**Université L’arbi Ben Mhidi OEB**

**Année universitaire 2022/2023**

**Examen : Relativité Restreinte**

 **3ème Année physique fondamentale**

**Documents, ordinateurs, téléphones sont interdits**

1. **Transformations de Lorentz, vitesse, énergie et impulsion :**
	1. Ecrivez les transformations des coordonnées $\left(ct,x,y,z\right)$ d’un évènement lors d’un passage d’un référentiel $R $à un référentielle $R^{'}$ se déplaçant à la vitesse $v=ve\_{x} $par rapport à $R.$
	2. Déduisez-en les trois transformations de composantes de vitesse $u$ d’un point matériel M lors d’un passage d’un référentiel $R $à un référentielle $R^{'}.$
	3. Précisez les cas limites intéressants$\left(v\ll c\right) $.
	4. Donnez la loi de transformation de l’intervalle de temps ds. Commentez $\left(ds<0, ds>0, ds=0 \right)$
	5. Rappelez la définition et l’expression du quadrivecteur vitesse $\overbar{U}$du point matériel M. Comment ses composantes se transforment-elles lorsqu’on passe de $R $à$R^{'} $? Que vaut la norme de $\overbar{U} $**?** Est-ce un invariant ?
	6. Rappelez la définition et l’expression du quadrivecteur accélération $\overbar{A}$du point matériel M. Calculer le produit scalaire $A^{α}U\_{α}$.Commentez.
	7. Rappelez la définition et l’expression du quadrivecteur énergie-impulsion $\overbar{P}$ du point matériel M. Retrouvez l’expression de ces composantes et calculez sa norme.
2. **Collision élastique, Effet Compton:**
	1. On appelle effet Compton l’interaction d’un photon (de masse $m= 0$) avec un électron de masse $m\_{e}$ initialement immobile, qui diffuse le photon dans une autre direction faisant un angle $θ$ avec sa direction initiale en mettant l’électron en mouvement. Nous allons relier la fréquence du photon diffusé à l’angle **θ**. Justifier le fait que : $P\_{1}+P\_{2}-P\_{1}^{'}=P\_{2}^{'}$
	2. En élevant cette relation au carré, en déduire que :

$$λ-λ^{'}=\frac{h}{m\_{e}c}\left(1-\cos(θ)\right)$$

1. **Formalisme tensoriel en relativité:**
	1. Exprimez le carré d’un quadri-vecteur $ω$ en formalisme tensoriel
	2. Soit la transformation correspondant à une rotation autour de l’axe $x^{3} $**:**

$$\left\{\begin{matrix}\left(x^{'}\right)^{1}=x^{1}\cos(θ+x^{2}\sin(θ))\\\left(x^{'}\right)^{2}=-x^{1}\sin(θ)+x^{2}\cos(θ)\end{matrix}\right.$$

Montrez que $T^{ij}=\left(\begin{matrix}\left(x^{2}\right)^{2}&-x^{1}x^{2}\\-x^{1}x^{2}&\left(x^{1}\right)^{2}\end{matrix}\right)$

Indication : un tenseur d’ordre 2 vérifie cette relation

$$T^{ij}\rightarrow T^{'}^{ij}=\frac{∂\left(x^{'}\right)^{i}}{∂x^{k}}\frac{∂\left(x^{'}\right)^{j}}{∂x^{l}}T^{kl}$$