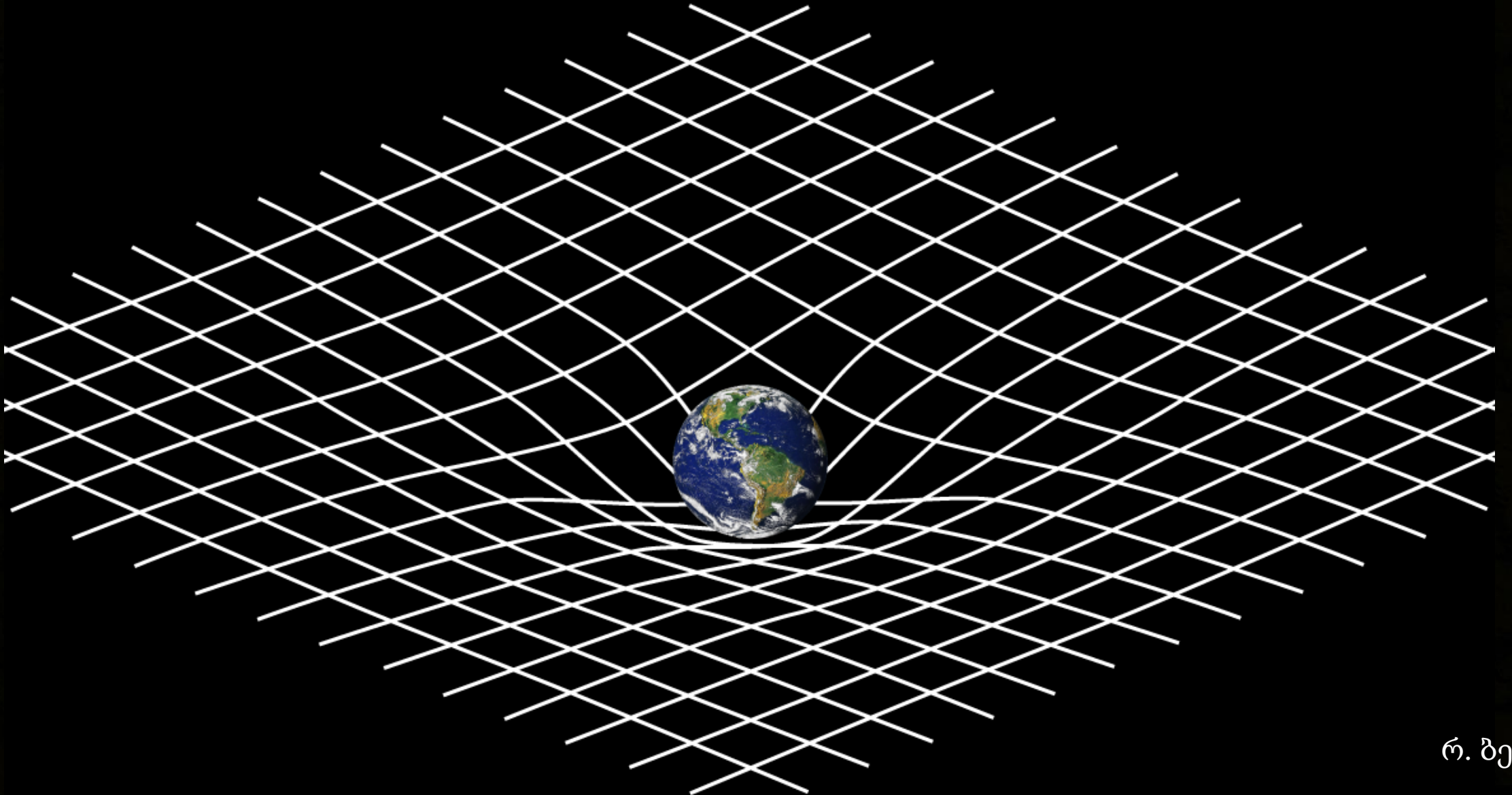


ექვივალენტობის პრინციპი



ექვივალენტობის პრინციპი

- სუსტი (WEP)
- ეინშტეინის (EEP)
- ძლიერი (SEP)

სუსტი ექვივალენტობის პრინციპი

გალილეი: სხვადასხვა მასის სხეულები ერთდროულად ეცემიან მიწაზე.



