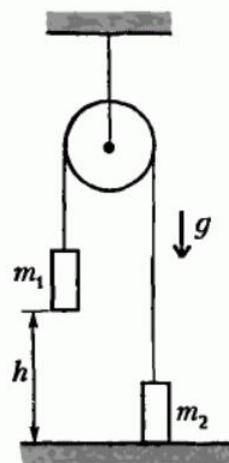


### 7.1. Машина Атвуда.

**Машина Атвуда** — лабораторное устройство для изучения поступательного движения с постоянным ускорением.

Идеальная Машина Атвуда имеет следующую конструкцию: через невесомый блок, в оси которого отсутствует трение, переброшена нерастяжимая невесомая нить. К концам нити привязаны два тела с массами  $m_1$  и  $m_2$ . Когда  $m_1 = m_2$ , система находится в состоянии безразличного равновесия вне зависимости от положения грузов. Если  $m_1 \neq m_2$ , грузы приходят в поступательное движение.

Соберите установку, как показано на фотографиях. Максимально используйте высоту стола. Когда левый держатель груза касается пола, правый держатель должен располагаться вплотную к шкиву. Массы грузов  $m_1$  и  $m_2$  при проведении всех измерений **должны быть одинаковы**. Их величину можно изменять, располагая на держателях различное число гаек M 10. Массу каждой гайки можно **приблизительно** считать равной  $M_r = 10$  г. Однако, в выданном вам комплекте оборудования, гайки прокалиброваны. В каждой паре, помеченной одинаковыми цифрами 1, 2, 3, 4 и 5, отличие массы гаек друг от друга не превышает 0,1 г. При наборе грузов всегда следует одновременно располагать на левом и правом держателе две гайки, помеченные одинаковой цифрой. В качестве перегрузки, приводящей систему в движение, используйте гайку M6, масса которой  $\Delta m = 2,0$  г.



#### Задание:

1. Исследуйте зависимость времени  $t$  опускания груза с перегрузкой из самого верхнего положения (когда нижний груз слегка касается пола) до пола от суммарной массы грузов  $m$ .
2. Постройте на миллиметровой бумаге из бланка график зависимости  $t^2$  от  $m$ .
3. Согласно теории равноускоренного движения, полученная вами зависимость описывается выражением  $t^2 = \frac{2H}{\Delta mg} m + \frac{2H}{\Delta mg} m_{\phi}$ , где  $H$  – высота, с которой опускается груз,  $g = 9,8 \frac{m}{s^2}$ ,  $m_{\phi}$  – некоторая постоянная величина, имеющая размерность массы. Используя полученный вами график, определите  $H$  и  $m_{\phi}$ .

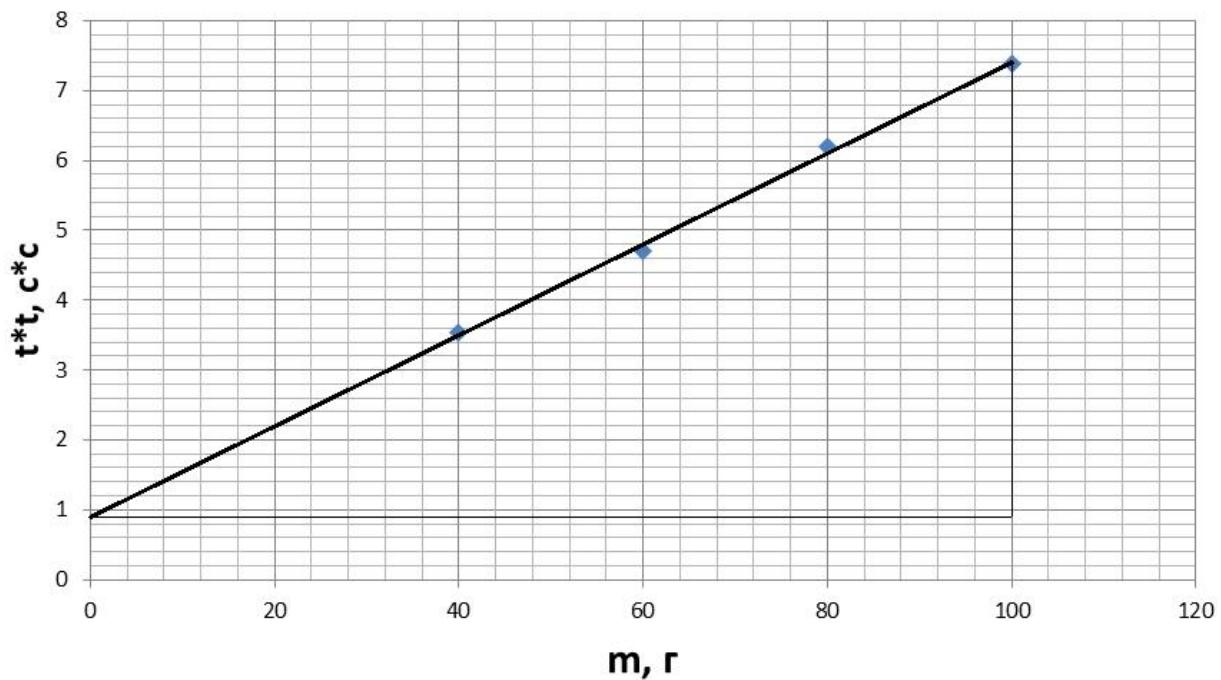
**Оборудование:** шкив на подшипнике с болтом, линейка для крепления шкива к столу, две канцелярские клипсы, нить, держатели грузов – 2 шт, гайки M 10 - 10 шт, гайка M 6 – 1 шт, секундомер.

