A nyelvet kibővítjük egy új B szortú relációjellel:

GyOb ("gyorsuló megfigyelők").

Itt "gyorsuló" azt jelenti, hogy "nem feltétlenül inerciális".

Másszóval most kibővítjük, felgazdagítjuk a modellt újfajta megfigyelők hozzávételével. Ezek a gyorsuló megfigyelők. Tehát lesz egy kutyakönséges **Specrel** modell és abban újfajta "állatkák", a "gyorsuló megfigyelők".

Modell tehát:

$$\langle \mathsf{B}, \mathsf{Obs}, \mathsf{GyOb}, \mathsf{Ph};\ \mathsf{Q}, +, *, \leq;\ \mathsf{W} \rangle\ .$$

Tehát $\mathsf{ut}_m(h)$, h világképe ha $m, h \in \mathsf{GyOb}$ értelmezett.

Specrel-t mindig feltesszük mostantól fogva (Obs-ra)! Egyszerűség kedvéért: $\langle \mathsf{Q}, +, *, \leq \rangle$ valós számok rendezett teste. Új axiómákat fogunk majd felvenni GyOb-ra, pl.

$$\mathsf{Obs} \subseteq \mathsf{GyOb}\,.$$

Az új axiómarendszert itt nem vizsgáljuk kimerítően, nem is adjuk meg minden elemét, csak néha utalunk az új axiómákra.

Érintő és együttmozgó inerciális megfigyelő.

$\mathsf{érint}_m(k,h,p)$ azt jelöli, hogy $\mathsf{ut}_m(k)$ érinti $\mathsf{ut}_m(h)$-t a p pontban (mint két görbe). Azaz, $p \in \mathsf{ut}_m(k) \cap \mathsf{ut}_m(h)$ és $v_m(k)(p) = v_m(h)(p)$.

Ax1g(Érintő Axióma)
Megfigyelő életútjának minden pontján van érintő inerciális megfigyelő.
$\forall h \in \mathsf{GyOb}\ \forall m \in \mathsf{Obs}\ \forall p \in \mathsf{ut}_m(h)\ \exists k \in \mathsf{Obs}$
$\mathsf{érint}_m(k,h,p)$.

Ax2g(Együttmozgó Axióma)
Gyorsuló h megfigyelő az érintés pillanatában ugyanúgy látja a világot mint egy érintő inerciális k megfigyelő.
$\forall h \in \mathsf{GyOb}\ \forall m \in \mathsf{Obs}\ \forall p \in \mathsf{ut}_m(h)\ \exists k \in \mathsf{Obs}$
$(\mathsf{érint}_m(k,h,p) \wedge [e = \mathsf{es}_m(p)\ \Rightarrow\ \forall \varepsilon > 0\ \exists \delta > 0$
$\forall q \in S_\delta(\mathsf{loc}_k(e)) |q - \mathsf{loc}_h(\mathsf{es}_k(q))| < \varepsilon * |q - \mathsf{loc}_k(e)| \wedge$
$\forall q \in S_\delta(\mathsf{loc}_h(e)) |q - \mathsf{loc}_k(\mathsf{es}_h(q))| < \varepsilon * |q - \mathsf{loc}_h(e)|\,]\,)$.

A fenti formulában szereplő k neve együttmozgó inerciális megfigyelő. Tehát együttmozgó megfigyelő olyan érintő megfigyelő, akivel h "ugyanúgy látja a világot az érintés pillanatában". $\mathsf{együtt}$(k,h,e) azt jelöli, hogy k a h-val az e eseményben együttmozgó inerciális megfigyelő.

Ax3g(Gyorsuló Ego Axióma)
Gyorsuló megfigyelő életútja az időtengely "látható" része.
$\forall h \in \mathsf{GyOb}\ \mathsf{ut}_h(h) = \{p \in \bar{t} : \mathsf{es}_h(p) \neq \emptyset\}$.

