

Exercice 1 *Composition de vitesses*

On se propose de déterminer la loi de composition des vitesses dans le cas relativiste. Considérez un référentiel \mathcal{R}_1 se déplaçant suivant l'axe x avec la vitesse v_0 dans le référentiel du laboratoire \mathcal{R}_0 . Dans \mathcal{R}_1 considérez alors une particule se déplaçant à vitesse v_1 suivant x . Quelle est la vitesse de la particule par rapport à \mathcal{R}_0 ?

Exercice 2 *Référentiel du centre de masse I*

Considérons deux particules (de même masse) se déplaçant dans la même direction avec les vitesses v_1 et $v_2 > v_1$ par rapport à un référentiel \mathcal{R} . À quelle vitesse v le référentiel \mathcal{R}' doit-il se déplacer par rapport à \mathcal{R} pour que la condition $v'_1 + v'_2 = 0$ soit satisfaite? Quelle est la valeur de v'_1 ? Considérez les cas relativiste et non-relativiste.

Exercice 3 *Angle d'inclinaison*

La trajectoire d'une particule se déplaçant à vitesse constante est inclinée avec un angle θ par rapport à l'axe x . Calculez l'angle d'inclinaison θ' dans le système de référence qui se déplace avec une vitesse v le long de l'axe x .

Exercice 4 *Référentiel du centre de masse II*

Considérons deux particules (de même masse) ayant la même vitesse v . L'angle entre les trajectoires des particules est θ . Trouvez un système de référence dans lequel $\mathbf{v}'_1 + \mathbf{v}'_2 = 0$.

Exercice 5 *Paradoxe de l'échelle et de la grange*

Jean peut courir à la vitesse de $0.8c$. Il porte sur ses épaules une échelle horizontale de 10m de long et aimerait traverser une grange. Paul est au repos devant la grange qui fait exactement 10m de long et dont les deux extrémités comportent des portes ouvertes qu'il peut fermer simultanément.

Pour Paul, l'échelle de Jean est plus courte. Paul peut donc fermer, puis rouvrir instantanément les portes de la grange lorsque Jean est dedans, sans coincer l'échelle.

Pour Jean, c'est la grange qui est plus courte et Paul ne pourra pas fermer les portes simultanément sans coincer l'échelle.

Résolver le paradoxe!

Exercice 6 *Electron dans un condensateur*

Considérons un condensateur à plaques parallèles ayant une charge totale Q et $-Q$. Une charge $q > 0$ ($q \ll Q$) avec une vitesse initiale \mathbf{v}_0 ($v_0 \ll c$) se détache de la plaque à charge

positive. En raison du champ électrique présent entre les plaques, la charge est accélérée vers l'autre plaque.

- i) Quelle est la puissance totale rayonnée par la charge lors de son passage à travers le condensateur?
- ii) En faisant le bilan d'énergie, discuter sous quelles conditions le résultat du point précédent est une bonne approximation.
- iii) Dans quelle direction le rayonnement est maximale? (Discuter qualitativement).