

Работен лист 1: Гравитационно поле около Земята

Задача

Опитайте се чрез изчисление да проверите дали гравитационната сила действа и в състояние на безтегловност. В космоса, в състояние на безтегловност, и в „непосредствена“ близост до Земята, се намира Международната космическа станция (МКС, на английски ISS). По-далеч от Земята има геостационарни спътници, които се намират постоянно над една и съща точка от земната повърхност. Още по-далече се намира Луната. На какво разстояние изчезва гравитационната сила на Земята? На височина h над повърхността на едно сферично тяло (напр. Земята) с маса M_Z и радиус R_Z , върху друго тяло с маса m действа гравитационна сила

$$F_g = \kappa \cdot \frac{M_Z \cdot m}{(R_Z + h)^2} \quad \kappa = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2};$$

$$M_Z = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}; R_Z = 6,378 \cdot 10^6 \text{ m}.$$

а) Изчислете и сравнете гравитационната сила, действаща върху тяло с маса от 1 kg, когато то е:

- 1) на повърхността на Земята,
- 2) на височина 400 km, където се движи Международната космическа станция,
- 3) на височина 35 800 km, на която се намират геостационарните спътници,
- 4) на Луната, която е на разстояние 380 000 km.

б) След това, начертайте графика на зависимостта между тази гравитационна сила и разстоянието от повърхността на Земята, което е от 0 km до 40 000 km. Използвайте подготвената таблица с разстояния от по 2 000 km. Графиката може да бъде създадена и в MS Excel или в друга подобна програма. Използвайки графиката, определете кога, т. е. на какво разстояние от Земята, гравитационната сила на Земята ще бъде равна на нула.

в) Международната космическа станция се движи в т. нар. ниска орбита, т. е. на 400 km над земната повърхност. С колко процента гравитационната сила е по-малка, отколкото на повърхността? Защо космонавтите не усещат ефекта на гравитационната сила, когато са на Международната космическа станция?

г) Начертайте изображение на траекторията на Международната космическа станция в мащаб 1 : 100 000 000 (радиусът на Земята ще бъде 6,4 cm, а разстоянието на траекторията на станцията от земната повърхност ще бъде 4 mm).

Решение:

а)

1) Гравитационна сила, действаща върху тяло с маса от 1 kg – на повърхността на Земята.

.....
.....

На земната повърхност върху тяло с маса от 1 kg действа гравитационна сила, която е равна на N.

2) Гравитационна сила, действаща върху тяло с маса от 1 kg – на височина от 400 km над земната повърхност.

.....
.....

На височина от 400 km върху тяло с маса от 1 kg действа гравитационна сила, която е равна на N.

3) Гравитационна сила, действаща върху тяло с маса от 1 kg – на височина от 38 500 km над земната повърхност.

.....
.....

На височина от 38 500 km върху тяло с маса от 1 kg действа гравитационна сила, която е равна на N.

4) Гравитационна сила, действаща върху тяло с маса от 1 kg – на разстояние от 380 000 km от земната повърхност.

.....
.....

На разстояние от 380 000 km върху тяло с маса от 1 kg действа гравитационна сила, която е равна на N.

б) Попълнете таблицата и направете графика:

височина [km]	0	2 000	4 000	6 000	8 000	10 000	12 000
сила [N]							

височина [km]	14 000	16 000	18 000	20 000	22 000	24 000	26 000
сила [N]							

височина [km]	28 000	30 000	32 000	34 000	36 000	38 000	40 000
сила [N]							

в) На височината, на която се намира Международната космическа станция гравитационната сила е само с ... % по-малка, отколкото на земната повърхност.

Защо космонавтите не усещат ефекта на гравитационната сила, когато са на Международната космическа станция?

.....
.....
.....

г) Скица на Земята и траекторията на Международната космическа станция:

