام الميكانيك الكلاسيكي لوصف حركة الجزيئات في الهواء.

تذكير: الطاقة الحركية المتوسطة في التوازن الحراري: $\overline{E_c} = \frac{3}{2}k_B T$، k_B هو ثابت Boltzmann و T درجة الحرارة بالكالفن.

22.4 لتر من الهواء يحتوي على 1 مول من جزيئات الهواء. كتلة ذرة الأكسجين $16uma$.

تمرين 5:

أحسب الإرتياب في كمية حركة إلكترون محصور في علبة ذات أبعاد برتبة $a \sim 1\,fm$. استنتج عدم امكانية استقرار إلكترون داخل النواة.

www.HDstudy.do.am | Un site web spécial pour SM ; Sciences de la matière
Cours, TD, TP, Examens, Livres et plus | 1ère, 2ème et 3ème année