**Решение (Машина Атвуда).**

Соберем установку согласно инструкции в условии задачи. Проведем измерения времени опускания грузов разной массы от верхнего положения (когда второй груз лишь слегка касается пола) до пола. Для грузов каждой массы измерения времени проводим не менее 8-10 раз с последующим усреднением. Результаты измерений на авторской установке приведены в таблице:

<b>№</b>	<b><math>m, \text{ г}</math></b>	<b><math>t, \text{ с}</math></b>	<b><math>t_{\text{cp}}, \text{с}</math></b>	<b><math>t_{\text{cp}}^2, \text{с}^2</math></b>
1	40 (по 2 гайки с каждой стороны)	1,97 2,00 1,75 1,81 1,87 1,90 1,85 1,88	1,88	3,53
2	60 (по 3 гайки с каждой стороны)	1,97 2,03 2,25 2,22 2,37 2,18 2,25 2,12 2,09 2,03	2,17	4,70
3	80 (по 4 гайки с каждой стороны)	2,35 2,47 2,43 2,50 2,59 2,66 2,53 2,40	2,49	6,20
4	100 (по 5 гаек с каждой стороны)	2,69 2,46 2,54 2,53 2,62 2,78 2,97 2,85 2,88 2,87	2,72	7,39

График зависимости  $t_{\text{cp}}^2$  от  $m$  представлен на рисунке.



Угловой коэффициент представленной прямой равен

$$\frac{2H}{\Delta mg} = 65 \frac{c^2}{kg} \text{ (в системе СИ).}$$

Отсюда получаем  $H = 0,65 \text{ м}$ . Прямая пересекает вертикальную ось в точке  $t^2 = 0,9 \text{ c}^2$ . Следовательно,  $m_{\phi} = 0,014 \text{ кг}$ .

#### Критерии к задаче №7.2

1	Единицы измерения в таблице с данными	0,5 балла	
2	Многократность измерения времени для одного груза: (по 0,5 балла за каждое измерение, но не больше 1,5).	1,5 балла	
3	Количество измеренных масс (по 0,4 балла за каждое измерение, но не больше 2,0) .	2 балла	
4	Проведены измерения во всём доступном диапазоне [20 - 100] г.	1 балл	
5	Есть таблица пересчёта $t^2$	1 балл	
6	График (размер не меньше А5 (0,5), подписаны оси (1,0), правильно оцифрованы оси (0,5), перенесены все точки (1,0), есть сглаживающая прямая)	4 балла	
7	Явно указан метод получения ИЗ ГРАФИКА величины H	3 балла	
8	Явно указан метод получения ИЗ ГРАФИКА величины $m_{\phi}$	3 балла	
9	Значение H в диапазоне [50 - 70] см (в диапазоне [40 - 80] - 1 балл)	2 балла	
10	Значение $m_{\phi}$ в диапазоне [10 - 30] г	2 балла	
	<b>Сумма:</b>	20 баллов	