სუსტი ექვივალენტობის პრინციპი

გალილეი: სხვადასხვა მასის სხეულები ერთდროულად ეცემიან მიწაზე.

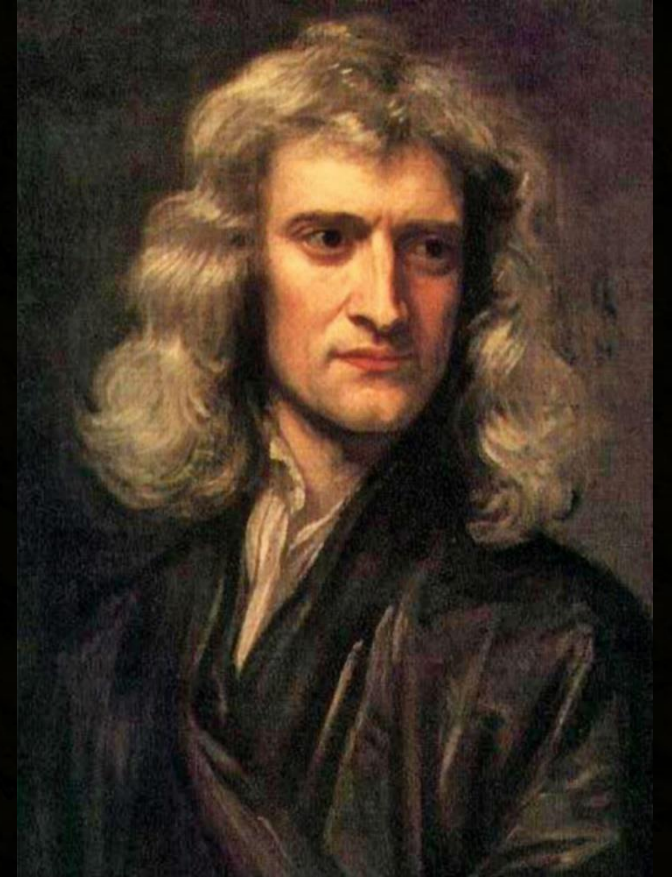
ეს შედეგი შეიძლება მივიღოთ ნიუტონის განტოლებებიდან:

$$F = G \frac{mM}{R^2}$$

$$\Rightarrow$$

$$a = G \frac{M}{R^2}$$

$$F = ma$$



ექვივალენტობის პრინციპი ფარდობითობის ზოგადი თეორიის ერთ-ერთი ძირითადი პრინციპია.

