**Научно-исследовательская работа по физике**

**«ПРИТЯЖЕНИЕ ЗЕМЛИ»**

***Работу выполнил***

***ученик 9 класса***

***МОУ средней школы №5***

***г.Нелидово Тверской обл.***

***Марченков Владислав***

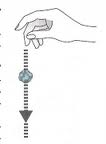
***под руководством учителя физики***

***Яковлевой С.Н.***

С уроков физики я узнал, что ускорение свободного падения зависит от гравитационных аномалий Земли, т.е. залежей полезных ископаемых. Они искажают значение ускорения свободного падения в этих областях. И это меня заинтересовало. По этой теме я нашел в интернете столько интересного, что слово «заинтересовала» здесь уже не подходит. Эта тема меня заинтриговала. Посмотрите короткое видео, и вы поймете почему.

(Видео)

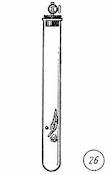
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------

 *Свободным падением* называют падение тел в безвоздушном пространстве (вакууме) из состояния покоя (т. е. без начальной скорости) под действием притяжения Земли.

---------------------------------------------------------------------------------------

Падение тел является свободным лишь в том случае, когда на падающее тело действует только сила тяжести. Падение тел в воздухе можно приближенно считать свободным лишь при условии, что сопротивление воздуха мало и им можно пренебречь.

-----------------------------------------------------------------------------------------------------------

Свободное падение тел впервые исследовал Галилей, который установил, что свободно падающие тела движутся равноускоренно с одинаковым для всех тел ускорением.

Это наглядно видно из следующего опыта. Поместим в длинную стеклянную трубку (один конец которой запаян, а в другом находится кран для изолирования объема трубки после откачки воздуха) три разных по массе предмета, например дробинку, пробку и птичье перышко. Если быстро перевернуть трубку, то на ее дно сначала упадет дробинка, потом пробка, а затем перышко. Происходит это потому, что в трубке есть воздух, создающий разное сопротивление движению этих тел. Если воздух из трубки откачать, то все три тела падают одновременно. Следовательно, *в вакууме все тела независимо от их масс падают с одинаковым ускорением*.

--------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Более строго убедиться в том, что свободное падение тел есть движение равноускоренное, и одновременно измерить ускорение свободного падения можно на опыте с использованием метода стробоскопического освещения. В результате этого на фотопленке в моменты вспышек (т. е. через равные промежутки времени) получаются изображения последовательных положений движущегося тела.

В своем опыте мы приклеили к стене метровые линейки и с высоты более двух метров отпускали шарик. Но мы не могли добиться, чтобы начало съемки совпадало с начальным моментом падения шарика.

-------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Поэтому использовали такой метод расчета:

Измерили расстояние между вторым и третьим снимком ∆S = S2 – S1 = 1,6 м. Промежуток времени между вспышками взяли из программы фотоаппарата: три кадра в секунду, следовательно, ∆t = 0, 33с.

S1 = 1/2 gt12

S2 = 1/2 gt22 ∆S =1/2 gt22 -1/2 gt12 = 1/2 g (t22 - t12)

g = = 9, 85 м/с2.

Это значит, что свободное падение тела является равноускоренным движением с ускорением 9, 85 м/с2.

--------------------------------------------------------------------------------------------------------

Реальное ускорение свободного падения на поверхности Земли зависит от широты, времени суток , от залегании плотных пород или пустот в данном месте Земли. Оно варьируется от 9,780 м/с² на [экваторе](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BA%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80) до 9,832 м/с² на [полюсах](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5_%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%8E%D1%81%D1%8B). Но у нас оно получилось, конечно, не точным. Точно оно может быть вычислено (в м/с²) по такой формуле:

g=9{,}780327\left[1+0{,}0053024\,\sin^2(\phi) - 0{,}0000058\,\sin^2(2\phi)\right] - 3,086\cdot 10^{-6}\,h,

где ϕ — широта рассматриваемого места, *h* — [высота над уровнем моря](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%8B%D1%81%D0%BE%D1%82%D0%B0_%D0%BD%D0%B0%D0%B4_%D1%83%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D0%B5%D0%BC_%D0%BC%D0%BE%D1%80%D1%8F) в [метрах](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D1%80). Ускорение свободного падения зависит и от высоты над уровнем моря.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Значение гравитационного ускорения на поверхности планеты можно приблизительно подсчитать, представив планету массой *M*, и вычислив гравитационное ускорение на расстоянии её радиуса *R*:

g=G\frac{M}{R^2},

где *G* — [гравитационная постоянная](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%8F%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F) (6,6742×10−11 [м](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D1%80)³[с](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BD%D0%B4%D0%B0)−2[кг](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC)−1).

