

## СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСКОРЕНИЯ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ШКОЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Серёдкина А.А.

Руководитель: учитель Лемешко Т.С.

*МКОУ Богучанская СОШ № 2*

### ***Введение***

Для меня, новизна в работе – это проведение экспериментальных работ по определению ускорения свободного падения, которые дают возможность изучить материал более углубленно, получить новые знания и умения, в виду того, что в учебной программе предусмотрен только один способ определения ускорения свободного падения. Интерес к изучению предмета более высок именно при практических исследованиях. Такую информацию можно получить только через дополнительную литературу и дополнительные занятия. Поэтому мне стало интересно, какими ещё способами можно определить ускорение свободного падения в условиях школьного эксперимента, не предусмотренными в школьной программе.

***Цель:*** рассмотреть способы определения ускорения свободного падения в условиях школьного эксперимента.

### ***Задачи:***

1. познакомиться с информацией по теме «Способы определения ускорения свободного падения»;
2. выбрать способы для определения ускорения свободного падения в условиях школьного эксперимента;
3. провести эксперименты по определению ускорения свободного падения;
4. сравнить полученные результаты;
5. сделать выводы.

### ***Методы:***

- изучение учебной литературы теме исследования;
- эксперимент (определение ускорения свободного падения: с помощью математического маятника (Галилео Галилей); путем измерения времени свободного падения тела с заданной высоты без начальной скорости (опыт Галилея); с помощью машины Атвуда; по закону всемирного тяготения в различных точках Земли (Исаак Ньютон));
- анализ.

Для проведения работы были использованы ***материалы:*** груз на нити; тела разной массы; секундомер; измерительная лента; неподвижный блок; два одинаковых, по массе, тела, связанных нитью и перегрузок (тело маленькой массы); географический атлас.

При проведении практической части были получены следующие **результаты**:

### 1. Определение ускорения свободного падения с помощью математического маятника

Ускорение свободного падения было вычислено по формуле:  $g = \frac{4\pi^2 l}{T^2} = \frac{4\pi^2 l \cdot N^2}{t^2}$ .

№	t, с	t <sub>ср</sub> , с	t, с	t <sub>ср</sub> , с	$\Delta t =  t_{\bar{n}\delta} - t $	$\Delta t_{\bar{n}\delta}$	ℓ, м	g, м/с <sup>2</sup>	g <sub>ср</sub> , м/с <sup>2</sup>
1.	44,95	42,66	2,29	2,18	0,11	0,297	0,55	9,64	9,63
2.	44,73		2,07		0,11			9,77	
3.	44,83		2,17		0,01			9,77	
4.	40,69		1,97		0,21			9,381	
5.	41,04		1,62		0,56			9,246	
6.	39,70		2,96		0,78			9,959	

погрешности:

$$\varepsilon = \frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta l}{l} + 2 \frac{\Delta t_{\bar{n}\delta}}{t} = \frac{0,01}{0,55} + 2 \frac{0,297}{42,66} = 0,034; \quad \varepsilon = 3,4\%$$

$$\frac{\Delta g}{g} = 0,034 \Rightarrow \Delta g = g \cdot 0,034 = 9,63 \cdot 0,034 = 0,33 \text{ м/с}^2$$

Вывод: определив среднее значение ускорения свободного падения 9,63м/с<sup>2</sup> методом математического маятника, можно сказать что результат близок к табличному. Вычислены погрешности: относительная - 3,4%, абсолютная – 0,33 м/с<sup>2</sup>.

### 2. Определение ускорения свободного падения путем измерения времени свободного падения тела с заданной высоты без начальной скорости (опыт Галилея)

Опыт проведен пять раз.

