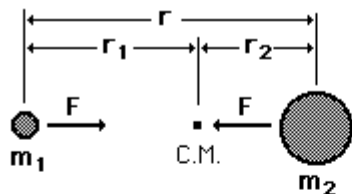


Proč je redukovaná hmotnost >poloviční< než je hmotnost >zprůměrovaná z obou těles< ??

Reduced Mass



The relative motion of two objects which are acted upon by a central force can be described by Newton's Second Law as if they were a single mass with a value called the "reduced mass".

From Newton's Third Law $m_1 a_1 + m_2 a_2 = 0$

The relative acceleration of the two masses is $a = a_1 - a_2$

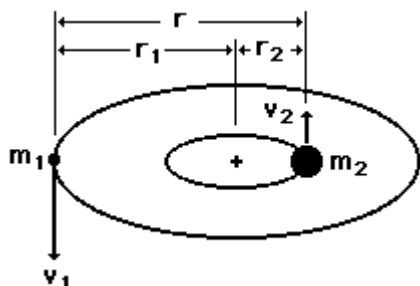
Since a_2 is negative, this can be rewritten in terms of the magnitudes of the quantities:

$$a = F \left[\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right] = F \left[\frac{m_1 + m_2}{m_1 m_2} \right]$$

$$F = \mu a \quad \text{where} \quad \mu = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} = \text{reduced mass}$$

From the [gravity force](#) and the necessary [centripetal force](#):

$$\frac{G m_1 m_2}{[r_1 + r_2]^2} = \frac{m_1 v_1^2}{r_1} = \frac{m_2 v_2^2}{r_2}$$



If you are riding on one of the masses, the relative motion equation has the same form if you substitute the [reduced mass](#)

$$\mu = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$$

which gives the orbit equation:

$$\frac{G m_1 m_2}{r^2} = \frac{\mu v^2}{r} \quad (R)$$

Toto jsem opsal od pánů fyziků a...

zopakuj to : $F = \mu \cdot v^2 / x = G m_1 \cdot m_2 / x^2 \quad (1); \quad (\mu = m_1 \cdot m_2 / m_1 + m_2)$

Udělám si zkušební příklad tak, že >náhodou< budou obě hmotnosti stejné : $m_1 = m_2$, pak :

? $M = m_1 = m_2 = ? \mu$

(poznámka : m_1 a m_2 tu budou dvě nějaká konkrétní tělesa s konkrétní hmotností ; M tu bude nějaké obecně hmotné těleso a μ tu bude ona „fyziky vymyšlená“ redukovaná hmotnost)

Zjistíme jednoduše, že :

$$\mu = 1/2 M = M \cdot M / M + M = m_1 \cdot m_2 / m_1 + m_2 \quad (\text{při } m_1 = m_2)$$

Takže redukovaná hmotnost μ je „poloviční“ než >zprůměrované< těleso soustavy. Bude tedy :

$M = m_1 = m_2 = 2 \mu$ kontrola :

μ

\Downarrow

$$= 2 \mu \cdot 2 \mu / 2 \mu + 2 \mu$$

což platí

a rovnice (1) by měla vypadat takto :

$$F = \frac{\mu \cdot v^2}{x} = \frac{G m_1 \cdot m_2}{x^2} = \frac{1/2 \cdot m_2 \cdot v^2}{x} = \frac{G \cdot M \cdot M}{x^2} = \frac{1/2 \cdot M \cdot v^2}{x} \quad (2)$$

Poznámka : v rovnici (1) bylo použito „v“ bez zřetele k tomu jak je velké vůči „c“ ; (v < c) čili v rovnicích (1) ani (2) nekorelují „v“ nebo „x“ a „t“ s mou konvencí a bude nutné to uvést v soulad. Takto :

$$(2) \quad F = \frac{\mu \cdot v^2}{x} = \frac{G m_1 \cdot m_2}{x^2} = \frac{1/2 \cdot m_2 \cdot v^2}{x} \quad (\text{při } m_1 = m_2 = m = 2\mu)$$

$$\text{V jiné podobě (2) bude : } 1 = G \frac{m_1 \cdot m_2}{v^2 x \cdot \mu} = G \frac{m \cdot k \cdot \sqrt{2} m_0 \cdot 2}{v^2 x \cdot k \cdot \sqrt{2} m_0} = G \frac{m \cdot k \cdot \sqrt{2} m_0 \cdot 2}{v^2 x \cdot m}$$

