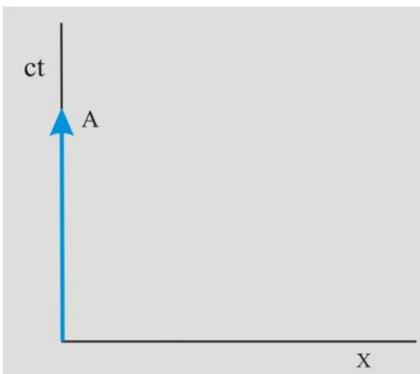
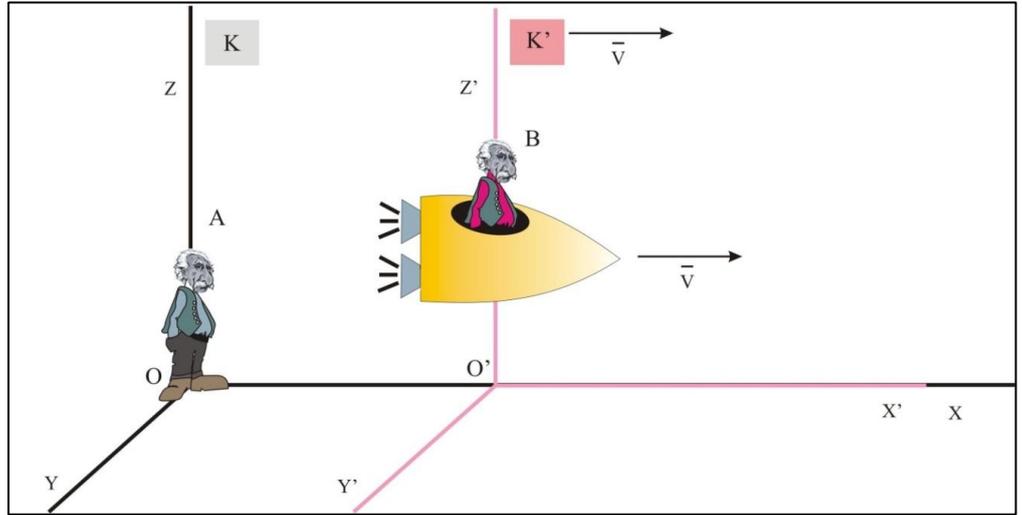


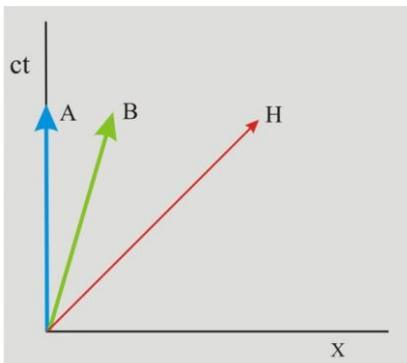
DIAGRAMAS MÚLTIPLES DE MINKOWSKI

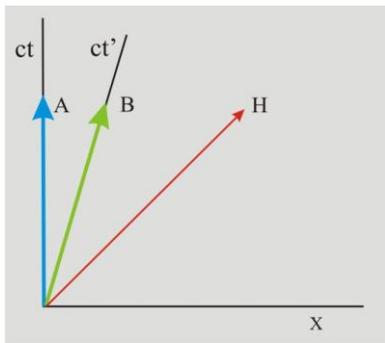
Para mostrar el proceso de creación de diagramas múltiples de Minkowski, consideramos dos sistemas de referencia inerciales (SRI): Un SRI, K, cuyos ejes de coordenadas de posición son (x, y, z) . Y otro SRI, K' , (x', y', z') , que se mueve paralelamente al eje X con velocidad constante respecto de K. Situamos a dos observadores A y B, ligados respectivamente a los SRI K y K' que sincronizan sus relojes ($t = t' = 0$) justo en el momento en que ambos se encuentran en la posición dada por $x = x' = 0$.



