restart : *clear* :

« , x v (. 5 - 1) .
(x , y , z) . t = 0 - ,
, t x = v t , y = z = 0 .
с учетом запаздывания, т.е. положение в момент t' = t – r'/c (5.1), где r′ – расстояние от заряда до точки P в этот запаздывающий момент. В это более раннее время t' заряд был в x – vt′, так что

$$r_{zap}(t_{zap}) := \sqrt{(x - v\cdot t_{zap})^2 + y^2 + z^2} \quad (5.2)$$

$$t_{zap} \to \sqrt{(x - v\,t_{zap})^2 + y^2 + z^2} \qquad \textbf{(1)}$$

Чтобы найти r′ или t′, это уравнение надо сопоставить с (5.1). Исключим сперва r′, решив (5.1) относительно r′, и подставив в (5.2). Возведя затем обе части в квадрат, получим

$$c^2\,(t - t_{zap})^2 = (-t_{zap}\,v + x)^2 + y^2 + z^2$$

$$solve\left(c^2\,(t - t_{zap})^2 = (-t_{zap}\,v + x)^2 + y^2 + z^2,\ t_{zap}\right)$$

$$\frac{c^2\,t - v\,x + \sqrt{c^2\,t^2\,v^2 - 2\,c^2\,t\,v\,x + c^2\,x^2 + c^2\,y^2 + c^2\,z^2 - v^2\,y^2 - v^2\,z^2}}{c^2 - v^2},$$

$$-\frac{-c^2\,t + v\,x + \sqrt{c^2\,t^2\,v^2 - 2\,c^2\,t\,v\,x + c^2\,x^2 + c^2\,y^2 + c^2\,z^2 - v^2\,y^2 - v^2\,z^2}}{c^2 - v^2} \qquad \textbf{(2)}$$

$$(x - v\cdot t_{zap})^2 + y^2 + z^2 - c^2\,(t - t_{zap})^2$$

t_{zap} t_{zap1} t_{zap2}.

,

$$t_{zap1} := \frac{t - \frac{x\cdot v}{c^2} - \frac{1}{c}\sqrt{(x - v\cdot t)^2 + \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)\cdot(y^2 + z^2)}}{1 - \frac{v^2}{c^2}} : t_{zap2}$$

$$:= \frac{t - \frac{x\cdot v}{c^2} + \frac{1}{c}\sqrt{(x - v\cdot t)^2 + \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)\cdot(y^2 + z^2)}}{1 - \frac{v^2}{c^2}} :$$

```
t_zap1 := (t-x*v/c^2-sqrt((-t*v+x)^2+(1-v^2/c^2)*(y^2+z^2))/c)/(1-v^2/c^2);
```

$$\frac{t-\frac{x\,v}{c^2}-\frac{\sqrt{(-t\,v+x)^2+\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)\left(y^2+z^2\right)}}{c}}{1-\frac{v^2}{c^2}} \tag{3}$$

(5 . 1) ? -

$$r_{zap1}:=c\cdot\left(t-t_{zap1}\right):simplify\left(r_{zap1}\right):cos\_alpha\_1:=\frac{x-v\cdot t_{zap1}}{r_{zap1}}:v\_r_{zap1}:=v\cdot r_{zap1}\cdot cos\_alpha\_1:$$

$$K_1:=simplify\left(r_{zap1}-\frac{v\_r_{zap1}}{c}\right)$$

$$\sqrt{\frac{c^2\,t^2\,v^2-2\,c^2\,t\,v\,x+c^2\,x^2+c^2\,y^2+c^2\,z^2-v^2\,y^2-v^2\,z^2}{c^2}} \tag{4}$$

$$r_{zap2}:=c\cdot\left(t-t_{zap2}\right):cos\_alpha\_2:=\frac{x-v\cdot t_{zap2}}{r_{zap2}}:v\_r_{zap2}:=v\cdot r_{zap2}\cdot cos\_alpha\_2:K_2$$

$$:=simplify\left(r_{zap2}-\frac{v\_r_{zap2}}{c}\right)$$

$$-\sqrt{\frac{\left(t^2\,v^2-2\,t\,v\,x+x^2+y^2+z^2\right)c^2-v^2\left(y^2+z^2\right)}{c^2}} \tag{5}$$