№	t, с	t <sub>ср</sub> , с	t - t <sub>ср</sub>	Δt, с	h, м	g, м/с <sup>2</sup>	g <sub>ср</sub> , м/с <sup>2</sup>
1.	0,7 с	0,72	0,02	0,04	2,5 м	10,2 м/с <sup>2</sup>	9,89 м/с <sup>2</sup>
2.	0,75 с		0,03			9 м/с <sup>2</sup>	
3.	0,64 с		0,08			12,2 м/с <sup>2</sup>	
4.	0,72 с		0			9,6 м/с <sup>2</sup>	
5.	0,77 с		0,05			8,43 м/с <sup>2</sup>	

погрешности:

$$\varepsilon = \frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta h}{h} + 2 \frac{\Delta t_{\bar{n}\delta}}{t} = \frac{0,005}{2,5} + 2 \frac{0,01}{0,72} = 0,03; \quad \varepsilon = 3\%$$

$$\frac{\Delta g}{g} = 0,03 \Rightarrow \Delta g = g \cdot 0,03 = 9,89 \cdot 0,03 = 0,3 \text{ м/с}^2$$

Вывод: определив среднее значение ускорения свободного падения 9,89м/с<sup>2</sup> методом измерения времени свободного падения тела с заданной высоты без начальной скорости (опыт Галилея), можно сказать что результат близок к табличному. Вычислены погрешности: относительная - 3%, абсолютная – 0,3 м/с<sup>2</sup>.

### 3. Определение ускорения свободного падения с помощью машины Атвуда. «Определение ускорения свободного падения без учета момента инерции блока»

№	масса груза M, кг	масса перегрузка m, кг	высота, H, м	t, с	t <sub>ср</sub> , с	g, м/с <sup>2</sup>	g <sub>ср</sub> , м/с <sup>2</sup>
---	-------------------	------------------------	--------------	------	---------------------	---------------------	------------------------------------

1.	0,0975кг	0,0547кг	1,50м	1,20с	1,19с	9,5 м/с <sup>2</sup>	9,7 м/с <sup>2</sup>
2.				1,18с		9,8 м/с <sup>2</sup>	
3.				1,19с		9,7 м/с <sup>2</sup>	
4.				1,17с		9,9 м/с <sup>2</sup>	
5.				1,21с		9,4 м/с <sup>2</sup>	

погрешности:  $\varepsilon_g = \frac{\Delta g}{g} = \frac{2\Delta M + \Delta m}{2M + m} + \frac{\Delta H}{H} + \frac{\Delta m}{m} + \frac{2\Delta t}{t}; \quad \varepsilon = 1,7\%$

$$\varepsilon_g = \frac{2 \cdot 0,00001 + 0,00001}{2 \cdot 0,0975 + 0,547} + \frac{0,005}{1,50} + \frac{0,00001}{0,0547} + \frac{2 \cdot 0,01}{1,19} = 0,017; \quad \Delta g = g \cdot \varepsilon_g$$

$$\Delta g = 9,7 \cdot 0,017 = 0,165$$

Вывод: определив среднее значение ускорения свободного падения 9,7м/с<sup>2</sup> методом определения ускорения свободного падения без учета момента инерции блока, можно сказать что результат близок к табличному. Вычислены погрешности: относительная – 1,7%, абсолютная – 0,165 м/с<sup>2</sup>.

#### 4. Определение ускорения свободного падения по закону всемирного тяготения в различных точках Земли

При выполнении работы использованы формулы закона всемирного тяготения  $F_T = G \frac{m \cdot M}{R^2}$  и сила тяжести  $F = mg$ , где  $G$  — гравитационная постоянная ( $6,67 \cdot 10^{-11} \frac{H \cdot \dot{\iota}^2}{\dot{a}a^2}$ ).

Применим эти формулы для вычисления гравитационного ускорения на поверхности Земли

$$G \frac{m \cdot M}{R^2} = mg \rightarrow G \frac{M}{R^2} = g, \text{ получим } g = G \frac{M}{R^2} \text{ м/с}^2. \text{ Учитывая расстояние от центра Земли до наивысшей точки, формула примет вид: } g = G \frac{\dot{\iota}}{(R + H)^2}.$$

Земли до наивысшей точки, формула примет вид:

После проведения вычислений, заполнена таблица.