Tak budu dedukovat takto :

$$(2) = (3) \quad \frac{1}{2} \frac{v}{t} \frac{m^* \cdot m^*}{x^2} = G \cdot \frac{m^* \cdot m^*}{x^2} \quad (\text{při } m_1 = m_2 = m^* = 2\mu)$$

m* - hvězdička znamená, že ikdyž platí předpoklad rovnosti hmotností, není ještě prověřen soulad s mou konvencí zda $\frac{m^*}{2}$ bude totožné s $\frac{m}{2}$ anebo s $\frac{m_0}{2}$...

$$\Downarrow c^2 \quad \frac{m^* \cdot t}{v \cdot x^2}$$

$$1 = \frac{c^2}{v^2} \cdot G^* \cdot \frac{m^* \cdot t}{v \cdot x^2}$$

$$\Downarrow \quad 1 = \frac{c^2}{v^2} \cdot \frac{2}{c} \cdot \frac{m^* \cdot t}{v \cdot x^2} = \frac{c^2}{v^2} \cdot \frac{2}{c} \cdot \frac{v^2 \cdot c \cdot t \cdot t}{v \cdot x^2} \quad (\text{to je volba zkusmo})$$

(poznámka : substitute byly navrženy takto : $\frac{c^2 \cdot v \cdot t_c}{v^2 \cdot c \cdot t_v} = m / m_0 = x_c / x_v \dots$ viz jiné www)

$$1 = \frac{2}{c} \cdot \frac{c^2 \cdot c \cdot t_v \cdot t}{v \cdot x^2} = \frac{2}{c} \cdot \frac{c^2 \cdot v \cdot t_c}{v^2} \cdot \frac{t \cdot c}{x^2}$$

$$1 = \frac{2 \cdot t_v}{c \cdot t_c} \cdot \frac{c^2 \cdot v \cdot t_c}{v^2} \cdot \frac{x_c}{x^2}$$

(opět volba x^2 zkusmo)

$$1 = \frac{2 \cdot t_v}{c \cdot t_c} \cdot \frac{c^2 \cdot v \cdot t_c}{v^2} \cdot \frac{x_c}{x_v \cdot x_c}$$

$$\underline{v^2 = 2 \cdot c} \quad \Leftarrow \quad 1 = \frac{2 \cdot t_c}{c \cdot t_v} \cdot \frac{c^2 \cdot v \cdot t_c}{v^2 \cdot x_v} \cdot \frac{t_v^2}{t_c^2} = G \cdot \frac{m \cdot t_v^2}{v^2 \cdot x_v \cdot t_c^2}$$

$$\Downarrow$$

$$\frac{1}{2} = \frac{c}{v^2} \cdot \frac{2 \cdot v^2}{c^2}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{2}{c} \cdot \frac{c \cdot v^2}{c \cdot v^2} = \frac{2 \cdot t_c}{c \cdot t_v} \cdot \frac{m}{c^2 \cdot x_v} \cdot \frac{t_v^2}{t_c^2} = \frac{2 \cdot t_c}{c \cdot t_v} \cdot \frac{m \cdot t_v}{v \cdot x_c^2}$$

$$\frac{1}{2} \frac{m v}{t_v} = G \cdot \frac{m \cdot m}{x_c^2} = G \cdot \frac{m \cdot m_0}{x_c \cdot x_v} \quad (3^*)$$

$$\frac{1}{2} \frac{m v^2}{x_c} = G \cdot \frac{m \cdot m_0}{x_c \cdot x_c} \quad (3^*)$$

což je naprostá shoda s jejich rovnicí (R) výše

↓

$$\frac{\mu v}{t_v} = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{x_c^2} \quad (3^{**}) \quad (\text{při } m_1 = m_2 = 2\mu)$$

Takže redukovaná hmotnost μ je opravdu „poloviční“ než >zprůměrované< těleso soustavy.

Takže jsem dosáhl pomocí několika voleb shody mezi (3*) a parabolou ve tvaru $v^2 = 2 \cdot c$ při možnosti dalšího použití (využití) mé konvence.