. y = z = 0 -
$x-v\cdot t$, $(-x-v\cdot t)$.

$$simplify\left(subs\left(y=0,z=0,K_1\right)\right)\quad simplify\left(subs\left(y=0,z=0,K_2\right)\right)$$

$$\mathrm{csgn}(t\,v-x)\ (t\,v-x)$$

$$(-t\,v+x)\ \mathrm{csgn}(t\,v-x) \tag{6}$$

csgn$(t\,v-x)$ - $(t\,v-x)$

$$t\,v-x \tag{7}$$

y = z = 0 R ' = x (. 7 - 2) .

$$assume(x>v\cdot t);$$
$$simplify\left(subs\left(y=0,z=0,r_{zap1}\right)\right),\quad simplify\left(subs\left(y=0,z=0,r_{zap2}\right)\right)$$

$$-\frac{(t\sim v\sim-x\sim)\,c}{c-v\sim}$$

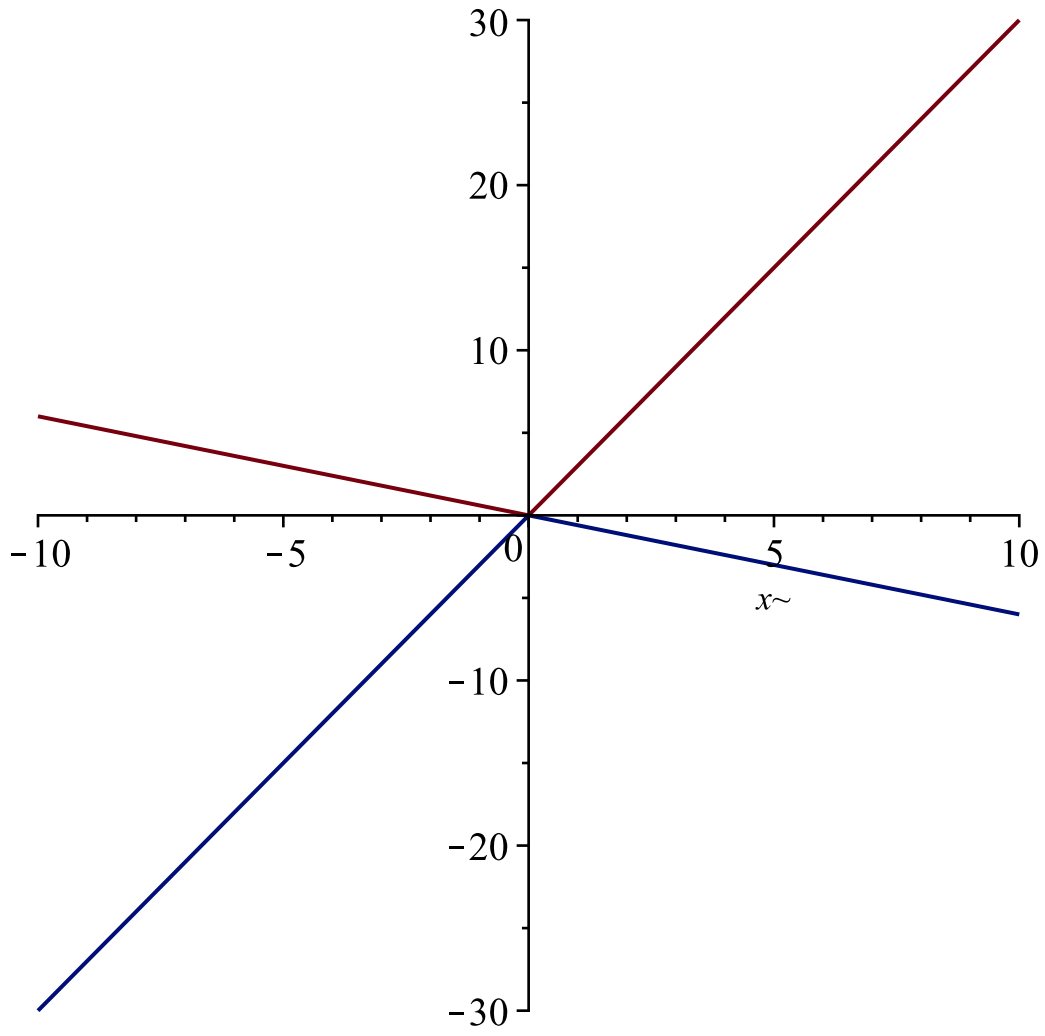
$$\frac{(t\sim v\sim - x\sim)\ c}{c + v\sim} \tag{8}$$

