

## 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  $\text{He}^+$ , 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  $\mu$ , écrivez l'énergie cinétique totale  $K = K_e + K_p$  en termes de  $\mu$ ,  $\omega$  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<sup>e</sup> loi de Newton pour l'électron, écrivez  $F_e = ke^2/r^2$  en termes de  $\mu$ ,  $\omega$  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  $\mu$ ,  $\omega$  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  $k$ ,  $e$ ,  $\mu$  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  $K_\alpha$  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  $K_\alpha$  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?