

特殊相対論 No.2 速度の合成則

1. 静止系 K からの観測

(a) 静止系 K から見て、速さ V で動く座標系 K' の原点の座標 X および速さ v で動く物体の位置 x を求め、以下の表を完成させなさい。

t [s]	X [m]	V [m/s]	x [m]	v [m/s]
0	0	+0.5	0	+1
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

(b) 縦軸に K 系の時刻 t 、横軸に K 系からみた位置 x, X をとって、上の表をグラフに描きなさい。傾きは速さを表すので、以下では $\tan \theta = V, \tan \varphi = v$ としよう。

2. 速さ V で動く K' 系からの観測

(a) 速さ V で動いている系 K' から見て、 K 系の原点の位置 X' と物体の位置 x' 、およびそれぞれの速さ V', v' を求め、以下の表を完成させなさい。

t' [s]	X' [m]	V' [m/s]	x' [m]	v' [m/s]
0	0		0	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

(b) 2. の表の値を、1. で描いたグラフの中から読み込むために K' 系の世界線上に時刻 t' の目盛をとりなさい。

3. 2つの座標系から見た物体の速さ v, v' の関係式 (速度の合成則) を求めなさい。

4. (速度の合成則) $t - x$ 座標系で, $O(0, 0)$, $A(10, 0)$, $B(10, 5)$, $C(10, 10)$ とする.

(a) K' 系から見た物体の速さ v' をグラフから読み取りなさい.

(b) 三角形 OBC に対して正弦定理を使うことによって, $v' = \frac{BC}{OB}$ を計算し, 速度の合成則を導出しなさい.

5. Galilei 変換の式は

$$\begin{cases} t' &= t \\ x' &= x - Vt \end{cases} \quad (1)$$

と書くことができる。

(a) 式 (1) から, 速度の合成則を導きなさい. $v' = \frac{dx'}{dt'}$ を計算する.

(b) もう一度で微分することにより, 加速度を求めなさい. $a' = \frac{dv'}{dt'}$ を計算する. Newton の運動方程式は, Galilei 変換に対して不変であるか.

6. 今日の講義でわかったこと・わからなかったこと・感想などを書きなさい. (自由記載)