

# A nyíl paradoxonról

(javított–kiegészített verzió)

András Ferenc

2018. február

Felfigyeltem egy könyv fülszövegére (ami valójában a hátlapján van): „Talán meglepően hangzik, de a filozófusok is szerszámokkal dolgoznak. Persze nem vésővel vagy Excel-táblázatokkal, hanem jóval kifinomultabb eszközökkel: egyedi, csak rájuk jellemző gondolkodásmóddal és megközelítési módszerekkel, amelyek megtanulhatók, és az élet minden területén alkalmazhatók...”<sup>1</sup> Hát ez igazán érdekes, mert én épp ellenkezőleg úgy gondolom, hogy több filozófiai kérdéskört is nagyon jól lehet illusztrálni Excel táblázatokkal, bár az Excel táblázatok használata és megértése épp úgy ügyességet igényel, mint mondjuk a vésőé.

A könyv jó, bár nem felel meg teljesen a kitűzött céljának. Érdeemes lett volna szót ejtenie a szerzőnek a középkori skolasztikusok vita kultúrájáról, arról, hogy pl. Aquinói Szent Tamás hogyan érvel, hogy miképpen tárgyalja a teológiai-filozófiai kérdéseket, vagy Descartes kapcsán felsorolni legalább a módszerről szóló értekezés négy szabályát, Wittgenstein kapcsán pedig megemlíteni a matematikai logika alkalmazását, és esetleg Carnappal is foglalkozni. Láthatóan a szerzőnek megvan a tehetsége arra, hogy bonyolult kérdéseket közérthetően tárgyaljon, így ezek nem jelentettek volna számára megoldhatatlan feladatot. Több helyesírási vagy fogalmazási hiba is van a könyvben, szerencsére nem nagyon zavaróak. Van egy tartalmi bökkenő is, amit azért kifogásolok, mert pl. Sainsbury a nagyközönségnek írt Paradoxonok c. könyvében szintén foglalkozik Zénón nyíl paradoxonjával, de ő kevésbé növeli tovább a zűrzavart. Most Fearn nyíl paradoxon megoldásával fogok foglalkozni.

„Mihelyt eljutottunk egy valódi – azaz per definitionem tovább nem osztható – pillanathoz, akkor az idő olyan törtrészénél vagyunk, amelyikben nem történhet mozgás. Ez azonban azt

---

<sup>1</sup>Nicholas Fearn, Zénón és a teknősbéka – Avagy hogyan gondolkodjunk úgy, mint egy filozófus? (2011) Bp., Akadémiai Kiadó

jelenti, hogy sosem mozoghat a nyílvevő, mivel a nem mozgások összegéből nem lehet mozgás. Mivel a nyílvevő röppályájának egyetlen pontján sem mozog, ezért az egész röppályáján sem mozog. A nyílparadoxonnal a legkönnyebb elbánni az itt felsoroltak közül. A mozgáshoz időre van szükség, így tehát nem meglepő, hogy az időt kiiktatva inkább pillanatokról beszélünk, azzal a mozgást is eltüntetjük. Jóllehet a nyílvevő esetleg egyetlen adott időpillanatban sem mozog, még mindig mozoghat, ha a mozgást valamely dolog más helyen, később felbukkanó látszatként határozzuk meg.”<sup>2</sup>

A fenti gondolatmenet elhamarkodott. A gondolatmenet összekever két kérdést, összekeveri azt amit tudhatunk, azzal, ami van. Jelen esetben két kérdés merül fel:

- (1) Mit tudhatunk akkor, amikor az idő tovább nem osztható tört részénél, egy pillanatnál vagyunk? Tudhatjuk-e hogy a nyíl áll, avagy mozog?
- (2) Mozoghat vagy állhat-e egy tárgy, jelen esetben a nyíl, az idő tovább nem osztható tört részénél? Figyeljünk föl arra, hogy az álló helyzet épp úgy kérdés, mint a mozgás. Gondoljunk egy pattogó labdára. A labda folyamatosan mozog, de periodikusan egy pillanatra megáll, amikor a földről visszapattan.