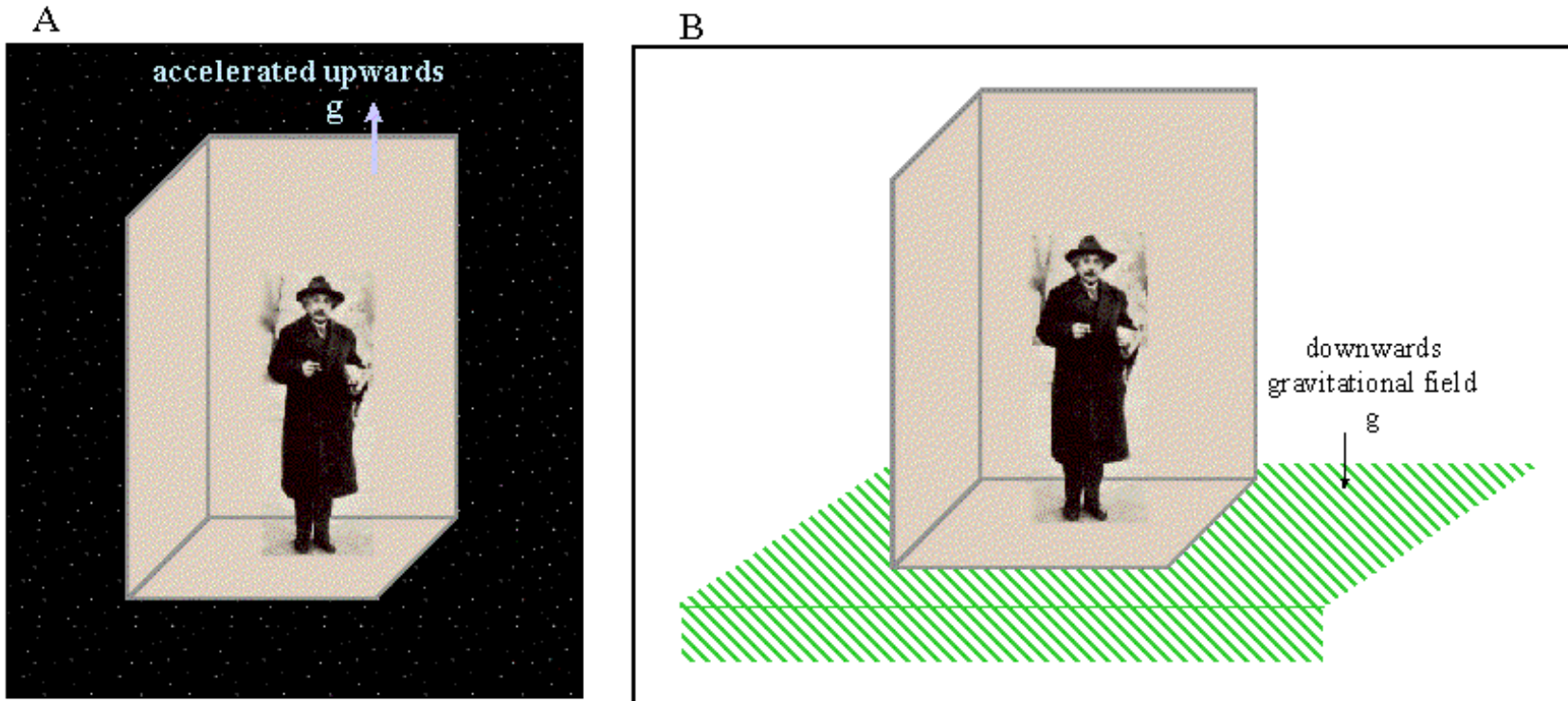
სხეულის მახასიათებელი სიდიდე, რომელიც აკავშირებს სხეულზე მოქმედ ძალას სხეულისთვის მინიჭებულ აჩქარებასთან (m_I) ტოლია სხეულის მახასიათებლისა, რომლითაც იგი მონაწილეობს გრავიტაციულ ურთიერთქმედებაში (m_g)

$$F = m_I a$$

$$F = -m_g \nabla \varphi$$

ეინშტეინის ლიფტის ექსპერიმენტი

Equivalence Principle



დახურულ ლიფტში მყოფი დამკვირვებელი ვერ გარჩევს ლიფტი მოძრაობს აჩქარებით ზევით, თუ მას იზიდავს ქვემოთ მყოფი მასიური სხეული (თუ ლიფტის ზომა საკმარისად მცირეა).

სუსტი ექვივალენტობის პრინციპის შემოწმება

- გალილეი - სხეულების ერთდროული ვარდნა
- ნიუტონი - სხვადასხვა მასის ქანქარის პერიოდი
- ეტვიში - საკიდის წონასწორობა
- ექსპერიმენტები დედამიწის ორბიტაზე

