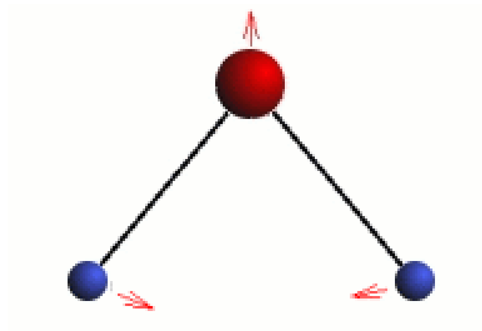
PHY2215 – HIVER 2009

Devoir #5 – Fonction de partition et distribution maxwellienne

(À rendre au cours du 24 mars, compte pour 5 points)

a) (1 point) Considérons une molécule d'eau. Elle peut vibrer selon différents modes, entre autres selon le mode de flexion illustré ci-contre. Comme la force de rappel est approximativement linéaire pour de faibles oscillations, on peut traiter le problème comme un oscillateur harmonique dont la fréquence de vibration $\nu = 4.8\times10^{13}$ Hz. À l'aide de la fonction de partition, calculez la probabilité que la molécule soit dans son état fondamentale et dans ses deux premiers niveaux excités à 300 K et 700 K. N'oubliez pas que l'énergie du niveau fondamental est $\frac{1}{2}h\nu$.



b) (2 points) Montrez que dans le cas de particules *ultra-relativistes* (i.e. allant à des vitesses très proches de *c*, la vitesse de la lumière), l'énergie cinétique est donnée par $E_{cin} \approx pc$ où $p = \gamma mv$ est la quantité de mouvement. Montrez que dans ce cas, l'énergie moyenne sera plutôt $\overline{E} = kT$ par degré de liberté. Pour y arriver, suivez le même cheminement que pour le théorème d'équipartition « classique ».

c) (2 points) Calculez la vitesse moyenne et la vitesse la plus probable dans une distribution de Maxwell de vitesses dans un gaz. Considérant que la vitesse de libération terrestre est d'environ 11 km/s et que la température de la haute atmosphère est de l'ordre de 1000 K, calculez l'ordre de grandeur de la probabilité pour qu'une molécule d'azote s'échappe de l'atmosphère si elle n'effectue aucune collision. Qu'en est-il de l'hydrogène et de l'hélium? Refaites les calculs pour ces trois gaz dans le cas de la lune, pour laquelle la vitesse de libération n'est que de 2.4 km/s.