

PHYSQ 208 – Devoir 7 (jeudi 3 novembre)

1. Atome hydrogéoïde. Décrivez le spectre d'absorption visible, c.-à-d. énumérez les longueurs d'ondes entre 400 et 700 nm, et les valeurs de n correspondantes, pour

- (a) un atome d'hydrogène, dont $Z = 1$, et
- (b) un atome d'hélium ionisé He^+ , qui a $Z = 2$.

2. Masse réduite. Considérez l'hydrogène constitué d'un proton et d'un électron.

- (a) En suivant notre discussion sur la masse réduite μ , écrivez l'énergie cinétique totale $K = K_e + K_p$ en termes de μ , ω et r (avec $r = r_e + r_p$).
Indice: utilisez $m_e r_e = m_p r_p$, et obtenez $r_e = m_p r / (m_e + m_p)$, et l'analogue pour r_p .
- (b) Avec la 2^e loi de Newton pour l'électron, écrivez $F_e = ke^2/r^2$ en termes de μ , ω et r .
Indice: l'accélération centripète est $a_{cp} = \omega^2 r$.
- (c) Écrivez le moment cinétique total $L = L_e + L_p$ en termes de μ , ω et r . Rappel: $v = \omega r$.
- (d) Utilisez vos réponses en (b) et (c), et la quantification $L = n\hbar$ pour prouver que la formule $E_n = -\frac{E_R}{n^2}$ est encore valide et écrivez le nouveau E_R en termes de k , e , μ et \hbar .
Indice: trouvez une expression semblable au rayon de Bohr a_B , et notez ce qui change.

3. Spectre des rayons X. Pour les questions suivantes, remplacez Z par $Z - \delta$ et prenez $\delta \approx 1$.

- (a) Un rayon X de type K_α est émis d'un échantillon avec un énergie de 7.46 keV. De quel élément cet échantillon est-il constitué?
- (b) Quelle est l'énergie, la fréquence et la longueur d'onde d'un rayon X de type K_α émis d'un échantillon constitué de calcium?
- (c) Refaites la partie (b) pour le cobalt.

4. Ondes de de Broglie. Si un photon (masse zéro), un électron ($m_e c^2 = 511$ keV) et un proton ($m_p c^2 = 938$ MeV) ont chacun une énergie (cinétique) de 20.0 eV

- (a) quelles sont leurs longueurs d'onde? *Indice:* prenez $K = p^2/2m$ non-relativiste.
- (b) Même question, si chacun a une énergie cinétique de 600 MeV. Prenez le K relativiste.

5. Ondes de de Broglie. Quelle est la longueur d'onde d'un électron d'énergie cinétique

- (a) 40 eV?
- (b) 400 eV?
- (c) 4.0 keV?
- (d) 40 keV?
- (e) 0.40 MeV?
- (f) 4.0 MeV?
- (g) Laquelle, parmi ces énergies, est la plus appropriée pour l'étude du cristal de NaCl dont l'espacement des plans vaut 0.282 nm?