Térjünk vissza az idézethez, vizsgáljuk meg Fearn érvét. Kezdjük a végén. Ha a nyílvevő egyetlen időpillanatban sem mozog, akkor látszatként miért és hogyan mozogna, és miképpen megoldása ez a mozgás problémájának? Miképp értsük ebben az esetben a látszatot? A látszatot a valósággal szembeállítva szokták értelmezni. Pl. látszólag eltört a bot, ez azonban optikai csalódás, valójában a bot továbbra is egyenes. A bűvész látszólag kettéfűrészelte a nőt, de valójában mégsem, mert lám mosolyogva kiszáll a ládából. Ennek alapján így okoskodhatunk: látszólag mozog a nyíl, valójában mégsem mozog, hanem végig egyazon helyen van. Ez úgy történhet meg, hogy a nyílvevő egy asztalon fekszik, és mi autóban ülve elgördülünk az asztal előtt, de úgy érzékeljük, hogy mi állunk, és az asztalon lévő nyílvevő halad. Vajon ez megoldja a mozgó nyíl rejtélyét? Olyan módon oldja meg, hogy most helyette az autó mozog, annak mozgását kéne megmagyarázzuk. Valójában tehát nem oldotta meg a problémát, csak tovább tolt. Úgy tűnik Zénón valóban ellentmondást talált a mozgás fogalmában, de nézzük meg ezt közelebbről.

Elmondom természetes nyelven, és pontosabb, félig formalizált nyelven is. A jobboldali zárójelbe tett szám azt mutatja, hogy – állítólag – miből következik a mondat.

---

<sup>2</sup>Fearn, u.o. p.37. Sokan úgy vélik Zénón antinómiái máig megoldatlanok, még ELTE TTK szakos hallgató is: Bognár Gergely: A megoldatlan Zénón paradoxonok kétezer-ötszáz éve új gondolatokat ébresztenek [http://hps.elte.hu/ttk/dogak/bognarg\\_doga.pdf](http://hps.elte.hu/ttk/dogak/bognarg_doga.pdf) A dolgozat számos erénye ellenére, sajnos, a szerző nem veszi a fáradságot, hogy szabatosan, a formális logika pontos nyelvén föltárja az ellentmondást, és annak a forrását.

- (1) A nyíl mozog.
- (2) A nyíl minden pillanatban egy meghatározott helyen van és minden része teljesen kitölti a rendelkezésére álló helyet.
- (3) A nyíl minden pillanatban ott van, ahol van, egy pillanat alatt semmit sem halad. Nem mozoghat az éppen elfoglalt helye irányába, mivel már ott van, de nem mozdulhat el az éppen elfoglalt helyéből, mert egy pillanat alatt erre nincsen ideje. (2)
- (4) A nyíl semelyik pillanatban nem halad, tehát semelyik pillanatban sem mozog. (3)
- (5) A nyíl nem mozog. (4)

Nyilvánvaló az ellentmondás (1) és (5) között. Lássuk ezek után, részletesebben az okfejtést.

Tegyük fel, hogy a nyíl mozog, amely feltevésünket (1)-el jelölöm, és a csillag arra utal, hogy ez puszta feltevés, nem pedig logikai igazság. Az újabb és újabb feltevéseket újabb csillag oszloppal jelölöm.

- \* (1) A nyíl  $t_1$  időpillanatban mozog.
- \*\* (2) A nyíl minden  $t$  időpillanatban a pálya meghatározott  $s$  helyén van.
- \*\* (3) A nyíl  $t_1$  időpillanatban  $s_1$  helyen van. (2)
- \*\*\* (4) Ha a nyíl mozog, akkor egy időtartományban van.
- \*\*\* (5) Ha egy nyíl nem idő tartományban van, akkor nem mozog. (4)
- \*\*\*\* (6) Egy időpillanat soha nem egy idő tartomány.
- \*\*\*\* (7) A  $t_1$  időpillanat nem időtartomány (6)
- \*\*\*\* (8) A nyíl  $t_1$  időpillanatban nem időtartományban van. (7)
- \*\*\*\* (9) A nyíl  $t_1$  időpillanatban nem mozog. (5) (8)
- \*\*\*\* (10) A nyíl  $t_1$  időpillanatban mozog és a nyíl  $t_1$  időpillanatban nem mozog. (1) (9)

Mivel  $t_1$  időpillanat tetszőleges volt, bármely időpillanatra nézve ellentmondásra jutunk.

Ellentmondásra jutottunk, tehát feltéve hogy a levezetés minden lépése helyes, egy vagy több kiinduló föltevést – premisszát – el kell vessünk. Melyiket válasszuk? Vegyük sorra a csillaggal megjelölt új sorokat, azaz a premisszáinkat, melyeket most római számokkal jelöltem:

(I.) A nyíl  $t_1$  időpillanatban mozog.

