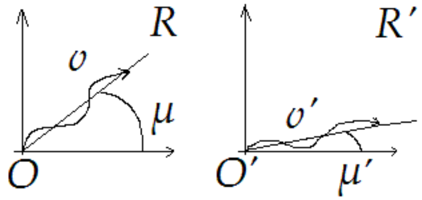
7. De la notion de fréquence électromagnétique en relativité restreinte

Lorsqu'il s'agit d'un photon diffusé selon un angle μ et une fréquence ν dans R, le nouvel angle μ' et la nouvelle fréquence ν' mesurés dans un nouveau référentiel R' observant le référentiel R se déplacer à vitesse Vo sur l'axe Ox', seront donnés (en remplaçant Uo par c pour la première équation, et en utilisant la théorie balistique de la lumière pour la seconde) comme:

$$\cos\mu' = \frac{\cos\mu + \frac{Vo}{c}}{1 + \cos\mu \frac{Vo}{c}}$$



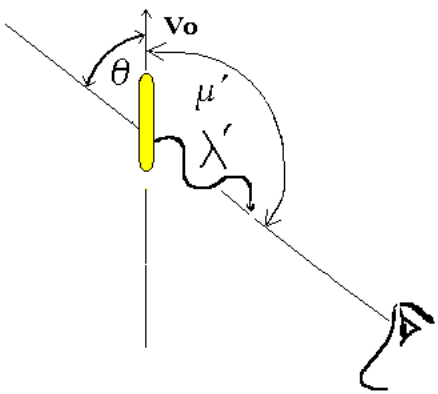
$$\nu' = \nu \frac{1 + \cos\mu \frac{Vo}{c}}{\sqrt{1 - \frac{Vo^2}{c^2}}}$$

Et, puisque $\lambda = \frac{c}{\nu}$ alors $\lambda' = \lambda \frac{\sqrt{1 - \frac{Vo^2}{c^2}}}{1 + \cos\mu \frac{Vo}{c}}$

Ainsi, si dans le référentiel émetteur R, le photon est émis perpendiculairement au mouvement de l'objet, on a un blue shift:

$$\lambda' = \lambda \sqrt{1 - \frac{Vo^2}{c^2}}$$

Si nous nous plaçons dans le référentiel R', c'est à dire dans le référentiel du récepteur, c'est à dire, aussi, de l'observateur, il apparait que l'intérêt de l'angle μ devient tout relatif, puisque cet angle correspond à ce que perçoit un observateur placé dans R (référentiel d'émission), alors que l'observateur est dans R', devant sa ligne de visée. Il est donc plus utile de donner l'équation en fonction de l'observateur, et en posant théta, l'angle effectif entre la direction du mobile et la ligne de visée. Ainsi, en utilisant la théorie ondulatoire de la lumière (et l'on remarquera qu'il n'y a pas de contradiction entre les théories ondulatoire - fréquence du photon calculée dans R'- et balistique - fréquence du photon calculée dans R) on a:



$$\nu' = \nu \frac{\sqrt{1 - \frac{Vo^2}{c^2}}}{1 - \cos\mu' \frac{Vo}{c}} \qquad \lambda' = \lambda \frac{1 - \cos\mu' \frac{Vo}{c}}{\sqrt{1 - \frac{Vo^2}{c^2}}}$$

et puisque cos (théta) = -cos μ' :

$$\nu' = \nu \frac{\sqrt{1 - \frac{Vo^2}{c^2}}}{1 + \cos\theta \frac{Vo}{c}} \qquad \lambda' = \lambda \frac{1 + \cos\theta \frac{Vo}{c}}{\sqrt{1 - \frac{Vo^2}{c^2}}}$$

1) Si le corps fuit l'observateur dans la visée: $\lambda' = \lambda \sqrt{\frac{1 + \frac{Vo}{c}}{1 - \frac{Vo}{c}}}$ red shif (décalage du spectre vers le rouge)

2) si le corps approche directement dans l'axe de visée: $\lambda' = \lambda \sqrt{\frac{1 - \frac{Vo}{c}}{1 + \frac{Vo}{c}}}$ blue shift (décalage vers le bleu)

3) si le corps se déplace transversalement dans la ligne de visée: $\lambda' = \frac{\lambda}{\sqrt{1 - \frac{Vo^2}{c^2}}}$ red shift.