**Titre** : cinématique relativiste

**Présentée par** : **Rapport écrit par** :

**Correcteur** : **Date** :

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Bibliographie de la leçon :** | | | |
| **Titre** | **Auteurs** | **Éditeur** | **Année** |
| [4] TD et cours de Laurent Le Guillou [https ://drive.google.com/drive/folders/1fzrRd6G9bKWK6XYqgRSXpLaN83p17Mzc](https://drive.google.com/drive/folders/1fzrRd6G9bKWK6XYqgRSXpLaN83p17Mzc) |  |  |  |
| [3]Relativité restreinte bases et applications | C Semay | Dunod | 2016 |
| [2]Cours relate ens  http://www.phys.ens.fr/cours/notes-de-cours/jmr/relativite.pdf |  |  |  |

|  |
| --- |
| **Plan détaillé** |
| On n’a pas le BFR I, mais on n’en a pas besoin de beaucoup de passages. On peut donc inclure des citations dans la fiche.  **Rq. Connaitre la définiton de la ligne d’univers :** trajectoire suivie dans l’espace temps par un object ponctuel.  Prerequis : calcul matricielle, energie et impulsion d’un photon.    **Rappels**  Utiliser slide de lecon cinematique pour illustrer les deux référentiels.  **Définition intervalle** : grandeur caracteristique d’un couple d’évennements séparés spatialement de deltax et temporellement de deltat dans un référentiel donné et définie par la formule….  Rq. Bien définir la signature pour le cours - + + + et s’y tenir. L’autre signature est équivalente.  **Temps propre** : variable temporelle associée à un objet matériel, dans le référentiel qui le suit dans son mouvement. Invariant relativiste.  Transformation de Lorentz speciale [3] p. 31 eq 2.28. (ou n’impote quelle reference autre comme les cours)    Espacetemps melange coordonées d’espace et de temps un point est definit par ct, x, y, z. On définit alors le 4-vecteur position. La somme de 2 4-vecteurs reste un 4 vecteur et le produit d’un 4vecteur par une constante reste un 4-vecteur. C’est bien un vecteur.  Important, les composantes d’un 4-vecteur se transforment quand on change de référentiel en suivant la transformation de Lorentz.    (pas la peinde d’expliquer la contraction à ce stade, juste donner la matrice et dire que c’est equivalent). ATTENTION À LA SIGNATURE !  La forme quadratique de l’intervalle nous fait penser à un produit scalaire entre 2 vecteurs a 4 cordonnées.  - Définir la pseudo norme avec s^2, tout comme la diferentielle ds^2.  - le pseudo produit scalaire (pas al peine de parler de la metrique de Milkowski)  Le produit scalaire de deux 4-vecteurs est un invariant relativiste !.  Expliquer pourqui pseudo (produit scalaire peut être négative !)  **À PARTIR DE MAINTENANT ON S’INTERESSE À UNE PARTICULE DE MASSE m**      Insiter que pour définir une vitesse il faut faire le rapport entre la variation de la position par rapport à un temps, mais comme le temps est relatif en relativité il faut trouver un temps invariant de Lorentz. D’où le fait qu’on utilise le temps propre associée à la particule ! La variation du 4-vecteur position peut être du à un observateur en mouvement par rapport à la particule.    [4-cours] **ATTENTION CE COURS UTILISE UNE AURTE SIGNATURE norme –c^2 pour nous.**  Introduire le 4-vecteur energie-impulsion en multipliant la 4-vitesse par m (p=mv en mecanique classique).  On retrouve pour les 3 composantes de position les 3 composantes de l’impulsion. Nottament, quand v<<c on retrouve gamma ~ 1 et donc la formulation classique de l’impulsion **p**.  Quen est-il de la composante P0 (première composante de la 4-energie-impulsion) ? On fait un DL pour v<<c    On retrouve alors l’expression de Ec/c. On admetra que cette composante est E/c. Ceci nous permet aussi d’introduire l’énergie de masse.  Que ce passe t’il quand la particule est immobile ?  La norme P^2 est alors E^2/c = gamma m\*c d’où E = mc^2. Énergie de masse ou énergie au repos de la paticule. **Lire [2] p. 118-119 pour avoir des notions sur cette énergie de masse**. C’est ici qu’on observe l’équivalence masse et énergie en relativité.  Si on fait la pseudo-norme de P^2 pour un cas général (pas dans le ref. ou la particule est au repos). On trouve :  P^2 = p^2 - E^2/c^2 = m^2\*gamma^2(v^2 – c^2) = -m^2\*c^2  D’où :  Rq. On peut aussi parler de l’énergie cinétique T = E-mc^2 si on veut (cf. [4] p. 9)  Pour le photon, le fait que v = c fait que la relation E/c = gamma\*m\*c soit indeterminée et oblige m = 0 car si non on aurait une ;energie infinie !. Or on ne sait pas ce que vaut E.  L’étude du rayonnement fait que on associe E photon = h\*nu.  La relation pour E^2 que nous avons établis plus tôt nous donne une forme pour p du photon ! p = E/c  La norme du 4-vecteur energie impulsion du photon est donc 0. (cf. [4] p. 9). L cas du photon est necessaire pour la partie suivante.    Ce exercise est posé dans la question 3.2 de [4-TD] p. 60-61. Suivre le problème mais pour les calcules (on utilise une signature différente) suivre : la feuille ci-dessous.  Lire [2] p. 122-123 pour les interprétations physiques.      La physique doit être invariante dans tous les référentiels. Ceci veut dire que la forme des équations ne doit pas dependre du référentiel.  Nottamment, un 4-vecteur ce transforme par transformé de Lorentz en un autre 4-vecteur. Donc une égalité de 4-vecteurs est invariante par transformée de Lorentz. Donc toute loi physique qui est exprimé comme une égalité de 4-vecteurs est invariante par changement de référentiel relativiste.  On cherche dans un premier temps une forme similaire au PFD mais avec l’utilisation des 4-vecteurs. On connait déjà le 4-vecteur energie impulsion d’un coté de l’’egalité. Ceci nous ammène le vecteur 4-force.  Pour que cette equaton ai un quelquconque intêret, il faut relier les composantes du 4-vecteur force à des valeurs mesurables et connues dans les problèmes physiques. Le but de cette leçon n’est pas de faire un inventaire des 4-vecteurs forces qui dependent des problèmes considérées, mais plutôt de évaluer les propriétés que doivent respecter les 4-vectceurs force.    La partie spatiale ce comprend des notes. Pour la partie temporelle remarquer que :    U.f = 0, en effet f = mdU/dtau, et U^2 = c^2 = cte !  Ceci implique l’égalité ci-dessus quand on écrit le produit scalaire U.f et on arrive à f0. Si on injecte dans l’équation on retrouve le TEC.  Rq. Ce developpement utilise sur l’energie :        Voir [3] p. 245, 252 et 297. |
|  |

|  |
| --- |
| **Questions posées par l’enseignant** |
| **Partie réservée au correcteur** |