Přehled dalších možných (vhodných) parabol je :

$$v^2 = 2 \cdot c \quad 1 = \frac{2 \cdot t_v}{c \cdot t_c} \cdot \frac{c^2 \cdot v \cdot t_c}{v^2 \cdot x_v} = \frac{G^* \cdot m}{v^2 \cdot x_v} = \frac{2 \cdot t_c}{c \cdot t_v} \cdot \frac{c^2 \cdot v \cdot t_c}{v^2 \cdot x_v} \cdot \frac{t_v^2}{t_c^2}$$

$$v^2 = \sqrt{2} \cdot c \quad 1 = \frac{2}{c} \cdot \frac{v^2 \cdot c \cdot t_v}{v^2 \cdot x_v} = \frac{G^{**} \cdot m_0}{v^2 \cdot x_v} = \frac{2 \cdot t_c}{c \cdot t_v} \cdot \frac{v^2 \cdot c \cdot t_v}{v^2 \cdot x_v} \cdot \frac{t_v}{t_c}$$

$$v^2 = 1 \cdot c \quad 1 = \frac{2}{c} \cdot \frac{v^2 \cdot c \cdot t_v}{v \cdot c \cdot x_v} = \frac{G^{**} \cdot m_0}{v \cdot c \cdot x_v} = \frac{2 \cdot t_c}{c \cdot t_v} \cdot \frac{v^2 \cdot c \cdot t_v}{v^2 \cdot x_c} \quad (a)$$

$$v^2 = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot c \quad 1 = \frac{2}{c} \cdot \frac{v^2 \cdot c \cdot t_v}{c^2 \cdot x_v} = \frac{G^{**} \cdot m_0}{c^2 \cdot x_v} = \frac{2 \cdot t_c}{c \cdot t_v} \cdot \frac{v^2 \cdot c \cdot t_v}{v \cdot c \cdot x_c} \quad ; (c^2 = 2 \cdot v)$$

$$v^2 = \frac{1}{2} \cdot c \quad 1 = \frac{2 \cdot t_c}{c \cdot t_v} \cdot \frac{v^2 \cdot c \cdot t_v}{c^2 \cdot x_c} = \frac{G \cdot m_0}{c^2 \cdot x_c} = \frac{2 \cdot t_c}{c \cdot t_v} \cdot \frac{v^2 \cdot c \cdot t_v}{c^2 \cdot x_c}$$

(a) -> tvar této paraboly je v symetrické pozici k >okolním parabolám< a bude vhodné prostudovat souvislosti .

$$1 = \frac{2 \cdot t_c}{c \cdot t_v} \cdot \frac{v^2 \cdot c \cdot t_v}{v^2 \cdot x_c} = G \cdot \frac{m_0}{v^2 \cdot x_c} \quad (a)$$

budu chtít dát do souladu (a) s (3*)

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{m \cdot v}{t_v} = G \cdot \frac{m_0 \cdot m}{x_v \cdot x_c} \quad (a) \quad \underline{v^2 = 1 \cdot c}$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{m \cdot v}{t_v} = G \cdot \frac{m \cdot m}{x_c^2} = G \cdot \frac{m \cdot m_0}{x_c \cdot x_v} \quad (3^*) \quad \underline{v^2 = 2 \cdot c}$$

a tak když páni fyzikové napíší “ μ “, tak

$$\frac{\mu \cdot v}{t_v} = G \cdot \frac{m \cdot m}{x_c^2} = G \cdot \frac{m \cdot m_0}{x_c \cdot x_v} \quad (3^*) \quad \underline{v^2 = 2 \cdot c}$$

mají „pravdu“, a družice jim létat budou...ale číselně je “ μ “ poloviční a tím pádem je to >jiný typ< paraboly.

...a přitom podle „relativistického vysvětlení“ prý když se $v \rightarrow c$, pak se $m_0 \rightarrow m$...čili

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{m_0 \cdot v \rightarrow c}{t_v} = G \cdot \frac{m_0 \cdot m_0 \rightarrow m}{x_c \cdot x_v} \quad (3^*) \quad \underline{v^2 = 2 \cdot c}$$

ač je elegantnější a pravdivější, že dle $m/m_0 = x_c/x_v$ se to mění takto :

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{m_0 \cdot v}{t_v} = G \cdot \frac{m_0 \cdot m}{x_c \cdot x_c} \quad (3^*) \quad \underline{v^2 = 2 \cdot c}$$

prof. Podolský píše takto : „Sílu gravitační vlny popisuje její **amplituda** , kterou fyzikové standardně označují symbolem h. Je to bezrozměrné číslo vyjadřující, jak velkou relativní změnu vzdálenosti dvou testovacích částic (resp. deformaci objektu) vlna svým průchodem vyvolá, t.j. $h = \Delta L/L$, kde L je počáteční vzdálenost částic a ΔL je změna jejich vzájemné vzdálenosti. Velmi přibližně platí vztah $h = 10^{-17} E/r$, kde r je vzdálenost zdroje...ze směru, amplitudy, frekvence a polarizace gravitačních vln by bylo možné zjišťovat vlastnosti těch nejexotičtějších astrofyzikálních zdrojů. Historie nám navíc dává dobré důvody k naději, že pomocí gravitačních vln odhalíme také jevy dnes netušené. “

XX.