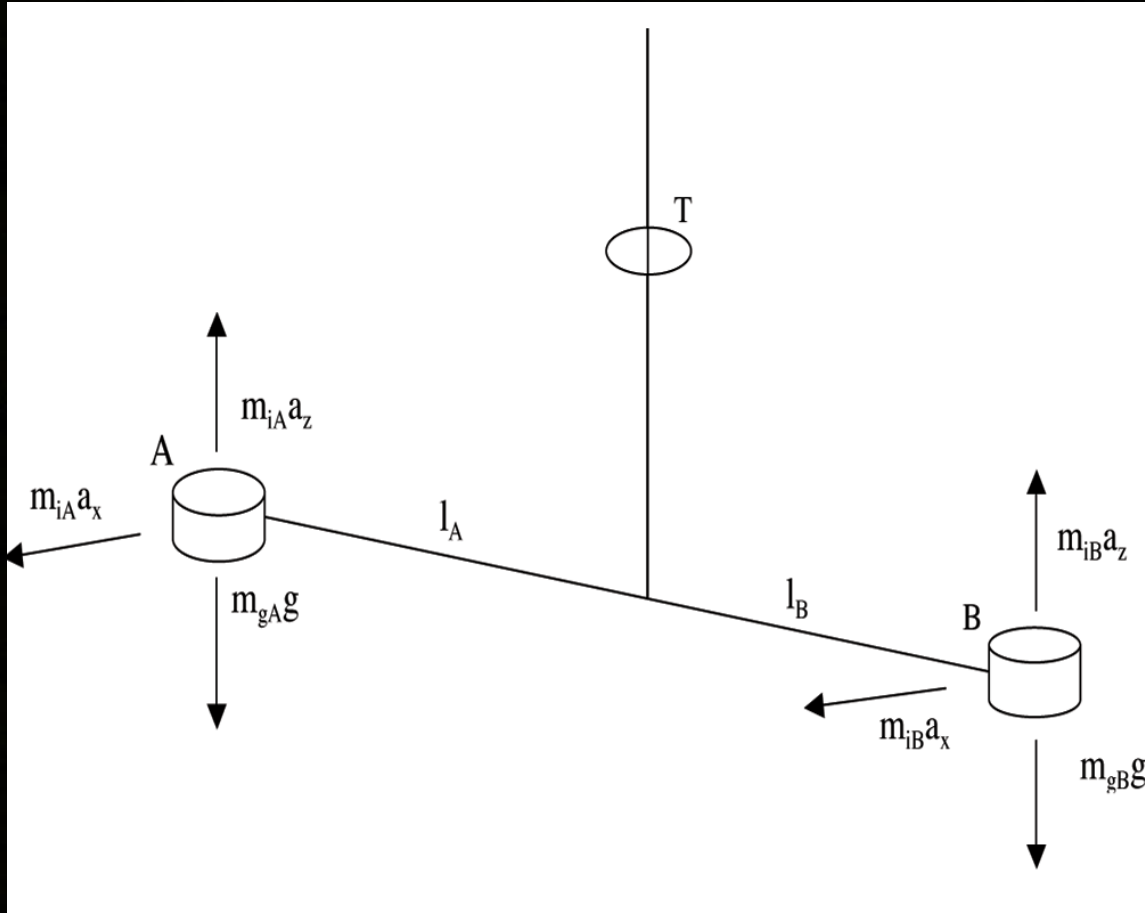
სუსტი ექვივალენტობის პრინციპის შემოწმება

1971 - აპოლო 15-ის მეტაურმა დევიდ სკოტმა გალილეის
ექსპერიმენტი მთვარეზე გაიმეორა



ჩაქუჩი და ბუმბული მთვარის ზედაპირზე ერთდროულად დაეცა - „მისტერ გალილეი მართალი იყო“.

ეტვიშის ცდა



იმპულსის მომენტის შენახვა:

