

ОСНОВНЕ ОСОБИНЕ СВЕТА

2

Александар Вукелја
aleksandar@masstheory.org

<http://www.masstheory.org>

Септембар 2010

О ауторским правима:
Дело је у јавном домену.

2.1. Теорема о асинхронном дејству

Из дефиниција поља 1.3. и 1.4. поред теореме о маси, може се извести и теорема о различитости (асинхроности) дејства међу пољима¹.

Теорема 2.1. Поље чије се кретања мења, у времену док промена у односу на друга поља траје, делује на остала поља силама различитим од сила под чијим се дејством оно само налази.

Доказ: Посматрајмо два поља q_1 и q_2 на слици 1а. Поља су у стању мировања.

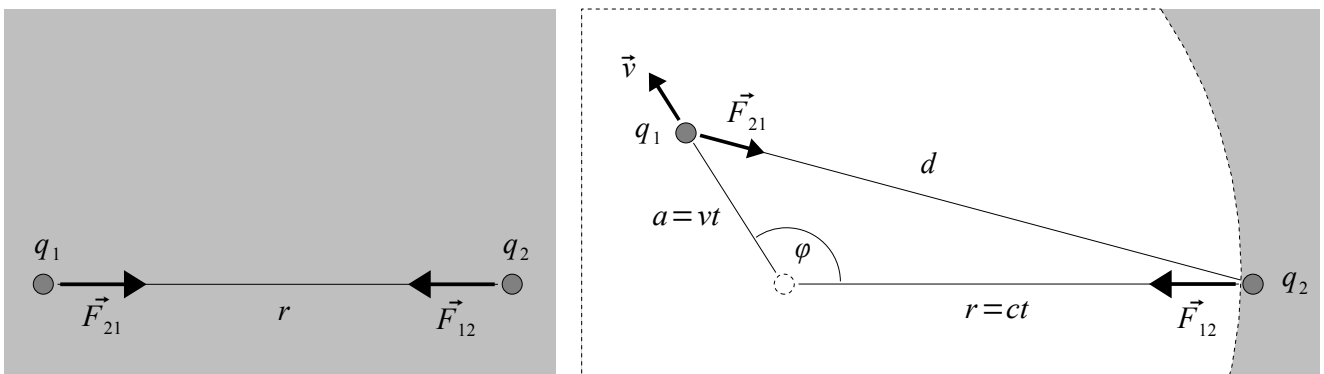
Од почетног тренутка централна тачка поља q_1 убрзана је у врло кратком времену у датом правцу, до константне брзине \vec{v} . Након кратког периода убрзавања имамо следеће стање:

Централна тачка и делови поља q_1 се крећу и преваљују одређени пут, док се периферни делови истог поља још нису ни покренули будући да информација о кретању треба прво да стигне до њих (изван испрекидане кружнице поље q_1 је мирно).

Пошто информација о промени путује коначном брзином (захтевано дефиницијом 1.4), поље q_1 на положају центра поља q_2 није се још променило и исто је као и пре настале промене. Све до стицања информације до поља q_2 , сила којом поље q_1 делује на поље q_2 иста је као и пре почетка кретања.

Истовремено поље q_1 преместило се на положај на коме је удаљеност до центра мирног поља q_2 другачија. На основу промењене удаљености на поље q_1 на новом положају делује другачија сила него на положају на коме се налазило пре почетка кретања.

Према томе на слици 1б имамо $\vec{F}_{12} \neq \vec{F}_{21}$ и такође $F_{12} \neq F_{21}$ док промена кретања у односу на честицу q_2 траје, што је и требало доказати.



Слика 1. а) Имамо два статична поља која једнако делују једно на друго. б) Током убрзавања поља q_1 , оно се континуално премешта у област у којој је дејство поља q_2 другачије, а да притом поље q_2 још не зна да је до промене уопште дошло, и налази се под истим дејством као и на слици 1а, све док до њега не стигне информација о насталој промени.