(II.) A nyíl minden  $t$  időpillanatban a pálya meghatározott  $s$  helyén van.

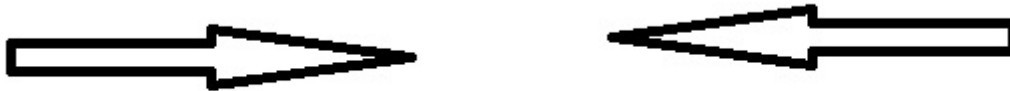
(III.) Ha a nyíl mozog, akkor egy időtartományban mozog.

(IV.) Egy időpillanat soha nem egy idő tartomány.

Az utolsó premissza cáfolhatatlannak tűnik. Miért? Azért mert az időpillanat egy már tovább nem osztható valami, az időtartomány viszont folytonos időt feltételezve, mindig tovább osztható. Valami tehát vagy időpillanat, vagy időtartomány. Ez azonban nem zárja ki, hogy egy időtartomány időpillanatokból áll, csak a fogalmi különbségre utal. Diszkrét időt feltételezve a legrovidebb időtartomány két egymást követő időpillanat, folytonos időt feltételezve viszont nem értelmezhető a valamely időpontra rákövetkező időpillanat. (Ne keverjük össze a folytonost a folyamatossal. Utóbbi mind folytonos mind diszkrét időben értelmezhető.)

A második premissza is megingathatatatlannak tűnik. Ha a nyíl pályáját valamely  $s$  függvény írja le az időben, akkor a függvény argumentum értékeire értelmezve van a függvény értéke, tehát minden  $t$  időpontra van olyan  $y$ , hogy  $y = s(t)$ .

A helyzet tehát a következő: vagy (I) -et kell elvessük, és akkor Zénónnak igaza van, vagy (III.)-kell elvessük, ekkor Newton követői vagyunk. Vizsgáljuk meg közelebbről mit is állít (III.) Valójában azt állítja, hogy ha a nyíl  $t_1$  időpillanatban  $s_1$  helyen van, akkor a nyíl áll. Mielőtt ezt matematikai szempontból megvizsgáljuk, vizsgáljuk meg egy szemléletes példával. Az alábbi két ábra közül az egyik a  $t_1$  helyen álló, a másik a  $t_1$  helyen mozgó nyílt ábrázolja. Meg tudjuk-e mondani, hogy melyik a kettő közül a mozgó nyíl ábrája, a balra, vagy a jobbra mutató nyíl? Nem tudjuk, mert azt sem tudjuk megmondani, hogy melyik ábrázolja az állót. A probléma a következő. Egy pillanat alatt a nyíl semennyit sem tud előrehaladni, csakhogy ebből mégsem következik, hogy abban a pillanatban a nyíl sebessége nulla. Ez ellentmond a józan észnek, mégis igaz. Miképpen látható ez be? Kétféleképpen is elmondom. Elmondom általános iskolai ismereteket, és elmondom középiskolás ismereteket föltételezve is.



1. ábra

Elemi iskolai tananyag, hogy: út = sebesség  $\times$  idő. Ez így azért nem elég pontos, pontosabban így fest: a nyíl által megtett út = a nyíl sebessége  $\times$  az eltelt idő. Képlettel:  $s = v \times t$ . Zénón abból, hogy  $s = 0$  arra következtetett, hogy akkor  $v = 0$ , azaz a nyíl áll. Ez azonban hibás következtetés, mert ez csak az egyik lehetőség, a másik lehetőség az, hogy az eltelt idő, azaz  $t = 0$  és a sebesség viszont nem nulla. Ezért téves volt a következtetése, de Zénón sem az ilyen formulákat, sem a sebesség fogalmát nem ismerte, így neki nem róható föl a tévedés.