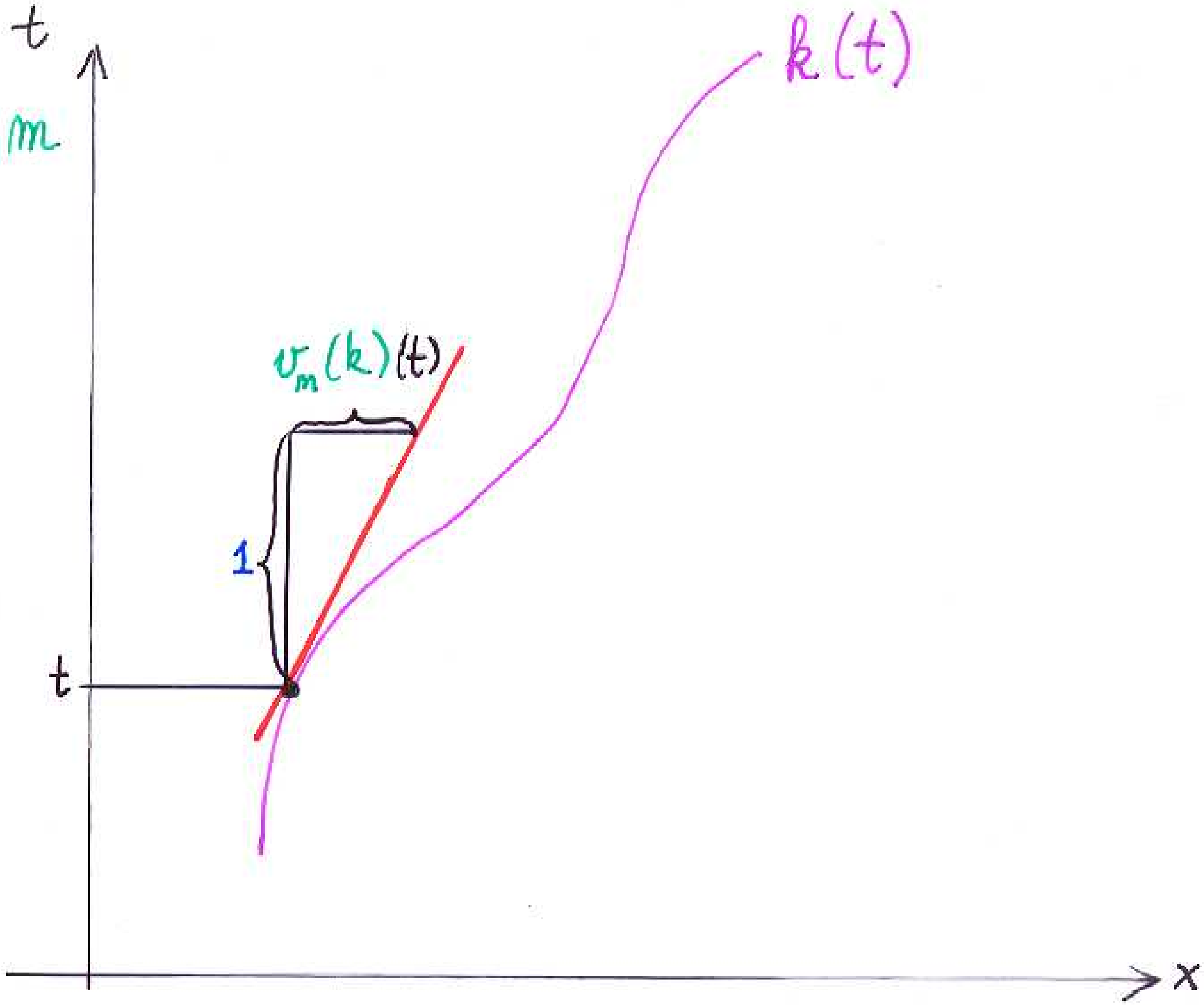
Ax3g'(Gyorsuló Intervallum Ego Axióma)
Gyorsuló megfigyelő életútja az időtengely nyílt összefüggő intervalluma.
$\forall h \in \mathsf{GyOb}\ \exists a, b \in \mathsf{Q}\ (\mathsf{ut}_h(h) = \{p \in \bar{t} : a < p_t < b\}$ or $\mathsf{ut}_h(h) = \{p \in \bar{t} : a < p_t\}$ or $\mathsf{ut}_h(h) = \{p \in \bar{t} : p_t < b\}$ or $\mathsf{ut}_h(h) = \bar{t})$.

Ax3g"(Gyorsuló Erős Ego Axióma)
Gyorsuló megfigyelő életútja az időtengely.
$\forall h \in \mathsf{GyOb}\ \mathsf{ut}_h(h) = \bar{t}$.

Ezeket az ego axiómákat (**Ax3g** - **Ax3g"**) később abban a gyengébb alakban tesszük majd fel, hogy a gyorsuló megfigyelő életútja csak párhuzamos a $\bar{t}$ tengellyel (nem feltétlenül van pont rajta).