Ускорение свободного падения в различных точках Земли				
Континенты	Расстояние		g, м/с <sup>2</sup>	g <sub>ср</sub> , м/с <sup>2</sup>
	радиус Земли R, м	до наивысшей точки, м		
Евразия	6371000 м	8848 м	9,8 м/с <sup>2</sup>	9,7 м/с <sup>2</sup>
Северная Америка	6371000 м	6194 м	9,7 м/с <sup>2</sup>	
Южная Америка	6378100 м	6960 м	9,7 м/с <sup>2</sup>	
Африка	6378100 м	5895 м	9,7 м/с <sup>2</sup>	
Австралия	6378100 м	2228 м	9,7 м/с <sup>2</sup>	
Антарктида	6356800 м	5140 м	9,7 м/с <sup>2</sup>	

Вывод: определив среднее значение ускорения свободного падения 9,7м/с<sup>2</sup> по методу Исаака Ньютона (по закону всемирного тяготения в различных точках Земли), можно сказать что полученные результаты близки к табличному. (Таблица в приложении подтверждает полученные результаты.).

**Обсуждение** предлагаю провести по вопросам:

1. Справедливо ли, что ускорение свободного падения принято считать  $\approx 10 \text{ м/с}^2$  во всех странах мира?

2. Как изменится значение ускорение свободного падения, с увеличением высоты от поверхности Земли до точки траектории спутников Земли (естественного и искусственных)?
3. Следует ли дать возможность учащимся проводить дополнительные исследования на уроке (разные варианты), на школьном уровне, для повышения мотивации к обучению и получению знаний?

#### **Выводы:**

- знакомство с информацией по теме «Способы определения ускорения свободного падения» прошло через научные труды ученых *Галилео Галилея и Исаака Ньютона*. Для проведения экспериментов использованы методики из книг Демашева А.В., Еноховича А. С., Ивероновой В.И. и так далее;
- выбор методов по определению ускорения свободного падения остановился на математическом маятнике (Галилео Галилей); измерении времени свободного падения тела с заданной высоты без начальной скорости (опыт Галилея); с помощью машины Атвуда и по закону всемирного тяготения в различных точках Земли (Исаак Ньютон);
- эксперименты по определению ускорения свободного падения проведены и оформлены в работе;
- при анализе полученных результатов было выявлено, что значение ускорения свободного падения оказалось практически одинаковым при определении его разными методами. Следовательно, не имеет значения какой метод использовать, результат будет одинаков.
- по окончании написания работы узнала много интересного, того чего, действительно, нет в учебнике. Указанные методы и методики, считаю, что полностью соответствуют заявленной цели и задачам. Гипотезу подтвердила. Поставленную цель достигла.
- в дальнейшем собираюсь продолжить исследовательскую работу по проведению экспериментов, например, хочу проверить законы сохранения энергии. Навыки, полученные при написании данной работы, помогут мне в этом.

#### **Список литературы:**

1. Демашев А.В. Механические явления. Руководство по выполнению экспериментов. – М.: МГИУ. 2006. – 36с
2. Иверонова В.И. Физический практикум. Механика и молекулярная физика, - М.: Наука 1967. – 67с
3. Кабардин О.Ф. Факультативный курс физики. 10 класс: Пособие для учащихся. – М.: Просвещение, 1979
4. Л.И. Анциферов, В.А. Буров, Ю.И. Дик и др.; Практикум по физике в средней школе: Дидфкт. материал: Пособие для учителя / Под ред. В.А. Бурова, Ю.И. Дика. – 3-е изд., перераб. – М.: Просвещение, 1987
5. Сергеев С.П. «Обработка результатов физического эксперимента»  
Сивухин Д.В, «Общий курс физики», т.1. 1.