Középiskolás fokon még precízebben és általánosabban fogalmazhatunk. A nyíl helyét minden időpillanatban megadja az  $s$  út-idő függvény egy  $T$  időtartományban, de mi írja le a sebességét? Feltéve, hogy a nyíl út-idő függvénye  $T$  időtartomány minden pillanatában differenciálható, a nyíl sebességét az  $s$  függvény  $s'$  derivált függvénye írja le  $T$  időtartományban. A derivált függvény ekkor minden időpillanatban megadja a nyíl sebességét, legalábbis a newtoni fizika szerint. Tehát igenis értelmezhető a nyíl sebessége minden időpillanatban, nem csak egy időtartományban. A nyílnak van sebessége minden időpillanatban, és a nyíl akkor áll valamely  $t$  időpillanatban, ha a sebesség függvény értéke abban a  $t$  időpillanatban nulla, mozog más esetben. Amikor pl. a nyílvessző visszapattan, akkor egy pillanatra megáll, hasonlóan egy pattogó labdához. Ugyanakkor amennyiben csak egyetlen időpontban ismerjük a nyíl helyét, az alapján nem tudjuk meghatározni a pályáját leíró függvényt, és így a sebesség függvényét sem. Ha csak egyetlen hely-időpont értéket ismerünk, az alapján nem határozható meg a függvény abban a pontban lévő differenciál hányadosa, mivel nem meghatározható az ahhoz a függvény értékhez tartozó érintő. Ha nem határozható meg az érintő, akkor a sebesség sem határozható meg, azaz nem tudjuk, hogy a nyíl áll vagy mozog. Ezért nem tudunk a fenti két ábra között választani.<sup>3</sup>

<sup>3</sup>Ruzsa Imre szerint Zénón a tér és idő atomos szerkezetének föltevéséből a mozgás lehetetlenségére következtet. Csakhogy az ellentmondás levezetésekor nem hivatkoztunk az idő vagy a tér folytonos vagy diszkrét (atomos) természetére. A lényeg abban van amit később ír: „Tehát abból, hogy 'a  $P$  pont a  $t$  időpontban a tér  $(x, y, z)$  koordinátájú pontjában van', a  $P$  pont nyugalmi vagy mozgási állapotára nem lehet következní, ...” A matematika néhány filozófiai problémájáról (1966) Bp., Tankönyvkiadó p.66.,67. Az akkoriban kötelező marxista tanítás szerint „Zénón a mozgás objektíve meglévő ellentmondását fejezi ki: mozogni annyi, mint valahol lenni, és ugyanakkor nem ott lenni.” Kellott bizonyos bátorság, egy mégoly eldugott helyen is, a kötelező dogmát tagadni. Bertrand Russell számos helyen foglalkozott Zénón aporiáival, és gyakran megváltoztatta álláspontját. Egy helyütt ezt írta: „a given instant, it is where it is ... but we cannot say that it is at rest at the instant.” Our Knowledge of the External

Richard Mark Sainsbury a paradoxonokról írt népszerű könyvében szintén említi a nyíl paradoxont. Bemutatja a probléma megoldását Newton szellemében, számára azonban ez nem „a megoldás”, hanem csak egy a lehetséges megoldások közül, azaz csak egy vélemény. Szerintem téved, a klasszikus fizika megoldása elől ebben a kérdésben lehetetlen kitérni. Gondoljuk végig a következőket a nyíl példájánál maradva. A jobb oldali zárójelbe tett számok mutatják hogy miből következik a sor, mellette az szerepel, hogy milyen megfontolások alapján. A példa általánosítható.

\*(1) A nyíl minden  $t$  időpillanatban van valahol.

\*(2) A nyílnak minden  $t$  időpillanatban van  $s(t)$  helye. (1)józan ész

\*(3) Létezik a nyíl  $s$  út-idő függvénye. (2)matematika

\*\* (4) Tegyük fel hogy a nyíl út-idő függvénye minden időpillanatban differenciálható. Ez a második premissza a klasszikus fizika föltevése

\*\* (5) Létezik a nyíl sebességét leíró  $s'$  derivált függvény. (4)matematika

\*\* (6) A nyílnak minden  $t$  időpillanatban meghatározott az  $s'(t)$  sebessége, amelyik lehet nulla, vagy nem nulla; azaz minden időpillanatban létezik a nyíl sebessége. (5)fizika

(7) Ha a nyíl minden  $t$  időpillanatban van valahol, és az út-idő függvénye deriválható, akkor abból, hogy valamely  $t_1$  időpillanatra  $a = s(t_1)$  nem következik, hogy  $0 = s'(t_1)$ . (1) (4)