Egyenesvonalú (de nem feltétlenül egyenletes) mozgásokat fogunk vizsgálni. Tehát a mozgó test irányát nem változtatja, csak sebességét (esetleg). Téridődiagramban ez annak felel meg, hogy álló (azaz függőleges) síkbeli görbéket nézünk. Rajzban ez olyan mintha $n = 2$ eset lenne.

Megjegyzés: "egyenesvonalú mozgás" abszolút fogalom, azaz ha egy body életútja egyenesvonalú egy inerciális megfigyelő szerint, akkor ugyanezen body életútja egyenesvonalú az összes inerciális megfigyelő szerint.

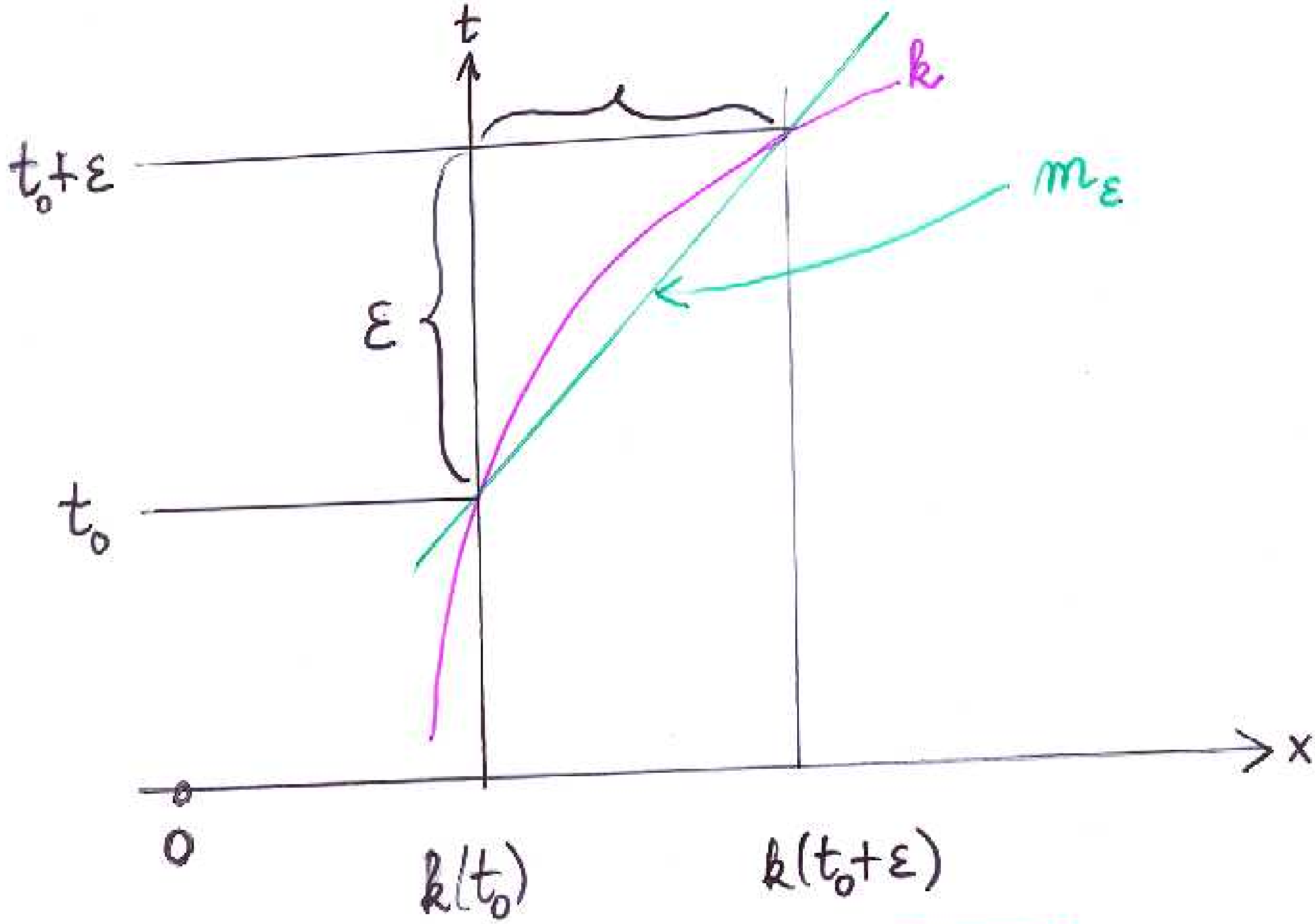


életút:	$k(t)$	$út_m(k)$
sebesség:	$\dot{k}(t)$	$v_m(k)$
gyorsulás:	$\ddot{k}(t)$	$a_m(k)$