Binary Circular Orbit

From the [gravity force](#) and the necessary [centripetal force](#):

$$\frac{Gm_1m_2}{[r_1 + r_2]^2} = \frac{m_1v_1^2}{r_1} = \frac{m_2v_2^2}{r_2}$$

If you are riding on one of the masses, the relative motion equation has the same form if you substitute the [reduced mass](#)

$$\mu = \frac{m_1m_2}{m_1 + m_2}$$

which gives the orbit equation:

$$\frac{Gm_1m_2}{r^2} = \frac{\mu v^2}{r}$$

A přesto fyzikové nenapíší :

$$E_P = \frac{G m_1 \cdot m_1}{r^2} = \frac{1/2 m_1 \cdot v^2}{r} = \frac{1/2 m_2 \cdot v^2}{r} = - E_K$$

ale píší :

$$E_P = \frac{G m_1 \cdot m_1}{r^2} = \frac{m_1 \cdot v_1^2}{r} = \frac{m_2 \cdot v_2^2}{r} = - 2 E_K$$

Problém redukované hmotnosti naleznete též v :

Literatura , třebaš Ullmann „Gravitace...“ str. 13 říká, že :

$$m = \frac{m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2} \quad \dots(9) \text{ redukovaná hmotnost}$$

(a mě se to nelíbí ..., zatraceně)

Píše pan Pavlíček ve svých skriptech, že :

V konečném stavu platí: $\vec{p}_b = -\vec{p}_B \rightarrow$ pouze jedna nezávislá hybnost (zvolme p_b).

Jestli $dE_0 = dE_b + dE_B$:

$$\frac{d\nu'}{dE_0} = \frac{1}{dE_b + dE_B} \frac{4\pi V p_b^2 dp_b}{(2\pi\hbar)^3}$$

Dosadíme za $dE=(p/m)dp$:

$$dE_b + dE_B = \frac{p_b}{m_b} dp_b + \frac{p_B}{m_B} dp_B = \left(\frac{1}{m_b} + \frac{1}{m_B} \right) p_b dp_b = \frac{1}{m_f} p_b dp_b$$

Kde m_f je redukovaná hmotnost konečného stavu. Pak dostaneme:

$$\frac{d\nu'}{dE_0} = \frac{4\pi V}{(2\pi\hbar)^3} m_f p_b$$

a opět je ta jejich m_f poloviční, protože je to furt na jedno kopyto :

$$\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} = \frac{1}{\mu}$$

$$\frac{m_2}{m_1 \cdot m_2} + \frac{m_1}{m_2 \cdot m_1} = \frac{1}{\mu} \quad \rightarrow \rightarrow \rightarrow \mu \cdot m_2 + \mu \cdot m_1 = m_2 \cdot m_1$$

$$\mu = \frac{m_2 \cdot m_1}{m_2 + m_1}$$

leden 2003

$$1 = \frac{2 \cdot t_c}{c \cdot t_v} \cdot \frac{m_0}{c^2 \cdot x_v \cdot k} = \frac{2 \cdot t_c}{c \cdot t_v} \cdot \frac{m_0 \cdot k}{v^2 \cdot x_{HV}} = \frac{2 \cdot t_c}{c \cdot t_v} \cdot \frac{m_0 \cdot t_c^2}{u^2 \cdot x_{HV} \cdot t_w^2 \cdot k} = \frac{2 \cdot t_c}{c \cdot t_v} \cdot \frac{m_0 \cdot k \cdot t_v^2}{w^2 \cdot x_{HV} \cdot t_c^2}$$

$$v^2 = 2 \cdot c \quad 1 = \frac{2 \cdot t_v}{c \cdot t_c} \cdot \frac{c^2 \cdot v \cdot t_c}{v^2 \cdot x_v} = \frac{G^* \cdot m}{v^2 \cdot x_v} = \frac{2 \cdot t_c}{c \cdot t_v} \cdot \frac{c^2 \cdot v \cdot t_c}{v^2 \cdot x_v} \cdot \frac{t_v^2}{t_c^2}$$