A newtoni fizika megoldása csak akkor vitatható, csak akkor pusztán egy a lehetséges megoldási javaslatok közül, ha vitatható, hogy a nyíl minden  $t$  időpillanatban van valahol vagy az út-idő függvénye deriválható. Utóbbi kérdésben a fizika kompetens, a filozófia illetékességi köre arra korlátozódik, hogy a nyíl minden  $t$  időpillanatban van valahol. Megkérdőjelezhető-e ez utóbbi álláspont? Úgy gondolom nem, és ezért a klasszikus fizika megoldása sem kérdőjelezhető meg.<sup>4</sup>

Mindebből az következik, hogy a nyíl paradoxon nem bizonyítja a mozgás ellentmondásos mivoltát, és föltéve, hogy az ellentmondásos fogalmak terjedelme üres, nem cáfolja meg a mozgás

---

World (1914) Hogy pontosan mit gondolt Zénón, azt természetesen senki sem tudja, mivel nem maradtak fenn írásai, sem azok másolatai. Gondolhatott arra is, ahogy én rekonstruáltam a Nyíl aporiát, és ha erre gondolt, akkor formál logikailag igaza volt, valóban levezethető az ellentmondás. Az hogy logikai alapon ellentmondásosnak látta a mozgás fogalmát, bizonyítja éles eszét, az hogy manapság sok filozófus lát itt ellentmondást, épp ellenkezőleg. Richard Mark Sainsbury, Paradoxonok. (2012) Bp., Typotext, p.25.

<sup>4</sup>A mozgás kérdése ugyanakkor átvezethet bonyolult, csak szűk kör számára érthető matematikai elméletek bemutatásához. V.ö. ezzel kapcsolatban Benedek András: Válasz Zénónnak? in. Tudomány és történet szerk: Forrai Gábor – Margitay Tihamér, Typotex, Bp. 2002.

tulajdonságának létét. Ha valami rejtély a mozgással kapcsolatban, akkor az, hogy több mint háromszáz évvel Newton után miért ismételték ezt sok kortárs filozófus.

### **Addendum a nyíl paradoxonhoz**

1. Van-e tapasztalati bizonyíték arra, hogy a nyílnak minden egyes időpillanatban van sebessége? Igen van. Helyezzünk apró mágneset a nyílvesszőre, majd lőjük át egy kellően nagy átmérőjű indukciós tekercsen (solenoid), és oszcilloszkópon figyeljük meg az indukált feszültség jelleg-görbáját. Látni fogjuk, hogy miközben a nyílvessző mozog a solenoid belsejében, folyamatosan feszültséget mérünk, aminek az oka, a nyíllal együtt mozgó mágnes. Ezzel igazoltuk, hogy a mozgó nyílnak folyamatosan (minden időpillanatban) van sebessége.

2. Milyen következményei lennének az idő és tér atomos szerkezetű feltételezésének? A távolság fogalmát nem tudnánk a szokásos módon, egyértelműen meghatározni; a sebesség változása esetén pedig diszkrét időben más sebesség adódna az előző, és más a következő idő atom figyelembe vételével, azaz a sebesség a test pillanatnyi helyzetére vonatkoztatva nem lenne egyértelmű. Talán mindkét probléma orvosolható valamilyen módon, de a probléma jelentkezése világosan mutatja, hogy a klasszikus szemlélet mennyire indokolt és jól megalapozott.

Kiegészítés angolul tudóknak. Az alábbiak különféle álláspontokat reprezentálnak, van, amivel egyetértek, van, amivel nem, de az utóbbiak is érdekesek és tanulságosak:

### **S. Marc Cohen**

Zeno's Paradox of the Arrow (S. Marc Cohen) <sup>5</sup> A reconstruction of the argument (following 9=A27, Aristotle Physics 239b5-7:

1. When the arrow is in a place just its own size, it's at rest.
2. At every moment of its flight, the arrow is in a place just its own size.
3. Therefore, at every moment of its flight, the arrow is at rest.

Aristotle's solution:

The argument falsely assumes that time is composed of „nows” (i.e., indivisible instants).

---

<sup>5</sup><https://faculty.washington.edu/smcohen/320/ZenoArrow.html>

There is no such thing as motion (or rest) „in the now” (i.e., at an instant).

Weakness in Aristotle’s solution: it seems to deny the possibility of motion or rest „at an instant.” But instantaneous velocity is a useful and important concept in physics:

The velocity of  $x$  at instant  $t$  can be defined as the limit of the sequence of  $x$ ’s average velocities for increasingly small intervals of time containing  $t$ .