¹ Теорема о различитом дејству је доказ да трећи Њутнов закон (закон акције и реакције) не важи у реалном времену.

2.2. Дејство честица у променљивом кретању

Анализирамо узајамно дејство честица на слици 1б. Пре стизања информације имамо:

$$F_{12} = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad (2.2.1)$$

Са друге стране, честица q_1 се у датом тренутку налази на растојању d , на положају где се поље честице q_2 није мењало у времену. Према томе, на честицу q_1 делује сила, чији је интензитет другачији због новог растојања d . Значи имамо:

$$F_{21} = k \frac{q_1 q_2}{d^2} \quad (2.2.2)$$

Израз (2.2.2) важи у сваком тренутку када важи претходни израз (2.2.1), у периоду пре стизања информације о кретању до друге честице. Дакле у овом периоду силе F_{12} и F_{21} нису једнаке.

Растојање d можемо изразити преко осталих параметара на слици 1,

$$d^2 = r^2 + a^2 - 2ar \cos \varphi \quad (2.2.3)$$

У тренутку t непосредно пре стизања информације до q_2 имамо $r = ct$ и $a = vt$. Тако да добијамо:

$$\frac{1}{d^2} = \frac{1}{r^2} \frac{c^2}{c^2 + v^2 - 2cv \cos \varphi} \quad (2.2.4)$$

или написано у другачијем облику:

$$\frac{1}{d^2} = \frac{1}{r^2} + \frac{1}{r^2} \frac{-v^2 + 2vc \cos \varphi}{c^2 + v^2 - 2vc \cos \varphi} \quad (2.2.5)$$

Сада израз (2.2.2) можемо преписати користећи (2.2.5), па имамо:

$$F_{21} = k \frac{q_1 q_2}{r^2} + k \frac{q_1 q_2}{r^2} \frac{-v^2 + 2vc \cos \varphi}{c^2 + v^2 - 2vc \cos \varphi} \quad (2.2.6)$$

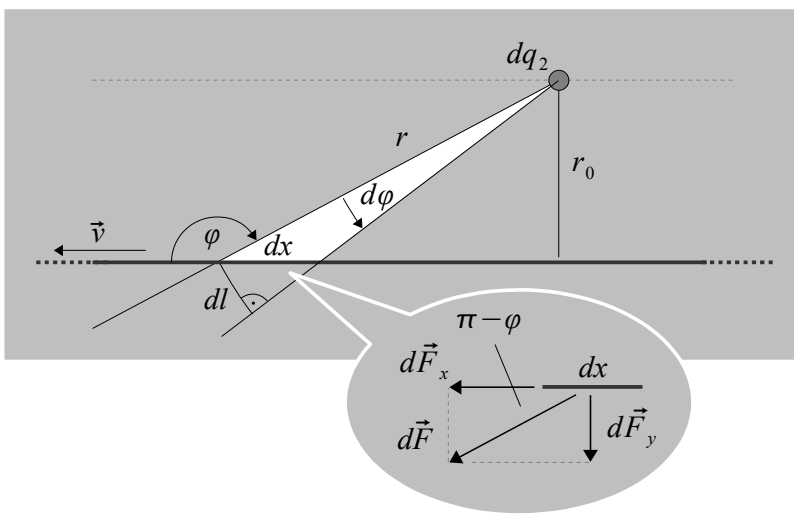
У случају да су q_1 и q_2 наелектрисања, први сабирак у (2.2.6) је електростатичка, а други сабирак магнетска сила.

У случају да је k гравитациона константа а q_1 и q_2 масе тела, тада други сабирак представља динамичку компоненту гравитације која до сада није била позната, а која је очигледно потпуно аналогна са магнетском силом у случају електрицитета.

