

RISOLUZIONE DEL PARADOSSO DEGLI OROLOGI O DEI GEMELLI

Stuardi Andrea



Studio del problema nell'ambito della Relatività Ristretta, trascurando quindi ogni effetto dovuto ad accelerazioni, campi gravitazionali, ecc., ponendo particolare attenzione al sistema di riferimento in cui vengono effettuate le misure.

Se un astronave viaggiasse per un tempo T verso una stella lontana con velocità v e tornasse indietro con velocità $-v$, ritornerebbe sulla Terra dopo un intervallo $2T$.

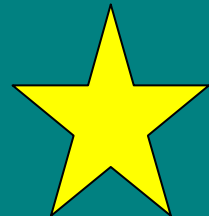
Secondo RR, un orologio in moto con velocità v rispetto ad un riferimento in quiete (la Terra) misura intervalli di tempo minori di un fattore $(1-v^2/c^2)^{1/2}$

Quindi se l'astronauta avesse un gemello rimasto sulla terra lo troverebbe più invecchiato di lui.



Ma nel sistema di riferimento in cui l'astronave è in quiete, la Terra si allontana con velocità $-v$ e si avvicina con velocità v .

Questa volta quindi il gemello che ha “viaggiato” sulla Terra sarà più giovane del gemello astronauta.



Per descrivere il problema abbiamo bisogno di tre SRI:

S : in cui la Terra è in quiete in $x=0$

S' : in moto con velocità v rispetto a S

S'' : in moto con velocità $-v$ rispetto a S

Al tempo $t=t'=t''=0$ poniamo $x=x'=x''=0$



Misure in S



Misure in S

Coordinate eventi	Partenza	$x_1=0 \quad t_1=0$
	Inversione	$x_{23}=X \quad t_{23}=T$
	Arrivo	$x_4=0 \quad t_4=2T$
Andata	V astronave	v
	Freq. astronave	$1/\gamma$
	Tempo astronave	$(t_{23}-t_1)/\gamma = T/\gamma$
Ritorno	V astronave	$-v$
	Freq. astronave	$1/\gamma$
	Tempo astronave	$(t_4-t_{23})/\gamma = T/\gamma$
Terra	V Terra	0
	Freq. Terra	1
Tempo Totale	Terra	$(t_4-t_1) = 2T$
	Astronave	$2T/\gamma$
Ritardo	Terra-astronave	$2T(1-1/\gamma)$

Misure in S'

S''



Misure in S'

Coordinate eventi	Partenza	$x'_1=0 \quad t'_1=0$
	Inversione	$x'_{23}=0 \quad t'_{23}=T/\gamma$
	Arrivo	$x'_4=-2\gamma X \quad t'_4=2\gamma T$
Andata	V astronave	0
	Freq. astronave	1
	Tempo astronave	$(t'_{23}-t'_1) = T/\gamma$
Ritorno	V astronave	$-2v/(1+v^2/c^2)$
	Freq. astronave	$1/\gamma^2 (1+v^2/c^2)$
	Tempo astronave	$(t'_4-t'_{23})/\gamma^2 (1+v^2/c^2) = T/\gamma$
Terra	V Terra	-v
	Freq. Terra	$1/\gamma$
Tempo Totale	Terra	$(t'_4-t'_1) / \gamma = 2T$
	Astronave	$2T/\gamma$
Ritardo	Terra-astronave	$2T(1-1/\gamma)$

Misure in S''



Misure in S''

Coordinate eventi	Partenza	$x''_1=0 \quad t''_1=0$
	Inversione	$x''_{23}= 2\gamma X \quad t''_{23}= \gamma T/(1+v^2/c^2)$
	Arrivo	$x''_4=2\gamma X \quad t''_4=2\gamma T$
Andata	V astronave	$2v/(1+v^2/c^2)$
	Freq. astronave	$1/ \gamma^2 (1+v^2/c^2)$
	Tempo astronave	$(t''_{23}-t''_1) / \gamma^2 (1+v^2/c^2) = T/ \gamma$
Ritorno	V astronave	0
	Freq. astronave	1
	Tempo astronave	$t''_4-t''_{23} = T/ \gamma$
Terra	V Terra	v
	Freq. Terra	$1/ \gamma$
Tempo Totale	Terra	$(t''_4-t''_1) / \gamma = 2T$
	Astronave	$2T/ \gamma$
Ritardo	Terra-astronave	$2T(1-1/\gamma)$

Intervalli spazio-tempo

$$\Delta s^2 = c^2 \Delta t^2 - \Delta x^2$$

$$\Delta s_{1-23} = \Delta s_{23-4} = cT / \gamma$$

$$\Delta s_{1-4} = 2cT$$