In this case, we can reply that if Zeno’s argument exclusively concerns (durationless) instants of time, the first premise is false: „ $x$  is in a place just the size of  $x$  at instant  $i$ ” entails neither that  $x$  is resting at  $i$  nor that  $x$  is moving at  $i$ .

Perhaps instants and intervals are being confused.

„When?” can mean either „at what instant?” (as in „When did the concert begin?”) or „during what interval?” (as in „When did you read War and Peace?”).

- 1a. At every instant at which the arrow is in a place just its own size, it’s at rest. (false)
- 2a. At every instant during its flight, the arrow is in a place just its own size. (true)
- 1b. During every interval throughout which the arrow stays in a place just its own size, it’s at rest. (true)
- 2b. During every interval of time within its flight, the arrow occupies a place just its own size. (false)

Both versions of Zeno’s premises above yield an unsound argument: in each there is a false premise: the first premise is false in the „instant” version (1a); the second is false in the „interval” version (2b). And the two true premises, (1b) and (2a), yield no conclusion.

A final reconstruction

In this version there is no confusion between instants and intervals. Rather, there is a fallacy that logic students will recognize as the „quantifier switch” fallacy. The universal quantifier, „at every instant,” ranges over instants of time; the existential quantifier, „there is a place,” ranges over locations at which the arrow might be found. The order in which these quantifiers occur makes a difference! (To find out more about the order of quantifiers, [click here](#).) Observe what happens when their order gets illegitimately switched:

- (1c) If there is a place just the size of the arrow at which it is located at every instant between



$t_0$  and  $t_1$ , the arrow is at rest throughout the interval between  $t_0$  and  $t_1$ .

(2c) At every instant between  $t_0$  and  $t_1$ , there is a place just the size of the arrow at which it is located. We will use the following abbreviations:

$L(p, i) :=$ The arrow is located at place  $p$  at instant  $i$

$R :=$ The arrow is at rest throughout the interval between  $t_0$  and  $t_1$

The argument then looks like this:

(1c) If there is a  $p$  such that for every  $i$ ,  $L(p, i)$ , then  $R$ .

$\exists p \forall i L(p, i) \rightarrow R$

(2c) For every  $i$ , there is a  $p$  such that:  $L(p, i)$ .

$\forall i \exists p L(p, i)$

But (2c) is not equivalent to, and does not entail, the antecedent of (1c):

There is a  $p$  such that for every  $i$ ,  $L(p, i)$

$\exists p \forall i L(p, i)$

The reason they are not equivalent is that the order of the quantifiers is different. (2c) says that the arrow always has some location or other („at every instant  $i$  it is located at some place  $p$ ”) – and that is trivially true as long as the arrow exists! But the antecedent of (1c) says there is some location such that the arrow is always located there („there is some place  $p$  such that the arrow is located at  $p$  at every instant  $i$ ”) – and that will only be true provided the arrow does not move! So one cannot infer from (1c) and (2c) that the arrow is at rest.

The Arrow and Atomism

Although the argument does not succeed in showing that motion is impossible, it does raise a special difficulty for proponents of an atomic conception of space. For an application of the Arrow Paradox to atomism, click here.

## Chris Mortensen

Mortensen, Chris, „Change and Inconsistency”, The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Winter 2016 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL=<<https://plato.stanford.edu/archives/win2016/entries/change/>>.

Kiemelvek az érdekes tanulmányból két erősen vitatható pontot:

7p. If the car's position function  $f$  is given by, say,  $f(t) = t^2$ , then its speed is  $2t$ . If motion is defined as having non-zero speed, then the car is motionless at  $t = 0$ . On the other hand, at all it is in motion, so there is surely no puzzle about when it could ever begin: there is no first instant of motion. Az egyenletek a dimenziók figyelembe vételével hibásak: az idő négyzete nem távolság, az idő konstanssal szorozva nem sebesség. Helyesen:  $f(t) = 1/2 \times a \times t^2$  (' $a$ ' a gyorsulás mértéke), a sebesség ( $v$ ) pedig  $v = a \times t$ .

8p. However, there are more troublesome special cases. Suppose that the car's position function is given by:  $f(t) = 0$  for all  $t < 0$ , else  $f(t) = t$ . Then speed is zero for all  $t < 0$ , and speed is 1 for all  $t > 0$ . But what of? Helyesen  $f(t) = v \times t$ , és  $v = 1m/sec$ . A válasz: 1, mivel a függvény értelmezett a 0 helyen, tehát ott derivált értéke is van.