megtett út változásának üteme — érintő meredeksége

sebesség változásának üteme — görbültség mértéke

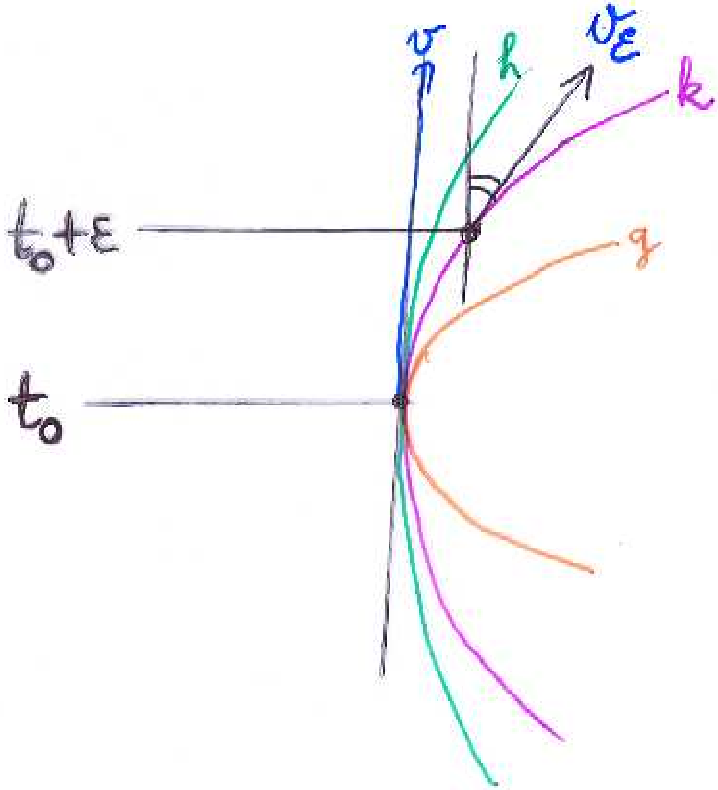
Sebesség = érintő meredeksége



$$v_m(k)(t_0) = \lim_{\varepsilon \to 0} \frac{k(t_0+\varepsilon) - k(t_0)}{\varepsilon}$$

m_ε meredeksége

gyorsulás = "görbülés" mértéke



$$a_m(k)(t_0) = \lim_{\varepsilon\to 0} \frac{v_\varepsilon - v}{\varepsilon}$$

$$h(t) = \frac{1}{2} k(t)$$
$$\dot{h}(t) = \frac{1}{2}\dot{k}(t)$$
$$\ddot{h}(t) = \frac{1}{2}\ddot{k}(t)$$

$$g(t) = k(2t)$$
$$\dot{g}(t) = 2\dot{k}(2t)$$
$$\ddot{g}(t) = 4\ddot{k}(2t)$$

Gyorsulás „oka”. Animációk értelmezése.

Úgy képzeljük, hogy a gyorsuló megfigyelő a gyorsulást (azaz sebességváltozást) üzemanyag használatával éri el (pl. brikettet tüzel a kazánban, vagy fotonokat lő ki hátrafelé az űrhajóból).

Ha nem használ üzemanyagot, akkor inerciális pályán mozog. Ha egy gyorsuló megfigyelő hirtelen abbahagyja a tüzelést, akkor életútja átmegy egy inerciális életútba: a tüzelés abbahagyásának pillanatában vele együttmozgó inerciális megfigyelő életútjába.

Másképpen ránézve: Egy alma van az űrhajóban. Kiteszi az almát az űrhajó ablakán és elengedi -- az alma elrepül, életútja az együttmozgó inerciális megfigyelőé.

Vagy elejti az almát a Földön és az alma gyorsulásával méri a gravitációt. Newton hozta kapcsolatba leeső almákat és a Hold Föld körüli pályáját, az első Nagy Egyesítés. Ld. Elegant Universe film kurzus végén.