$assume(x < v\cdot t);$
$simplify(subs(y=0, z=0, r_{zap1}))$, $simplify(subs(y=0, z=0, r_{zap2}))$

$$\frac{(t\sim v\sim - x\sim)\ c}{c + v\sim}$$

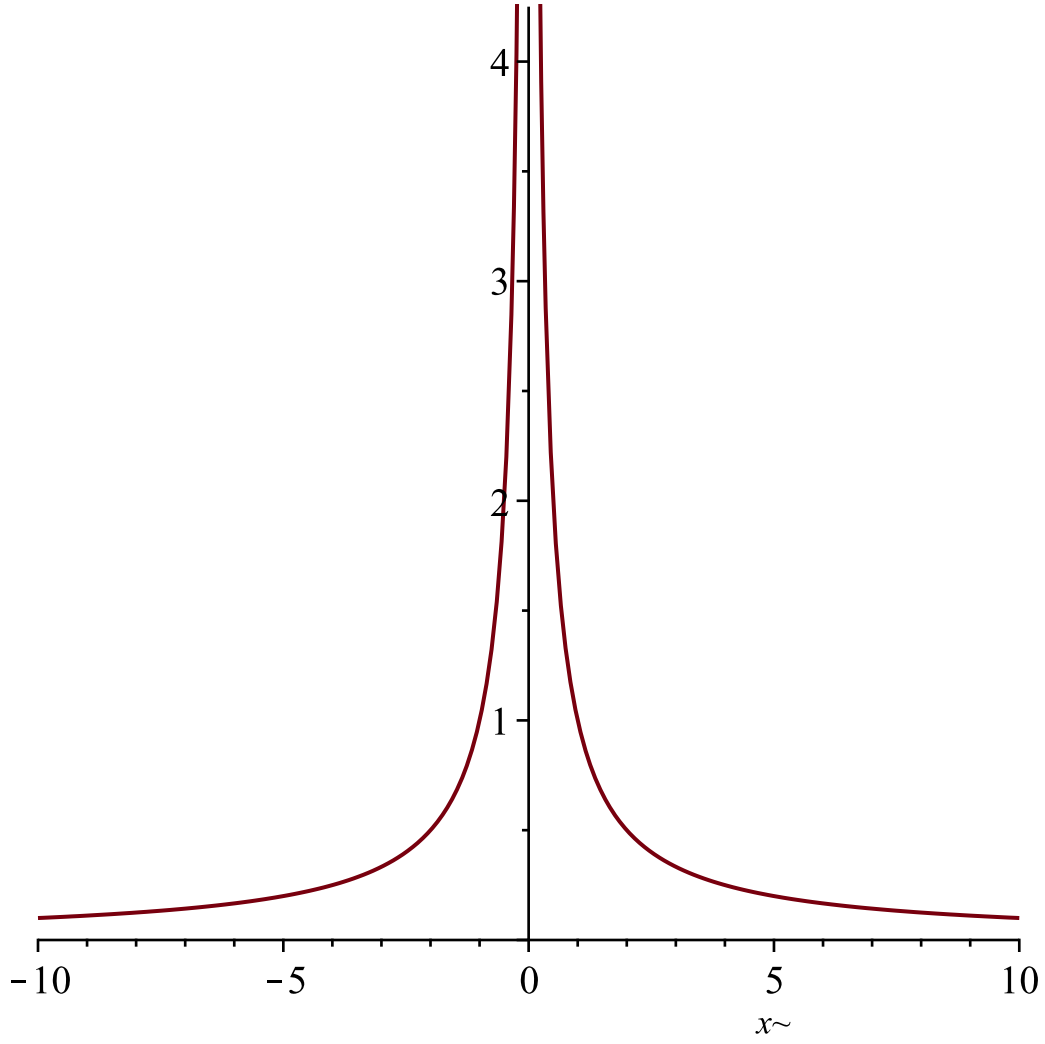
$$-\frac{(t\sim v\sim - x\sim)\ c}{c - v\sim} \tag{9}$$