## Casey D. McCoy

C.D.McCoy: On Classical Motion (2018) Philosophers' Imprint (forthcoming)

Abstract: The impetus theory of motion states that to be in motion is to have a non-zero velocity. The at-at theory of motion states that to be in motion is to be at different places at different times, which in classical physics is naturally understood as the reduction of velocities to position developments. I first defend the at-at theory against the criticism raised by Arntzenius that it renders determinism impossible. I then develop a novel impetus theory of motion that reduces positions to velocity developments. As this impetus theory of motion is by construction a mirror image of the at-at theory of motion, I claim that the two theories of motion are in fact epistemically on par-despite the unfamiliar metaphysical picture of the world furnished by the impetus version.

## Angie Hobbs

Professor Angie Hobbs moves on to describe The Arrow paradox, which is perhaps the most challenging of all Zeno's paradoxes. <https://youtu.be/IPNttsu8x24> So, onto the arrow Aristotle says that all the Zeno's paradoxes denying the possibility of motion present problems to those, who try to solve them and I think, we're going to find this is particularly true about the arrow. So, according to Aristotle, Zeno claims that the flying arrow is at rest. Notice just how

paradoxical this is. The air has already got to be in motion. It's got to be flying for the paradox to work. If you said the motionless arrow is motionless, that's not a paradox. It's the fact, it's the flying arrow is at rest that's, what makes this so particularly tricky. Now Aristotle says that this only works paradox, only works, he claims, if you regard time as composed of nows'. In the Greek 'ecto nuna nuna' being the word for now', and that, if you don't regard time like this, the paradox doesn't follow. So we're going to first of all construct a paradox, but then, we're going to have to ask do we have to regard time as composed of now', what does now noon' mean, and the Greek, anyway but first let's see how we know constructed this arrow paradox, at least as according to Aristotle. And don't forget we don't have Xena's book of 40 paradoxes, we just have a few of them paraphrased, interpreted outlined, we don't quite know what in later writers, such as Aristotle.

So first of all premise 1:

\*(1) Anything occupying a place just its own size is at rest.

\*\* (2) In the present, in the now the noon, what is moving occupies a place just its own size.

(3) In the present what is moving is at rest. (1)(2)

\*\*\* (4) For what is moving always moves in the present.

Conclusion:

\*\*\* (5) What is moving is always throughout its movement at rest. (3)(4)

Okay, so the claim is that, everything is at rest for any temporal interval, during which it occupies a place equal to itself. But one might counter, this is only true, if the thing in question, say the arrow, occupies the same place for that stretch of time. The moving arrow clearly doesn't do this, it does not occupy the same place for that stretch of time. But what if time were not infinitely divisible, as in the dichotomy and Achilles and the tortoise. But finitely divisible into indivisible minimal indivisible chunks, wouldn't the arrow then be trapped in one indivisible chunk of time, and therefore in the same place for this indivisible chunk, and therefore motionless. And if you're meant to regard the entire flight of the arrow is composed of these indivisible chunks, then the arrow would be motionless throughout its flight, just as we know claims. So problems

arise, if we think of time as composed of mouths of periods with a dimension as tiny indivisible chunks of time. So let's suppose that time is after all infinitely divisible, and that now refers to a moment a dimensionless instant now. At first glance this would seem to give us a way out, as we can say okay, admittedly you can't tell whether the arrow is moving or not moving at any one dimensionless moment, because you would need reference to at least two dimensionless moments to work out whether the arrow has moved, but this does not mean that, you can say that the arrow is not moving throughout its flight, because the flight is not composed of a series of dimensionless moments. No stretch of time is composed of a series of moments any more, than a line in space is composed of its dimensionless points. This looks more promising. We've got the moving arrow moving again, but we still have a huge problem on our hands, and it concerns the nature of time, because: when exactly does the moving arrow move, if the present then now is simply a dimensionless moment. What is the present, if it's simply a dimensionless dividing line between past and future? When does the arrow possibly move, maybe we can only ever say that the arrow has moved and not that it is moving now. So problems arise with the arrow paradox whether we think of time as finitely or infinitely divisible, and if time exists, it must be one or the other. So maybe time doesn't exist just the xenos master Parmenides had originally claimed.