(Napsal **Astroklub Kostkov**- Dr. Hric)

Předpokládáme, že se hmota ze systému nedo stává do okolního prostoru, čili $M_1 + M_2 = const$ a totéž platí i pro momenty hybnosti $L_1 + L_2 = const$

Pro jednoduchost předpokládáme kruhové dráhy. Moment hybnosti a redukovaná hmotnost jsou pak

$$L = \mu \sqrt{GMa}$$

$$\mu = \frac{M_1 M_2}{M_1 + M_2} = \frac{M_1 M_2}{M}$$

Derivací rovnic podle času dostáváme

$$\frac{dL}{dt} = \frac{d}{dt} (\mu \sqrt{GMa}) = 0 \Rightarrow$$

$$0 = \sqrt{GM} \left(\frac{d\mu}{dt} \sqrt{a} + \frac{\mu}{2\sqrt{a}} \frac{da}{dt} \right) \Rightarrow$$

$$\frac{1}{a} \frac{da}{dt} = - \frac{2}{\mu} \frac{d\mu}{dt}$$

$$\dot{M}_1 = -\dot{M}_2,$$

Protože ale také platí pak po dosazení do rovnice derivace redukované hmotnosti dostáváme

$$\frac{d\mu}{dt} = \frac{1}{M} \left(\frac{dM_1}{dt} M_2 + \frac{dM_2}{dt} M_1 \right)$$

$$\frac{d\mu}{dt} = \frac{\dot{M}_1}{M} (M_2 - M_1)$$

Konečným výsledkem jsou tyto dvě rovnice. Druhá rovnice vychází z 3. Keplerova

$$\frac{1}{a} \frac{da}{dt} = 2 \frac{\dot{M}_1}{M_1} \frac{M_1 - M_2}{M_1 M_2}$$

$$\frac{1}{\omega} \frac{d\omega}{dt} = - \frac{3}{2a} \frac{da}{dt}$$

zákona;

(opis) znova vyrobit

Problém redukované hmotnosti

Literatura , třebaš Ullmann „Gravitace...“ str. 13 říká :

$$m = \frac{m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2} \quad \dots(9) \text{ redukovaná hmotnost}$$

Zadejmež předpoklad : $m = k \cdot m_1 = K \cdot m_2$
 předpoklad dosadím do (9) :

$$k \cdot m_1 = \frac{m_1 \cdot \frac{k \cdot m_1}{K}}{m_1 + \frac{k \cdot m_1}{K}} = \frac{K \left(\frac{k \cdot m_1^2}{K} \right)}{K \cdot m_1 + k \cdot m_1} = \frac{k \cdot m_1^2}{m_1 (K + k)}$$

↓

$k + K = 1$ čili bude :

$m = k \cdot m_1 = K \cdot m_2$

$m = 0,1 \cdot m_1 = 0,9 \cdot m_2$

.....
 V rovnici (9) když vypustím indexy u m-hmoty, tak bude :

$$m \neq \frac{m \cdot m}{m + m} \quad \dots(9^*)$$

$m (m + m) \neq m \cdot m$

$m^2 + m^2 \neq m^2$

$2 \cdot m^2 \neq m^2$

proto je nutné redukovanou hmotnost >řešit< jinak, takto :

$$\frac{1}{2} m = \frac{m \cdot m}{m + m} \quad \dots(9^{**})$$

$\frac{1}{2} m (m + m) = m \cdot m$

$\frac{1}{2} m^2 + \frac{1}{2} m^2 = m^2$

$m^2 = m^2$

..... kde je zakopaný pes ?

Budu ...(9^{**}) považovat za správnou a začnu řešení redukované hmotnosti znova :

$$\frac{1}{2} m = \frac{m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2} \quad \dots(9^{***})$$

$\frac{1}{2} m (m_1 + m_2) = m_1 \cdot m_2$

$\frac{1}{2} m \cdot m_1 + \frac{1}{2} m \cdot m_2 = m_1 \cdot m_2$

Dodejme koeficienty : $1/2 m = k \cdot m_1 = K \cdot m_2$

$$\begin{aligned} 1/2 m \cdot m_1 + 1/2 m \cdot m_2 &= m_1 \cdot m_2 \\ 1/2 (2k \cdot m_1) \cdot m_1 + 1/2 (2k \cdot m_1) \cdot (k \cdot m_1 / K) &= m_1 \cdot (k \cdot m_1 / K) \quad \{ : 1/km_1^2 \} \\ 1 + (k / K) &= 1 / K \\ K + k &= 1 \end{aligned}$$

..... kde je zakopaný pes ?