$plot(simplify(subs(z=0, v=2, c=3, y=0, t=0, [r_{zap1}, r_{zap2}])))$

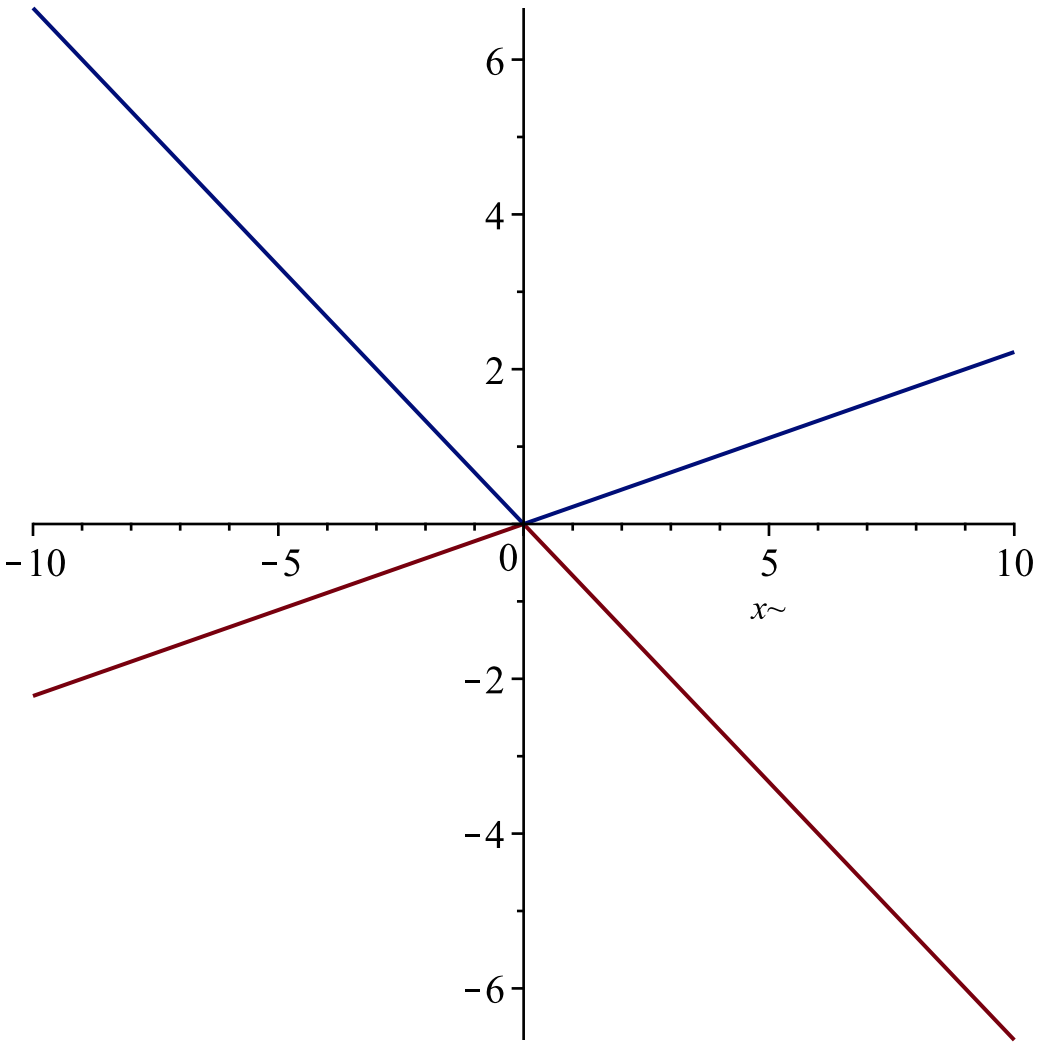


$K := \left(\sqrt{(x - v\cdot t)^2 + \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)\cdot(y^2 + z^2)}\right) : plot(simplify(subs(z=0, v=2.99, c=3, y=0, t=0,$