2.2.1. Магнетско дејство проводника са струјом

Полазећи од израза (2.2.6) може се доћи до израза који описује магнетско дејство два проводника са струјом. Да бисмо са анализе дејства на једну честицу прешли на дејство на скуп честица, сматраћемо да израз v^2 у (2.2.6) представља средњу квадратну брзину усмереног кретања наелектрисања у проводнику. Ово произилази из чињенице да у свим реалним системима униформност и константност кретања скупа честица није могућа. Услед тога увек постоји нека расподела брзина. Статистичком анализом се овде нећемо бавити, али укратко напоменимо да нам је значајно само то да је корен из средње квадратне брзине различита величина од средње аритметичке брзине, а у даљој анализи користићемо обе вредности.

Извешћемо прво израз за магнетско дејство мирног тачкастог електричног поља на бесконачно дуг проводник са струјом.



Слика 2. Дејство тачкастог наелектрисања на бесконачно дугачак, прав проводник са струјом. Укупно вертикално дејство налазимо као збир малих дејстава на делиће проводника који су обухваћени углом $d\varphi$.

Са слике 2 имамо следеће релације:

$$dl = dx \sin \varphi, \quad dl = r d\varphi \quad \text{и} \quad r_0 = r \sin \varphi. \quad \text{Из ових релација следи} \quad dx = \frac{r_0 d\varphi}{\sin^2 \varphi}.$$

Даље имамо: $dq_1 = \lambda_1 dx$, $dq_1 = \lambda_1 \frac{r_0 d\varphi}{\sin^2 \varphi}$ где је dq_1 наелектрисање које чини струју у проводнику на дужини dx а λ_1 је подужна густина истог наелектрисања изражена у $\frac{C}{m}$.

Тражимо интегралну суму другог сабирка из (2.2.6) по целој дужини проводника. Имамо:

$$dF_{21} = k \frac{dq_1 dq_2}{r^2} \frac{-v^2 + 2vc \cos \varphi}{c^2 + v^2 - 2vc \cos \varphi} \quad (2.2.7)$$

Посебно вертикална и хоризонтална компонента ове силе су:

$$dF_{21y} = dF_{21} \sin \varphi \quad \text{и} \quad dF_{21x} = dF_{21} \cos \varphi$$

Уводећи (2.2.7) као и већ познате релације за r и dq_1 у ове изразе, добијамо:

$$dF_{21y} = k \frac{\lambda_1 dq_2}{r_0} \frac{-v^2 \sin \varphi + 2vc \cos \varphi \sin \varphi}{c^2 + v^2 - 2vc \cos \varphi} d\varphi \quad (2.2.8)$$

$$dF_{21x} = k \frac{\lambda_1 dq_2}{r_0} \frac{-v^2 \cos \varphi + 2vc \cos^2 \varphi}{c^2 + v^2 - 2vc \cos \varphi} d\varphi \quad (2.2.9)$$

Интеграљењем од 0 до π налазимо:

$$F_{21y} = k \frac{\lambda_1 dq_2}{r_0} \left(2 - \frac{c}{v} \ln \frac{v+c}{v-c} \right) \quad (2.2.10)$$

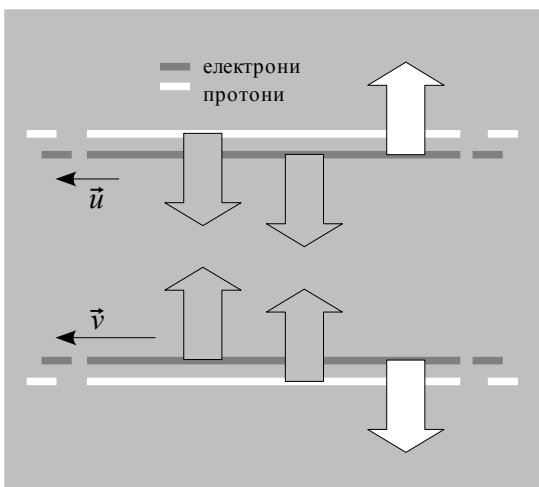
За израз у загради може се показати да је $2 - \frac{c}{v} \ln \frac{v+c}{v-c} = \frac{2}{3} \frac{v^2}{c^2}$, за $v \ll c$. Овај услов је увек испуњен за електричне струје, тако да имамо:

$$F_{21y} = k \frac{\lambda_1 dq_2}{r_0} \frac{2}{3} \frac{v^2}{c^2} \quad (2.2.11)$$