Vyjádříme-li hodnoty Planckovy konstanty a gravitační konstanty pomocí universálních hodnot (kvant) času a délky, dostaneme hodnoty uvedené v následující tabulce 1, ze kterých vyplývá číselná rovnost Planckovy konstanty a převrácené hodnoty gravitační konstanty (s rozměrem kg). Stejnou hodnotu hmotnosti (μ_0) lze získat z universálních konstant

Vyjádříme-li universální konstanty (c, h, G, k) pomocí (x_0 , t_0 , μ_0) dostaneme hodnoty uvedené v tabulce 2.

Tabulka 2: Universální konstanty "normované" podle kvant vzdálenosti, času a hmotnosti (x_0 , t_0 , μ_0)

Konstanta	Přepočet	Jednotka	Hodnota
Rychlost světla, c	$c \cdot t_0/x_0$	x_0/t_0	1
Planckova, h	$h \cdot t_0^2/x_0^2 \mu_0$	$\mu_0 x_0^2/t_0^2$	1
Gravitační, G	$G \cdot \mu_0 (t_0)^2/x_0^3$	$x_0^3/t_0^2 \mu_0$	1
Boltzmanova, k	$k \cdot t_0^2/x_0^2 \mu_0$	K^{-1}	$2,817 \cdot 10^{-33}$

Klidová a setrvačná hmotnost

Hmotnost získaná ze vztahu (3) není hmotnost skutečná, ale zdánlivá hmotnost pračástice. Skutečná hmotnost pračástice a celého vesmíru ($m_0 + M_0$) je skryta v tzv. redukované hmotnosti (μ_0), což lze přibližně vyjádřit vztahem (13).

$$\mu_0 = m_0 \cdot M_0 / (m_0 + M_0) \quad (13)$$

Během celého vývojového cyklu existuje n-rozměrný prostor obsahující určitý počet n-rozměrných bodů, který je vytvořen z tzv. klidové hmotnosti. Počet n-rozměrných bodů představuje základní veličinu našeho vesmíru - informaci (I_{\max}). Na počátku cyklu je jen jeden bod "obsazen" tzv. setrvačnou hmotností. Hmotnost tohoto bodu $M_0 = I_{\max} m_0$ (tj. přibližně $M_0 = \mu_0 I_{\max}$) spolu s hmotností všech (setrvačnou hmotností) neobsazených bodů (tvořených hmotností klidovou), jejichž hmotnost je m_0 , představují hmotnost celého vesmíru ($M_0 + m_0$). Setrvačná hmotnost jediného obsazeného bodu je přitahována klidovou hmotností všech neobsazených bodů, což je podstata všech interakcí v našem vesmíru (setrvačné hmotnosti se odpuzují stejně jako klidové hmotnosti). Proto dojde k dělení setrvačné hmotnosti a obsazování dalších bodů.

Informace je tedy ekvivalentní hmotnosti, jeden bit prostoru neobsazeného setrvačnou hmotností "váží" m_0 / I_{\max} (cca μ_0 / I_{\max}) a jeden bit obsazeného prostoru "váží" $\mu_0 = 5,455 \cdot 10^{-8}$ kg.

Pračástici si můžeme zjednodušeně představit jako "činku", na jejímž jednom konci je

soustředěna setrvačná hmotnost a na druhém konci veškerá klidová hmotnost všech okolních bodů. Ze vztahů (14) a (15) pro $M_0 = I_{\max} m_0$ platí, že poměr $x_{\max} / x_0 = I_{\max}$

$$x_{\max} = M_0 / (m_0 + M_0) \quad (14)$$

$$x_0 = m_0 / (m_0 + M_0) \quad (15)$$

Vztahy (16) a (17) mezi redukovanou hmotností a počátečními hmotnostmi (setrvačnou a klidovou) mají následující tvar:

$$m_0 = \mu_0 (I_{\max} + 1) / I_{\max} \quad (16)$$

$$M_0 = \mu_0 (I_{\max} + 1) \quad (17)$$

Nejmenší hmotností v našem vesmíru je klidová hmotnost n-rozměrného bodu m_0 / I_{\max} .