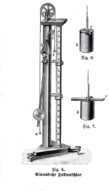
Если применить эту формулу для вычисления гравитационного ускорения на поверхности Земли, мы получим

g = (6{,}6742 \cdot 10^{-11})\frac{5{,}9736\cdot10^{24}}{(6{,}371\cdot10^{6})^2} = 9{,}822м/с²

--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



Чтобы точнее рассчитать ускорение свободного падения в нашем городе мы решили использовать машину Атвуда.

[](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Atwoods_machine.png)

[http://bits.wikimedia.org/skins-1.18/common/images/magnify-clip.png](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Atwoods_machine.png)

Машина Атвуда — устройство для изучения [динамики](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D0%B8%D0%BA%D0%B0)[поступательного движения](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%83%D0%BF%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5). Была изобретена в [1784 году](http://ru.wikipedia.org/wiki/1784_%D0%B3%D0%BE%D0%B4) английским физиком и математиком [Джорджем Атвудом](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%B2%D1%83%D0%B4,_%D0%94%D0%B6%D0%BE%D1%80%D0%B4%D0%B6)

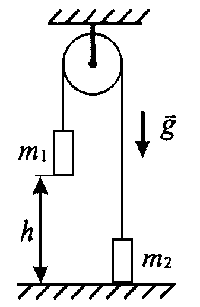
Машина Атвуда предназ­начена для исследования закона дви­жения тел в поле земного тяготения. Естественнее всего, конечно, изучить данный закон, наблюдая свободное па­дение тел. Однако этому мешает боль­шое ускорение свободного падения. Поэтому такой опыт возможен либо при очень большой высоте прибора (намного больше высоты комнаты), либо при помощи специальных мето­дов, позволяющих точно измерять не­большие (доли секунды) промежутки времени. Причём стоит заметить, не­обходимо исключить погрешность, свя­занную со временем реакции экспери­ментатора (тоже доли секунды). Из­бежать этого позволяет машина Атву­да .

-------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Лёгкий пластмассовый блок вращается вокруг оси, укреплённой в верхней части стойки. Через блок перекинута лёгкая нерастяжимая шёлковая нить, на концах которой висят одинаковые грузы массой *М* каж­дый. На груз А помещается перегрузок массой *т.* В начале опыта груз Б удерживается неподвижно на уровне пола. При освобождении груза Б нить с грузами выходит из равновесия и начинает двигаться ускоренно.

Найдём закон движения груза А. Будем пользоваться неподвижной системой координат, центр которой совмещён с осью блока, а ось направлена вниз.

--------------------------------------------------------------------------------------------------------------



Это движение описывается с помощью [второго закона](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B9_%D0%B7%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BD_%D0%9D%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%BE%D0%BD%D0%B0) [Ньютона](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%BE%D0%BD,_%D0%98%D1%81%D0%B0%D0%B0%D0%BA), представленного в общем виде:

\sum\limits_{i=1}^n {\vec F_i}=m\vec a.

-------------------------------------------------------------------------------------------

Применительно к нашей задаче для левого и правого тел уравнение движения запишется в виде двух уравнений в проекциях на ось *y*:

\left\{\begin{array}{r}
-m_1 a_1=-m_1 g+T_1,\\ 
m_2 a_2=-m_2 g+T_2.
\end{array}\right.

Мы считаем, что нить идеальна (то есть невесома и нерастяжима) и блок невесом, значит *T*1 = *T*2 = *T* и *a*1 = *a*2 = *a*, получим: g=a{m_1+m_2\over m_1-m_2}.

----------------------------------------------------------------------------------------------------------

Измерив время прохождения грузами определённого расстояния, можно вычислить их ускорение S = 1/2 аt2 . Отсюда: а =

Вывод: так как ускорение свободного падения в нашем городе больше 9, 81 м/с2 , то под нами находятся плотные слои почвы. Мы знаем, что раньше в нашем городе добывали уголь, значит и сейчас там есть залежи угля.

