

## Лабораторная работа № 19

### Определение ускорения свободного падения с помощью машины Атвуда

**Цель работы:** проверка справедливости основного закона поступательного движения, определение ускорения свободного падения  $g$ .

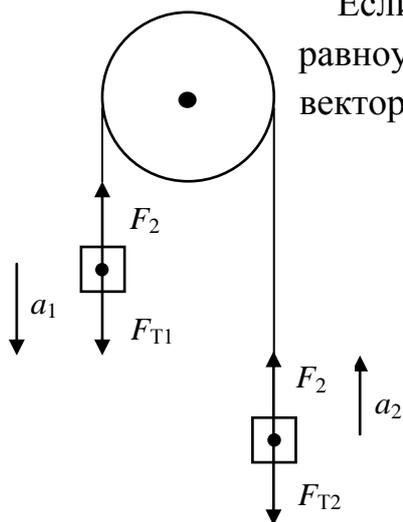
**Оборудование:** модульный учебный комплекс МУК-М2 (блок механический БМ2-04, секундомер электронный СЭ1-07).

#### *Краткое теоретическое введение*

Машина Атвуда представляет собой установку (рис.1), которая состоит из:

- легкого блока с неподвижной осью и вращающейся с малым трением;
- двух грузов разной массы ( $m_1 > m_2$ ), подвешенных на нерастяжимой нити, перекинутой через блок.

Если грузы не удерживать, то они будут двигаться равноускоренно. Запишем основные уравнения движения грузов в векторной (1) и скалярной (2) формах:



$$\begin{cases} m_1 \vec{a}_1 = m_1 \vec{g} + \vec{F}_1 \\ m_2 \vec{a}_2 = m_2 \vec{g} + \vec{F}_2 \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} -m_1 a_1 = -m_1 g + F_1 \\ m_2 a_{12} = m_2 g + F_2 \end{cases} \quad (2)$$

Рис. 1

Найдем силы натяжения нити  $F_1$  и  $F_2$  с учетом того, что ускорения грузов по модулю одинаковые ( $a_1 = a_2 = a$ ):

$$\begin{cases} F_1 = m_1(g - a) \\ F_2 = m_2(g + a) \end{cases} \quad (3)$$

Величину ускорения грузов  $a$  можно найти экспериментальным путем. Для этого следует измерить время опускания груза  $t$  с определенной высоты  $h$ :

$$a = \frac{2h}{t^2} \quad (4)$$

В идеальном случае (когда блок невесомый и трение на оси блока отсутствует) эти силы должны быть равны между собой. В этом случае исходя из формулы (3) ускорение грузов можно вычислить как:

$$g = a \frac{(m_1 + m_2)}{m_1 - m_2} \quad (5)$$

### Методика эксперимента

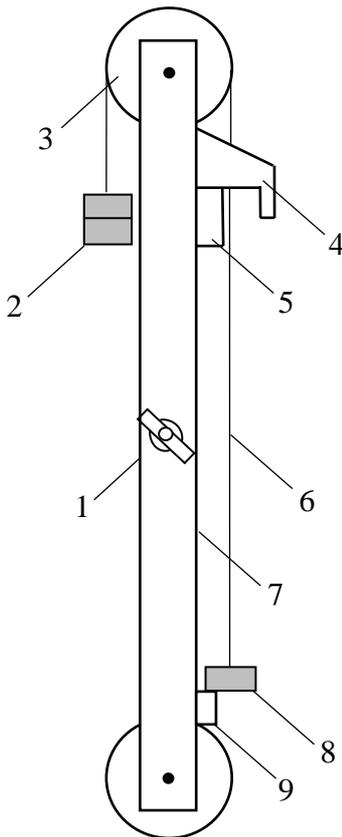


Рис. 2

Машина Атвуда представлена на рисунке 2. Через блок 3 перекинута нить 6 с грузами 2 и 8. Для удержания грузов используется электромагнит 9. Для окончания счета секундомера используется фотодатчик 5. Для остановки груза применяется отбойное устройство 4.

Для работы с машиной Атвуда необходимо перевести секундомер СЭ1 в режим работы №1. При этом включится электромагнит 9 и груз 8 будет зафиксирован. После нажатия кнопки «Пуск» секундомера электромагнит выключится, начнется отсчет времени, и грузы начнут равноускоренное движение.

После прохождения фотодатчика 5 произойдет остановка секундомера. Отбойное устройство 4 остановит груз.

Время падения фиксируется на электронном табло. Для повторения эксперименты необходимо сбросить показание времени при помощи кнопки «Сброс».

### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. С помощью дополнительных грузов и основания известных масс измерьте время опускания груза с высоты  $h$ . Результаты измерений занесите в табл.1.

Масса подставки – 29 г.

Масса меньшего дополнительного груза – 8 г.

Масса большего дополнительного груза – 12 г.

Таблица 1

№	$m_1$ , КГ	$m_2$ , КГ	$h$ , М	$t$ , с	$a$ , м/с <sup>2</sup>	$g$ , м/с <sup>2</sup>	$F_1$ , Н	$F_2$ , Н
1	$37 \times 10^{-3}$	$29 \times 10^{-3}$	0,52					
2								
3								
4								
5								
1	$41 \times 10^{-3}$	$29 \times 10^{-3}$						
2								
3								
4								
5								
1	$41 \times 10^{-3}$	$37 \times 10^{-3}$						
2								
3								
4								
5								

- Повторите измерения 5 раз при неизменном значении  $m_1$  и  $m_2$ .
- Рассчитайте ускорение  $a$  по формуле (4), а ускорение  $g$  – по формуле (5).
- Найдите силы  $F_1$  и  $F_2$  для каждого случая.
- Проведите оценку погрешности измерения ускорения свободного падения и результаты занесите в таблицу 2.

Таблица 2

№	$g$ , м/с <sup>2</sup>	$\Delta g$ , м/с <sup>2</sup>	$\epsilon$ , %
1			
...			
15			
Сред.			

- Окончательный результат выполнения лабораторной работы запишите в виде интервала:

$$g_{\text{ср}} - \Delta g_{\text{ср}} \leq g \leq g_{\text{ср}} + \Delta g_{\text{ср}}$$

### Контрольные вопросы:

- Сформулируйте основной закон поступательного движения (II закон Ньютона).
- Дайте определение ускорения свободного падения  $g$ .
- Запишите формулу для ускорения свободного падения  $g$  на планете.

4. Как ускорение свободного падения зависит от географической широты?
5. Как ускорение свободного падения зависит от высоты над поверхностью Земли?
6. Запишите формулу пути при равноускоренном движении.
7. Выведите формулу (4).
8. Выведите формулу (5).