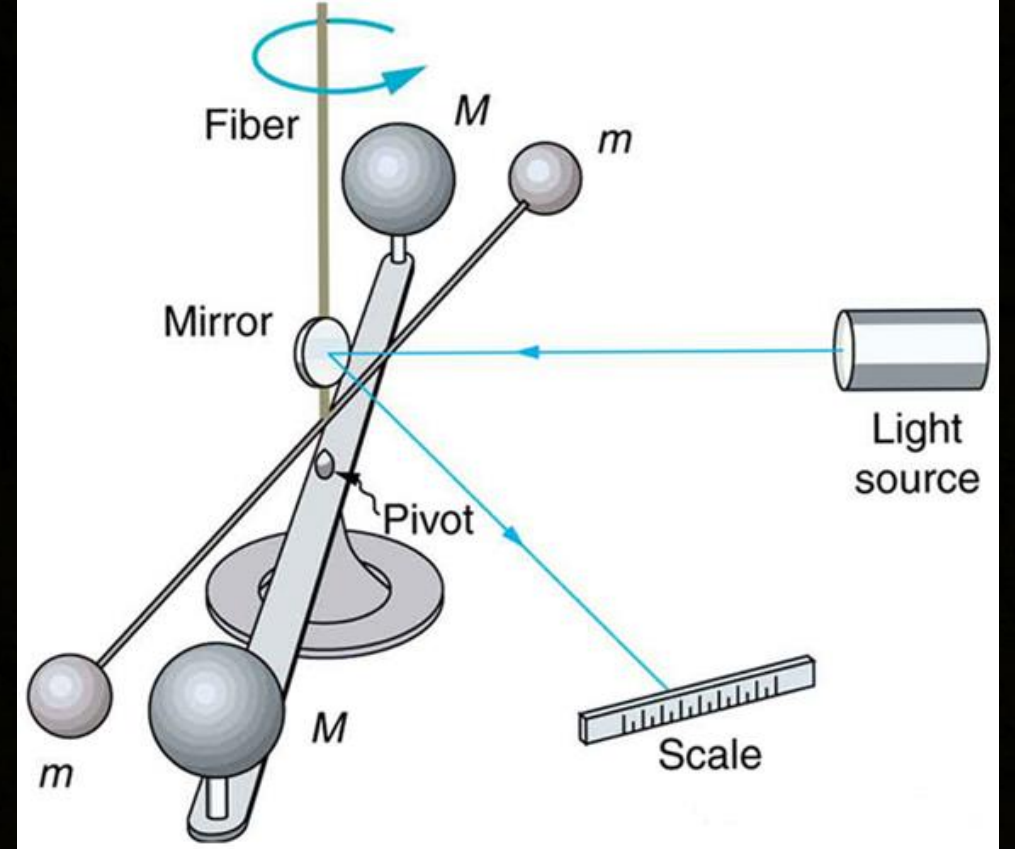
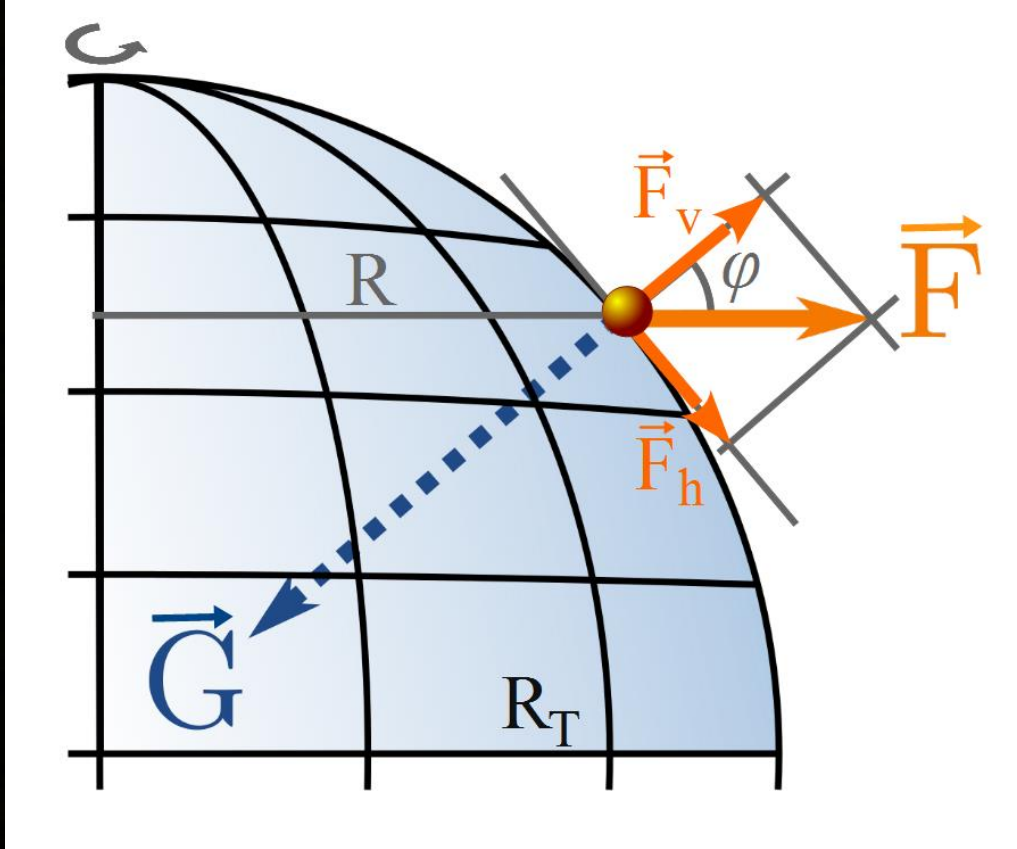
$$l_A(m_g^A g - m_i^A a_z) = l_B(m_g^B g - m_i^B a_z)$$

