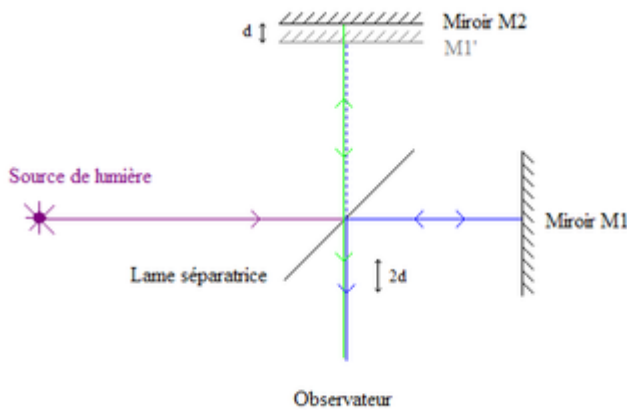


Michelson et Morley ont cherché à mettre en évidence la différence de vitesse de la lumière entre deux directions perpendiculaires et à deux périodes espacées de 6 mois, et concluent que cette différence était inférieure à ce que le dispositif permettait de mesurer (l'effet attendu étant environ 4 fois supérieur à la précision du dispositif).

L'interprétation de ce résultat a conduit les physiciens à mettre en doute l'existence de l'éther (qui était le support matériel des vibrations d'une onde électromagnétique comme la lumière) ou tout au moins de son mouvement. Cela montrait aussi que la vitesse de la lumière était la même dans toutes les directions jusqu'au deuxième ordre en (v/c) , qui était la précision de l'expérience.

On construit l'appareil de telle sorte que les miroirs M1 et M2 soient à égale distance, D , de la lame séparatrice. Alors, si la Terre est immobile par rapport à l'éther, les deux trajets dans les deux directions perpendiculaires sont égaux (même distance parcourue, même durée de trajet).

Si, en revanche, la Terre est en mouvement par rapport à l'éther, à la vitesse v dans une direction (vers M1 par exemple), alors les deux trajets ne sont pas faits à la même vitesse, et la distance parcourue n'est pas la même dans les deux directions :



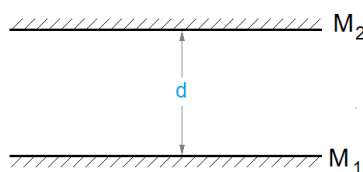
Il semblerait que **par rapport à n'importe quel corps**, n'importe quel système matériel, quel que soit son mouvement dans l'Univers, **la lumière** provenant de n'importe quelle source (donc se propageant dans n'importe quelle direction) **se propage toujours à la vitesse $C = 3,00 \times 10^5 \text{ km.s}^{-1}$** .

Einstein pose alors comme postulat :

La vitesse de la lumière dans le vide est la même dans tous les référentiels, elle ne dépend pas de la vitesse de la source : $c = 2,997927 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

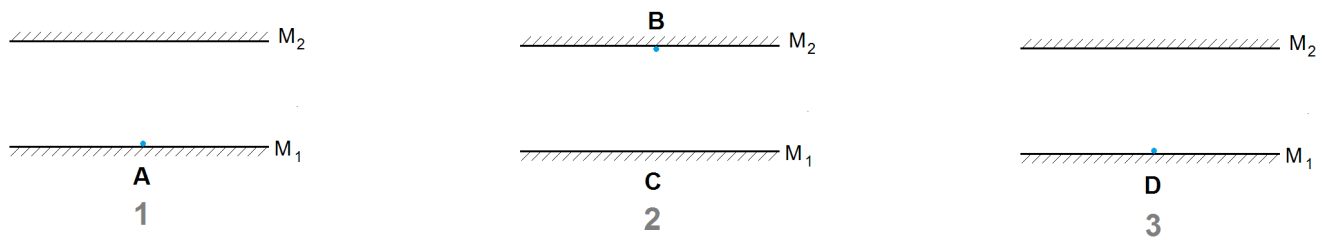
Relativité restreinte : Dilatation des durées - Temps propre

1. Énoncer le postulat d'Einstein à propos de la vitesse de la lumière dans le vide. (2ème postulat)
2. Quelle est la vitesse de l'horloge H mesurée dans le référentiel R par l'observatrice O ?
3. Quelle est la vitesse de l'observateur O' par rapport au référentiel R' de la fusée ?
4. Quelle est la vitesse de l'horloge H' mesurée dans le référentiel R' de la fusée ?
5. Que peut-on dire des directions respectives des axes Ox' et Oy' par rapport à celles des axes Ox et Oy ?
6. On considère le montage optique utilisé par O' constitué de 2 miroirs plans parallèles entre eux et distants de d .



Exprimer en fonction de d et c , la durée $\Delta t'$, mesurée par l'observateur O', nécessaire au photon pour effectuer le parcours $M_1 M_2 M_1$.

7. L'observatrice O observe le système des 2 miroirs se déplaçant sur Ox à la vitesse v .
En position 1, le photon est en A sur M_1 ; en 2 le photon est en B sur M_2 et en 3 il est en D sur M_1 . Ajouter sur le schéma la trajectoire du photon vu par O.



8. Quelle est la vitesse du photon mesurée par l'observatrice O ?
9. Exprimer la distance AC mesurée par O en fonction de v , vitesse de la fusée et Δt_{AC} , durée nécessaire pour que celle-ci aille de la position 1 à la position 2.
10. Calculer la distance AB en fonction de $v, d, \Delta t_{AC}$
11. Exprimer la durée Δt mesurée par l'observatrice O correspondante au trajet ABD du photon en fonction de Δt_{AC} . Etablir une relation entre fonction de $v, c, \Delta t$ et $\Delta t'$.
12. Exprimer Δt en fonction de $\Delta t'$.
13. Des 2 durées Δt et $\Delta t'$ mesurées : quelle est la durée propre ?
14. Quelle est l'unité de γ ?
15. Comparer γ avec le nombre 1.
16. Comparer la durée propre avec l'autre durée.
17. Calculer γ pour $v=3\text{kms}^{-1}$ ($v/c=10^{-5}$). Quelle remarque peut on faire ?
18. Calculer γ pour $v/c=1/2$ et $v/c=0,95$
19. Calculer la durée Δt mesurée par l'observatrice O mise par le photon pour faire l'aller et retour $M_1M_2M_1$
S'agit-il d'une durée propre ou non ?
20. Comparer cette dernière durée avec $\Delta t'_{\text{propre}}$. Que peut-on conclure ?
21. Pour l'observatrice O la composante du vecteur vitesse de la fusée \vec{v} sur l'axe Ox est $+v$.
Quelle est pour l'observateur O' la composante de la vitesse de l'observatrice terrestre sur ce même axe ? En déduire la durée $\Delta t'$ du parcours $M_1M_2M_1$ d'un photon sur les miroirs de O mesurée par O'. Conclure.
22. Noter précisément les durées Δt et $\Delta t'$ du voyage Terre-Mars mesurées par O et O' et en déduire la valeur de γ .
23. En déduire la vitesse de la fusée.
24. Calculer la distance Terre-Mars mesurée par l'observatrice O lors de ce voyage.
25. Quelle heure est-il dans la fusée ?
26. En quelle année A la fusée a-t-elle quitté le système solaire ?
27. Pour quel observateur O ou O' considérant l'horloge H' y-a-t-il dilatation du temps ?
28. Même question si les observateurs s'intéressent à l'horloge H.