Vamos a representar un diagrama doble referido a ambos SRI, para lo cual comenzamos dibujando los ejes $(x, c \cdot t)$ correspondientes al observador A. Con respecto a esos ejes, como A se encuentra en reposo en el mismo origen de coordenadas O del SRI K, su posición viene dada por $x = 0$ en cualquier instante. Por tanto, conforme va transcurriendo el tiempo t (desde $t = 0$) su situación viene descrita por una línea vertical que avanza por el eje de tiempos (ct) , tal y como se muestra en la figura adjunta (línea de color azul).

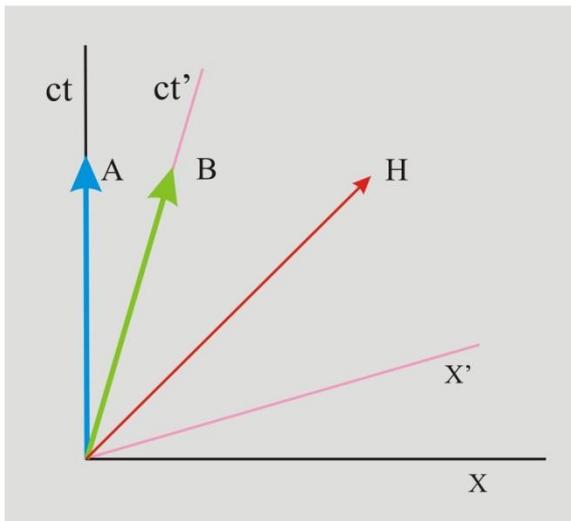
El paso siguiente hacia la construcción del diagrama doble es representar con respecto a estos ejes $(x, c \cdot t)$ el movimiento de B. Para ello, tenemos en cuenta que B sí se mueve respecto del SRI K, de modo que para dicho observador el valor de su posición x respecto de O, aumenta con velocidad constante. Por tanto, dicho movimiento viene dado por una línea inclinada un cierto ángulo respecto de la horizontal (línea de color verde). Como el valor v de la velocidad con que B se aleja de A tiene que ser inferior a la velocidad de la luz, c , la inclinación de esta línea respecto a la horizontal, ha de ser en todo momento superior a los 45° (en valor absoluto) que es la inclinación correspondiente al movimiento del extremo H de un hipotético haz de luz emitido por un foco situado en el origen de coordenadas en el instante en que ambos observadores coincidieron (línea roja de la figura anterior).





Ahora estamos en condiciones de ver cómo se puede representar en este mismo diagrama el eje de coordenadas ct' . En efecto, como el observador B se encuentra en reposo respecto del SRI K' podemos suponer que (análogamente a lo que sucede con el observador A en el SRI K) la línea que describe su situación (de color verde), deberá coincidir con el eje de tiempos ct' según se muestra en la figura siguiente adjunta.

Llegados a este punto, para terminar la construcción del diagrama doble, sólo queda dibujar el eje correspondiente a la posición x' . Para lo cual, se debe proceder de forma que se respeten los postulados de la relatividad especial. Más concretamente: Hay que garantizar que ese hipotético haz de luz al que nos hemos referido, también tenga velocidad c en el SRI K' . Y Para que esto suceda, sabemos que la línea que representa ese movimiento debe coincidir exactamente con la bisectriz del ángulo formado entre el eje ct' y el eje X' , lo que nos lleva a la figura final.



Utilizando este procedimiento se pueden incorporar cuantos sistemas de referencia inerciales se desee al diagrama. El eje temporal de un sistema de referencia inercial que avance en sentido positivo del eje x del sistema de referencia inercial K se inclina hacia la derecha del dibujo en esta representación abstracta (tiene una inclinación mayor o menor, respecto del eje temporal $c-t$ del sistema de referencia inercial K) según sea mayor o menor la velocidad de dicho sistema de referencia respecto de K). Para otro sistema de referencia inercial que avance en sentido negativo del eje x del sistema de referencia inercial K, su eje temporal se inclina hacia la izquierda del dibujo.

Para practicar la construcción de diagramas múltiples de Minkowski, se puede utilizar una animación interactiva, disponible en la página Web de Materiales Didácticos de la Sección Local de Alicante de la Real Sociedad Española de Física.

Disponible aquí:

Disponible aquí:

<http://rsefalicante.umh.es/TemasRelatividad/relatividad10.htm>