გრეხა:

$$T = l_A m_i^A a_x - l_B m_i^B a_x$$

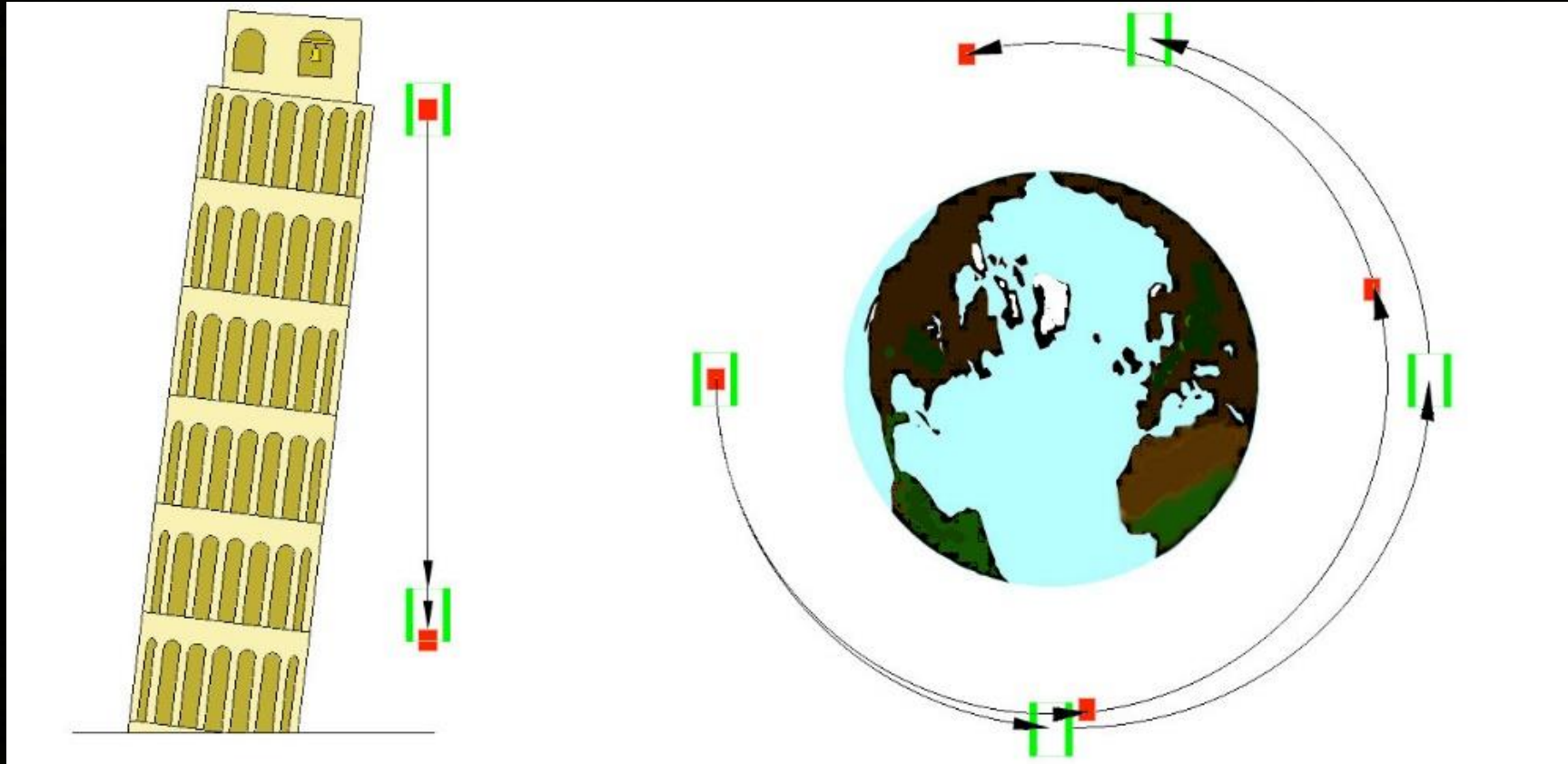
$$T = l_A m_g^A a_x \left(\frac{m_i^A}{m_g^A} - \frac{m_i^B}{m_g^B} \right)$$

ეტვიშის ცდა



$$\tau = l_A m_g^A a_x \left(\frac{m_i^A}{m_g^A} - \frac{m_i^B}{m_g^B} \right)$$

The Satellite Test of the Equivalence Principle (STEP)



ზომავენ თანამგზავრის აჩქარების ცვლილებას. საჭიროა თანამგზავრის აბსოლუტური იზოლაცია - დაცვა გარეშე ფაქტორებისგან.