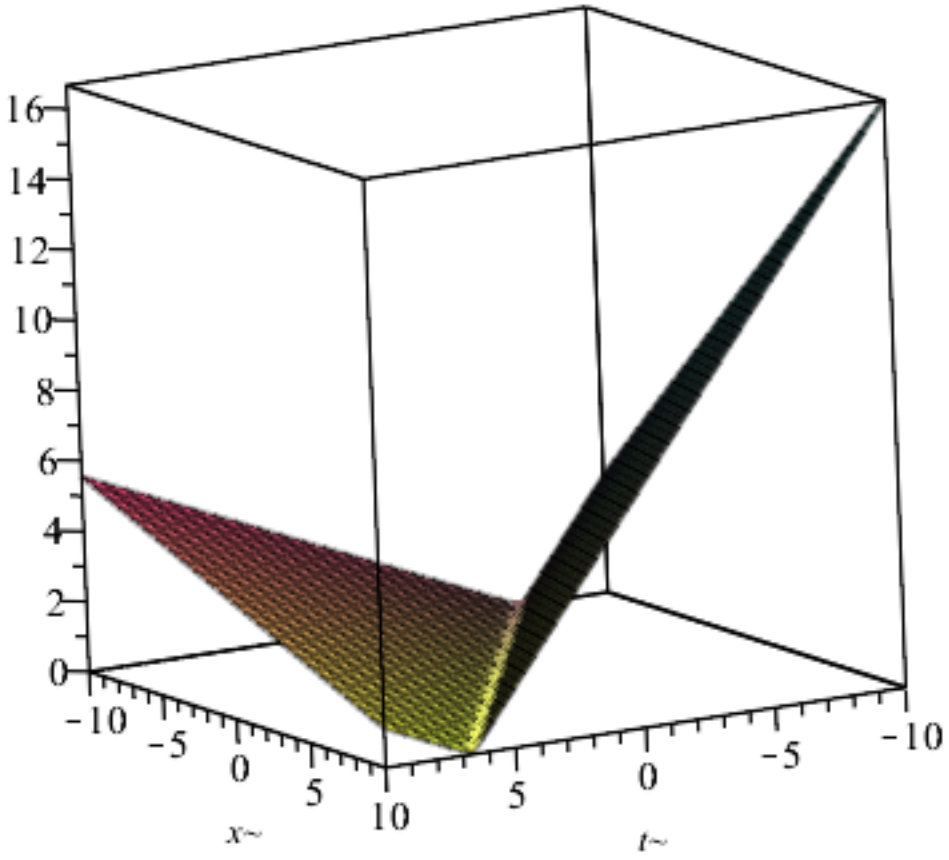
$\frac{1}{K}\Big)\Big)\Big)$



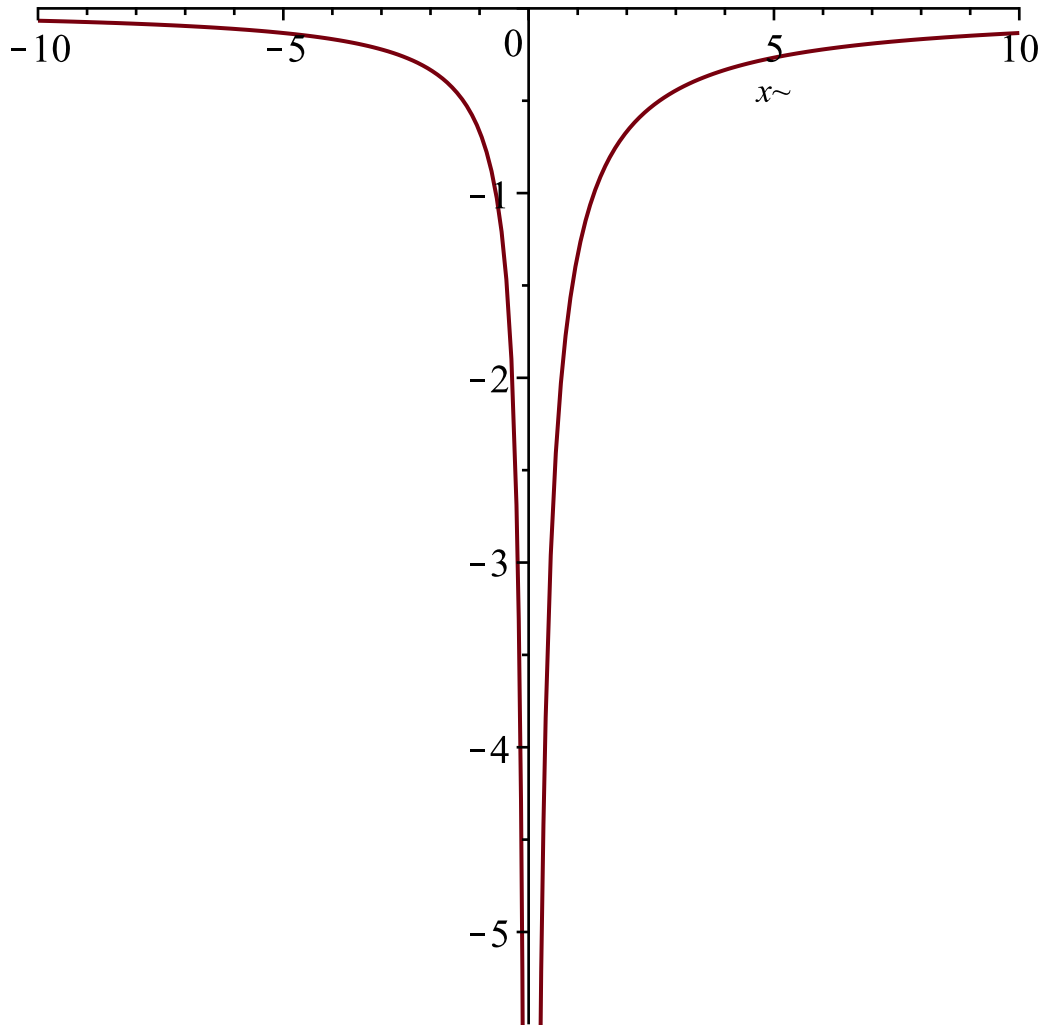
$plot\left(subs\left(y=0,\, z=0,\, t=0,\, v=1.5,\, c=3,\, \left[t_{zap1},\, t_{zap2}\right]\right),\, x\right)$



$plot3d\left(subs\left(y=0,\ z=0,\ v=1.5,\ c=3,\ t-t_{zap1}\right)\right)$



$$plot\left(subs\left(y=0, z=0, t=0, v=1, c=3, a=0, \frac{1}{r_{zap2}\left(t_{zap1}\right)} \right), x \right)$$



$$s(t, v, a) := v \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$

$$(t, v, a) \rightarrow v\,t + \frac{1}{2}\,a\,t^2 \tag{10}$$

$$r_{zap}(t_{zap}) := \sqrt{\left(x - s(t_{zap}, v, a)\right)^2 + y^2 + z^2}$$

$$t_{zap} \rightarrow \sqrt{\left(x - s(t_{zap}, v, a)\right)^2 + y^2 + z^2} \tag{11}$$

$$solve\left(c\left(t - t_{zap}\right) = r_{zap}(t_{zap}), t_{zap}\right)$$

$$RootOf\left(a^2\,\_Z^4 + 4\,v\sim\,\_Z^3\,a - 4\,x\sim\,a\,\_Z^2 + 4\,v\sim^2\,\_Z^2 - 8\,x\sim\,v\sim\,\_Z - 4\,c(t\sim - \_Z)^2 + 4\,x\sim^2 + 4\,y^2 + 4\,z^2\right) \tag{12}$$