

Движение по парабола или как да изпаднем в безтегловност

Често сме виждали снимки на астронавти, “плуващи” в Международната космическа станция. Макар безтегловността да изглежда забавна и всеки от нас навярно не би отказал възможността да я изпита върху себе си, човеишкото тяло не се отнася много добре към нея. Главата бучи, а мускулите на краката се съкращават. В дългосрочна перспектива мускулите отслабват, а костите стават крехки. Тези ефекти могат да причинят сериозна вреда на вашето тяло, особено ако се отправите на дълъг път към Марс.

В тази статия ще се пренесем на борда на самолет, извършващ полети по парабола над Мексиканския залив и ще се опитам да пресъздам какво се случва с тялото ви в състояние на безтегловност, какви изменения могат да настъпят и какво трябва да се направи, за да се предотвратят или отстранят тези странични ефекти.

Правилният термин за безтегловност е микрогравитация. Вие не сте безтегловни, тъй като земната гравитация държи вас и летателния апарат на орбита. Намирате се в състояние на свободно падане, сякаш сте скочили от самолет, но с разликата, че падате хоризонтално и никога не се приземявате.

Да допуснем, че се намирате на кантара и той показва вашето тегло, тъй като гравитацията дърпа надолу и вас, и кантара. Понеже везните са на земята, те се отблъскват нагоре с равнозначна сила – и тази сила е

Национална конференция по Европейски проект Scientix, 7-8 декември 2014 г.

Динко Цвятков

вашето тегло. Но ако скочите от скала, докато сте на кантара, и вие, и кантарът ще се привличате от гравитацията. Вие няма да упражнявате натиск върху везните и те няма да ви противодействат. Вашето тегло ще бъде нулево. Такъв е законът на Нютон.

Тъй като космическият апарат и всички обекти в него падат с еднаква скорост – това, което не е закрепено, плава. Ако имате дълги коси, те ще плават около лицето ви. Ако излеете вода от чаша, тя ще се събере в голяма сферична капка, която можете да разбийете на по-малки капки. Бонбоните сами ще доплуват в устата ви, ако ги подбутнете по нужната траектория.

Докато си седите в стола, няма да разбирате, че седите, тъй като вашето тяло не оказва натиск върху него. Ако не се държите, ще отплувате. Освен това ако не се държите за стената или пода с ръка или крак, няма да можете да мръднете от място – няма от какво да се отблъснете. По тази причина във всеки космически апарат има достатъчно дръжки за ръце и крака.

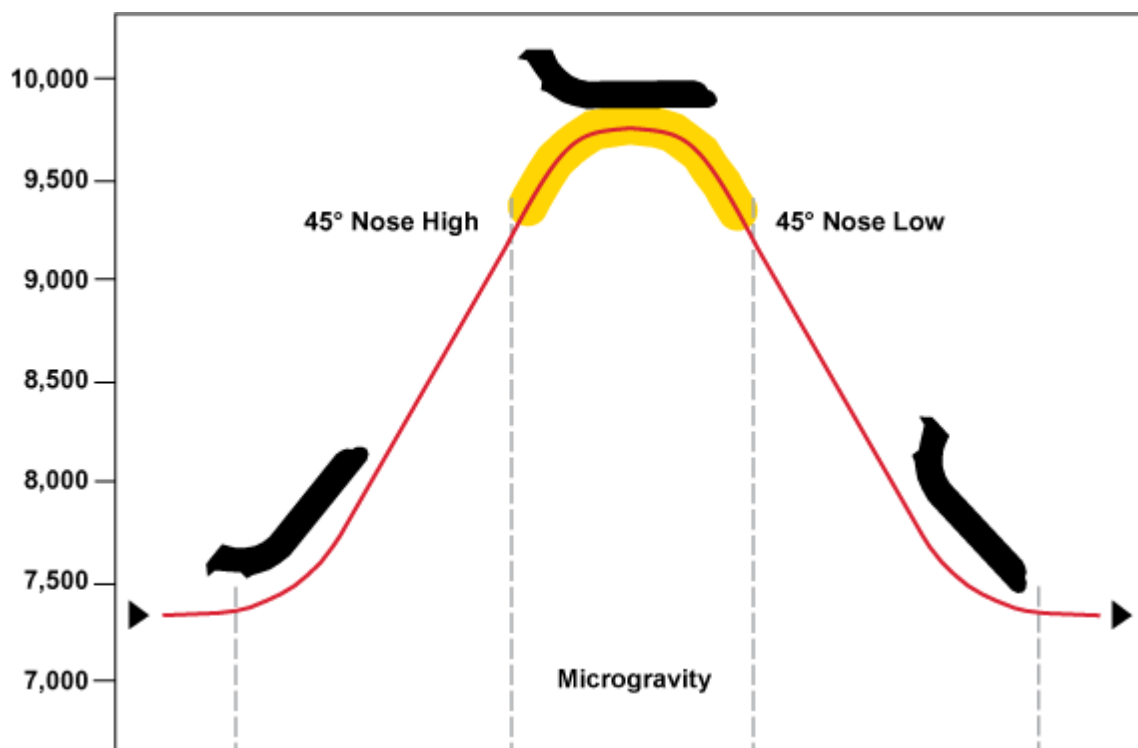
Интересен е въпросът как на Земята да създадем условия, в които да получим микрогравитация и по този начин да тренираме бъдещите космонавти и астронавти. Учени от НАСА са успели да предизвикат изкуствена микрогравитация в самолет, който извършва полети по параболична траектория над Мексиканския залив. Безтегловността се изпитва в продължение на 30 секунди при всеки пик на параболата.