Израз 2.2.11 описује укупно вертикално дејство тачкастог наелектрисања dq_2 на бесконачно дугачак проводник са струјом. У овој формули, из очигледних ралога [симетрије и суперпозиције], тачкасто наелектрисање dq_2 можемо да заменимо проводником јединичне дужине, са статичким наелектрисањем подужне густине λ_2 , да бисмо добили дејство два проводника. Тако да можемо написати

$$F_{21y} = k \frac{\lambda_1 \lambda_2}{r_0} \frac{2}{3} \frac{v^2}{c^2} \quad (2.2.12)$$

Израз 2.2.12 описује укупно вертикално дејство проводника јединичне дужине, са статичким наелектрисањем, на бесконачан проводник са струјом.



Слика 3. Идеализовани приказ два бесконачна проводника са струјом. Електрони су приказани како се крећу у правцу стрелица сталном брзином, док протони мирују.

Када кроз оба проводника тече струја, имамо следећа дејства која су дата на слици:

$$F_{21y} = F_{e \rightarrow e} - F_{e \rightarrow p} - F_{p \rightarrow e} \quad (2.2.13)$$

Предзнак минус означава привлачну а предзнак плус одбојну силу. Користећи 2.2.12, имамо да

$$\text{је } F_{e \rightarrow e} = k \frac{\lambda_1 \lambda_2}{r_0} \frac{2}{3} \frac{(v-u)^2}{c^2}, \quad F_{e \rightarrow p} = -k \frac{\lambda_1 \lambda_2}{r_0} \frac{2}{3} \frac{v^2}{c^2} \quad \text{и} \quad F_{p \rightarrow e} = -k \frac{\lambda_1 \lambda_2}{r_0} \frac{2}{3} \frac{u^2}{c^2}.$$

Сменом ових израза за појединачна дејства у 2.2.13 добијамо:

$$F_{21y} = -k \frac{\lambda_1 \lambda_2}{r_0} \frac{4}{3} \frac{vu}{c^2} \tag{2.2.14}$$

Знамо да је $I_1 = \lambda_1 \bar{v}$, $I_2 = \lambda_2 \bar{u}$, где су \bar{v} и \bar{u} средње аритметичке вредности брзина. Насупрот њима, v и u су, као што смо у уводу напоменули, корени средњих квадратних брзина, којима је сразмерна укупна сила. Између ових вредности постоји следећи однос

$$v^2 = \frac{3}{2} \bar{v}^2 \tag{2.2.15}$$

Овај однос потиче од Максвелове дистрибуције брзина. Разуме се, исто важи за u^2 и \bar{u}^2 јер су то величине истоветне по природи. С тиме израз (2.2.14) постаје

$$F_{21y} = -2k \frac{\lambda_1 \lambda_2}{r_0} \frac{\bar{v} \bar{u}}{c^2} \tag{2.2.16}$$

Знајући да је $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$, уз смену израза за струју, добијамо следећи израз за узајамно дејство [по јединици дужине] два проводника са струјом:

$$F_{21y} = -\alpha \frac{I_1 I_2}{r_0} \tag{2.2.15}$$

где је $\alpha = \frac{1}{2\pi\epsilon_0 c^2}$. Вредност ове константе износи $2 \cdot 10^{-7} \frac{Nm}{A^2}$.

2.2.2. Пионир аномалија

Свемирске сонде Пионир 10 и 11, које су лансиране раних 1970-их и сада се налазе на свом путовању изван соларног система, налазе се на локацијама које се за један мали, али мерљив износ разликују од теоретских калкулација.

Ево шта википедија каже о аномалији (превод енг. чланка): “Анализе радио локационих података Пионир 10 и 11 сонди на удаљеностима 20-70 AU од Сунца постојано указују на присуство малог, али необјашњеног Доплеровог фреквентног помака. Тај помак се може интерпретирати као последица константног убрзања од $(8.74 \pm 1.33) \times 10^{-10} \text{ m/s}^2$ усмереног према Сунцу. Иако се верује да ефекат потиче од самих сонди, ниједан узрок није пронађен. То је довело до пораста интересовања за аномалију.“

Већ смо споменули да се израз (2.2.6) односи и на гравитацију, јер је једини услов у његовом извођењу био да информација путује коначном брзином, што је истинито за било које поље силе.

То значи да гравитација има динамичку компоненту, која зависи од брзине и угла кретања у односу на извор гравитације. Ова компонента, према (2.2.6) је:

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \frac{-v^2 + 2vc \cos \varphi}{c^2 + v^2 - 2vc \cos \varphi} \quad (2.2.2.1)$$

Можемо то написати другачије:

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \frac{-v^2}{c^2 + v^2 - 2vc \cos \varphi} + k \frac{q_1 q_2}{r^2} \frac{2vc \cos \varphi}{c^2 + v^2 - 2vc \cos \varphi} \quad (2.2.2.2)$$

Први сабирак је врло мали у поређењу с другим, за $v \ll c$, што је овде случај. Тако да можемо да се ослонимо на врло приближан израз:

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \frac{2vc \cos \varphi}{c^2 + v^2 - 2vc \cos \varphi} \quad (2.2.2.3)$$

Овај изаз можемо додатно да поједноставимо јер је имениоц $c^2 + v^2 - 2vc \cos \varphi \approx c^2$, што нам даје:

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} 2 \frac{v}{c} \cos \varphi \quad (2.2.2.4)$$

Убрзање износи:

$$g = k \frac{M}{r^2} 2 \frac{v}{c} \cos \varphi, \quad (2.2.2.5)$$

где смо увели смену $q_1 = M$ за масу Сунца, q_2 за масу свемирске сонде и φ је угао између вектора брзине и вектора позиције сонде.

Координате Пионир сонди (доступне од НАСА) су искоришћене у компјутерском програму за рачунање динамичке компоненте гравитације (2.2.2.5). То нам даје следеће податке:

Удаљеност од Сунца (Пионир 10) [AU]	Брзина [m/s]	Динамичко убрзање [$\times 10^{-10} \text{ m/s}^2$]
10	17448	66.8
15	15696	20.1
20	14724	8.55
30	13679	2.65
40	13129	1.18
50	12788	0.64
60	12554	0.39
70	12386	0.26

Исти калкулатор (бесплатно доступан на www.masstheory.org) такође израчунава које би константно убрзање било неопходно за прелажење истог растојања у правцу Сунца. За погодан избор опсега удаљености, нпр. 10 до 70 AU добијамо $9.3 \times 10^{-10} \text{ m/s}^2$ за Пионир 10 и $8.2 \times 10^{-10} \text{ m/s}^2$, за Пионир 11. Када је почетак опсега превисок, израчунати ефекат је премали.

Требало би напоменути да калкулатор почиње са урачунавањем динамичког ефекта почев од наведеног старта опсега. Насупрот томе, било какав експериментални резултат не може искључити брзину већ стечену динамичким убрзавањем када сонда достигне 20 AU, или било коју другу удаљеност (односно коректно је у програму узети мањи почетак опсега).

Међутим, најважније је што се у овој анализи може видети да је магнитуда динамичке компоненте гравитације у складу са експерименталним налазом, као и да је заиста усмерена према Сунцу, јер је то просто пораст интензитета већ постојећег гравитационог убрзања.