გაზომვის სიზუსტე - 10^{-18}

ეინშტეინის ექვივალენტობის პრინციპი

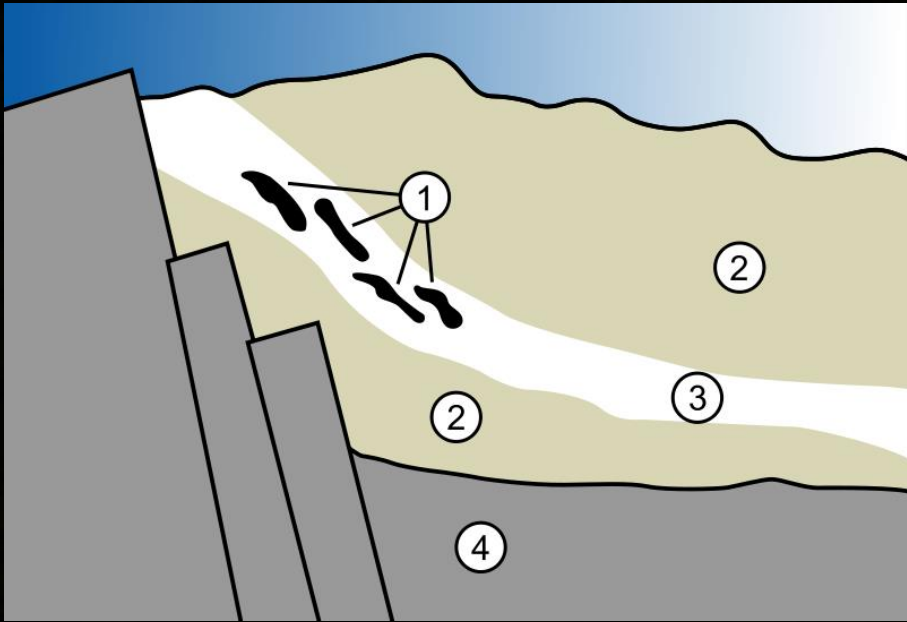
სივრცე-დროის მცირე ადგილში ფიზიკის კანონები თანხვედრაშია ფარდობითობის სპეციალურ თეორიასთან:

1. სრულდება სუსტი ექვივალენტობის პრინციპი;
2. ლორენც-ინვარიანტობა - სინათლის სიჩქარე მუდმივია;
3. ლოკალური ადგილის ინვარიანტობა - არაგრავიტაციული ფიზიკური ექსპერიმენტის შედეგი არაა დამოკიდებული იმაზე, თუ სად და როდის ჩატარდა ეს ექსპერიმენტი.

ეინშტეინის ექვივალენტობის პრინციპის შემოწმება

უგანზომილებო მუდმივები სივრცე-დროში არ უნდა იცვლებოდეს:

The natural nuclear fission reactors of Oklo:



- (1) Nuclear reactor Zones
- (2) Sandstone
- (3) Uranium
- (4) Granite

ოკლო - რეგიონი გაბონში,
ცენტრალურ აფრიკაში.

ამ ადგილზე ბირთვული რეაქციები
მიმდინარეობდა 2 მილიარდი წლის
წინათაც.

ცდილობენ დააზუსტონ ნაზი
სტრუქტურის კონსტანტის და სუსტი
ურთიერთქმედების კონსტანტის
დროში უცვლელობა.

ძლიერი ექვივალენტობის პრინციპი

ბუნების კანონები, მათ შორის გრავიტაციული ურთიერთქმედება არ არის დამოკიდებული სივრცე-დროში ადგილმდებარეობაზე:

თავისუფალ ვარდნაში მყოფ ლაბორატორიაში ნებისმიერი ექსპერიმენტის (მათ შორის გრავიტაციულის) შედეგი არ არის დამოკიდებული ლაბორატორიის სიჩქარეზე და მის მდებარეობაზე სივრცე-დროში.

ეინშტეინის ფარდობითობის ზოგადი თეორია არის დღეისათვის ერთადერთი თეორია, რომელიც აკმაყოფილებს ძლიერ ექვივალენტობის პრინციპს.

გრავიტაციული კონსტანტა G უნდა იყოს უცვლელი სივრცე-დროში.

დღევანდელი მონაცემებით, სამყაროს არსებობის განმავლობაში G არ უნდა შეცვლილიყო 10%-ზე მეტად.