По този начин бъдещите астронавти и космонавти, пък и всеки, който иска, може да изпита усещането за безтегловност.

Пилотът, който управлява самолета, излита над мексиканския залив под ъгъл 45^0 със земната повърхност и използва максималната тяга на двигателите, за да влезе в параболична маневра. След достигане на височината, при която започва параболичната маневра, намаля тягата на двигателя, като запазва ъгъла при носа на самолета. В края на маневрата пилотът отново засилва тягата на двигателите. След "гмуркането" надолу отново подготвя самолета за нова маневра и така около 50 пъти. На фигурата по-долу е показана схема на такава маневра. Състоянието, в което е отчетена микрогравитация, е показано с удебелена линия. Параболата, по-която се движи самолета, се описва със следната функция:

$H = -4,9t^2 + 87,21t + 9144$, където H е надморската височина в метри, а t е времето в секунди.



Използвайки квадратната функция всеки ученик може да даде отговор на следните въпроси:

- *Колко време продължава полетът?*
- *Каква е максималната височина, на която се издига самолетът?*
- *Каква е височината, от която започва усещането за безтегловност?*
- *На същата височина ли свършва усещането за безтегловност?*
- *Каква част от полета е времето, прекарано в безтегловност?*

Какво се случва, ако променяме параметрите на квадратната функция. Всеки ученик знае общия вид на квадратната функция: $y = ax^2 + bx + c$. В нашия

случай функцията $f(t) = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + h_0$ описва надморската височина на самолета C-9 по време на един параболичен полет по отношение на времето, което трае този полет. Тази функция често се използва във физиката и може да се прилага към всеки обект, в състояние на свободно падане. Коефициента **a** е земното ускорение. В училищните учебници и помагала то е $g=9,8\text{m/s}^2$.

Коефициента **v₀** е вертикалната скорост на самолета, при която той започва параболичната маневра. Вертикалната скорост на самолета при започване на параболична маневра варира от 90 m/s до 115 m/s.

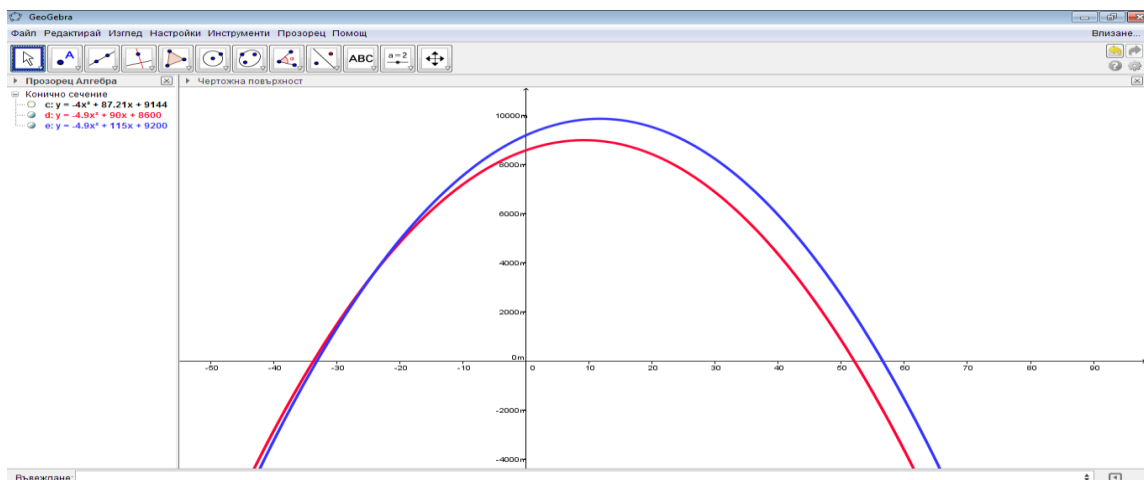
Коефициента **h₀** е надморската височина, при която самолетът започва своя параболичен маньовър или височината, при която започва състоянието на безтегловност. Надморската височина, при която самолетът започва да маневрира, е между 8600 и 9200 метра.

С помощта на софтуера за динамична математика GeoGebra учениците могат да влязат в ролята на изследователи, променяйки коефициентите на квадратната функция и дадат отговор на следните въпроси:

- Как се променя максималната височина на полета?
- Отразява ли се промяната във времето на полета?
- Променя ли се графиката на функцията при промяна на параметрите?
- Има ли промяна във времето, в което сме в състояние на микрогравитация?
- Колко дълго трае самият полет?

➤ При кои стойности на параметрите усещането за микрогравитация е най-голямо?

Получените стойности учениците могат да обобщят в таблица и да направят съответните изводи. На снимката са показани графиките на функцията при минимална и максимална вертикална скорост и надморска височина.



В посочения линк може да се види филм заснет от учениците на НАСА за параболичен полет: http://microgravityuniversity.jsc.nasa.gov/video/RGSFOP_video.mpg.

Съвременният български учител е изправен пред предизвикателството да прави науката, която преподава по-интересна и по-достъпна за своите ученици. Той не трябва да престава да показва връзките между отделните науки и техните практични и житейски приложения.

В настоящата статия са използвани снимки и материали от официалния сайт на НАСА: www.nasa.gov