

*Муниципальное бюджетное
общеобразовательное учреждение
«Лицей № 15» города Воронежа*



Задача № 15

«Вареное яйцо»

**ТЮФ -
2016**

Условие задачи

Предложите неразрушающие методы для определения степени, до которой сварено куриное яйцо в кипящей воде. Изучить чувствительность ваших методов.

Цели и задачи

- 1) Подобрать неразрушающие методы для определения степени, до которой сварено куриное яйцо в кипящей воде.
- 2) Построить теоретическую модель и выполнить теоретическую оценку степени, до которой сварено яйцо.
- 3) Изучить чувствительность предложенных нами методов.

Оборудование

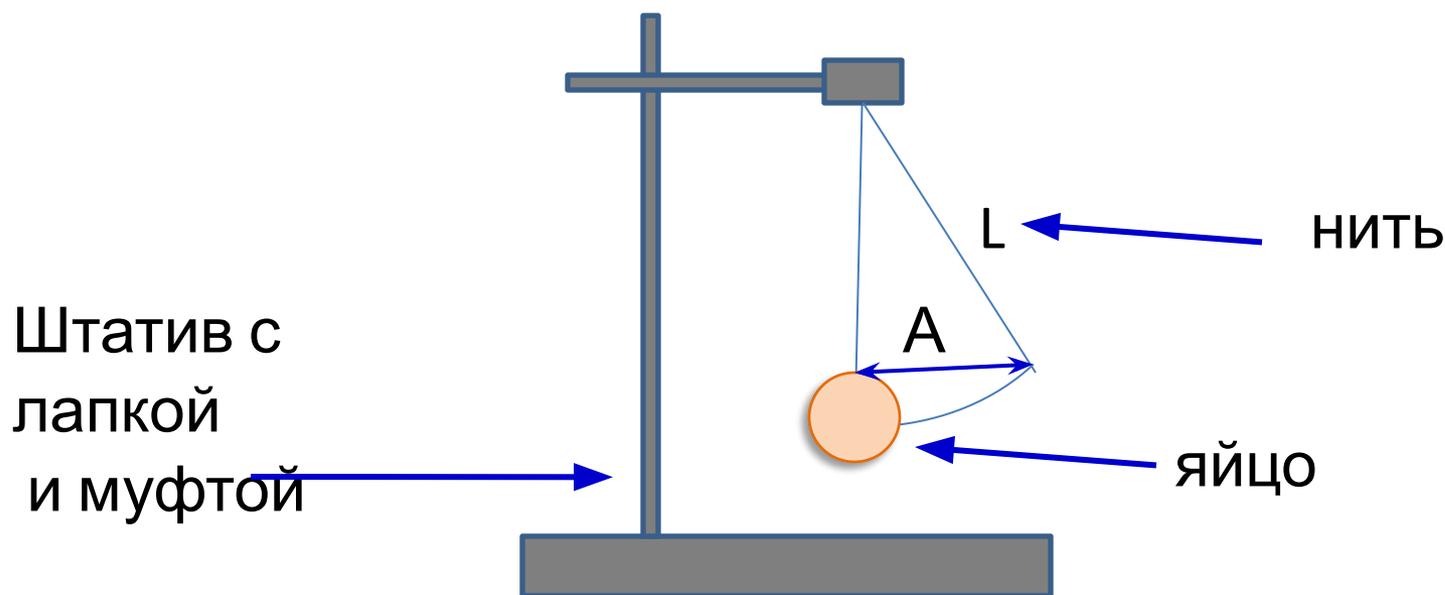
- 1) направляющие рейки
- 2) нить
- 3) измерительная лента
- 4) термометр
- 5) секундомер
- 6) весы
- 7) сосуд с холодной водой
- 8) штатив с муфтой и



Экспериментальная установка

№1

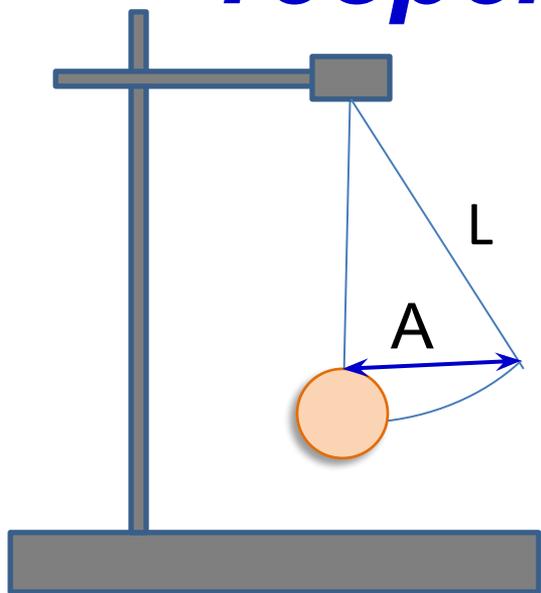
(с применением нитяного маятника)



Работа экспериментальной установки № 1



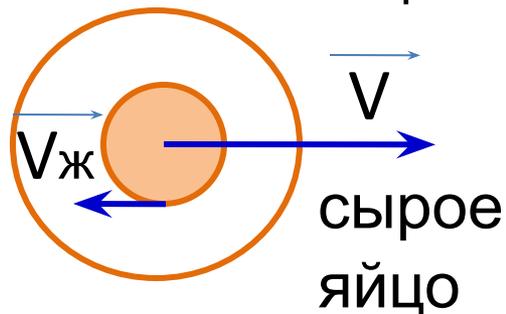
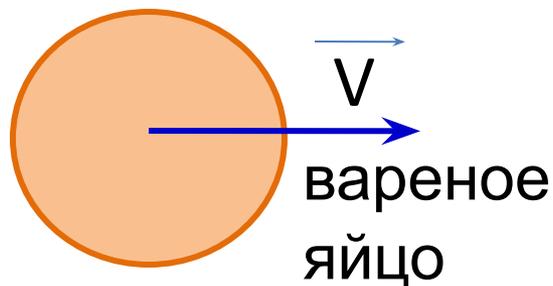
Теоретическая модель № 1



Колебания тела на нити –
затухающие.

Причины:

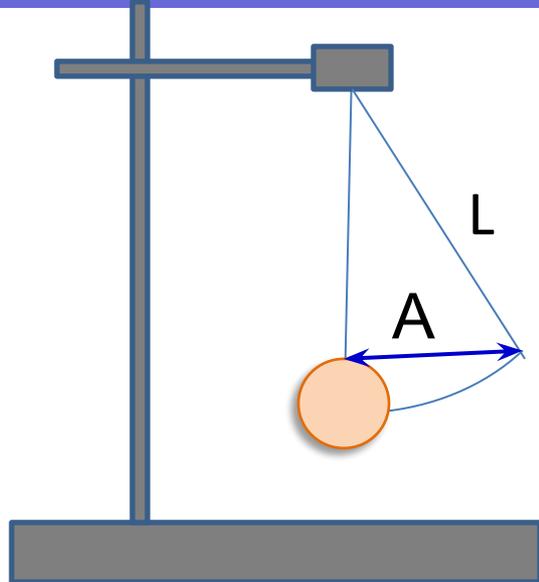
- 1) сила сопротивления воздуха
- 2) *тормозящее действие жидкого содержимого в яйце.*



По ЗСЭ:

$$E_{п} \rightarrow E_{к} \rightarrow U$$

Методика проведения эксперимента № 1



Условия проведения эксперимента:

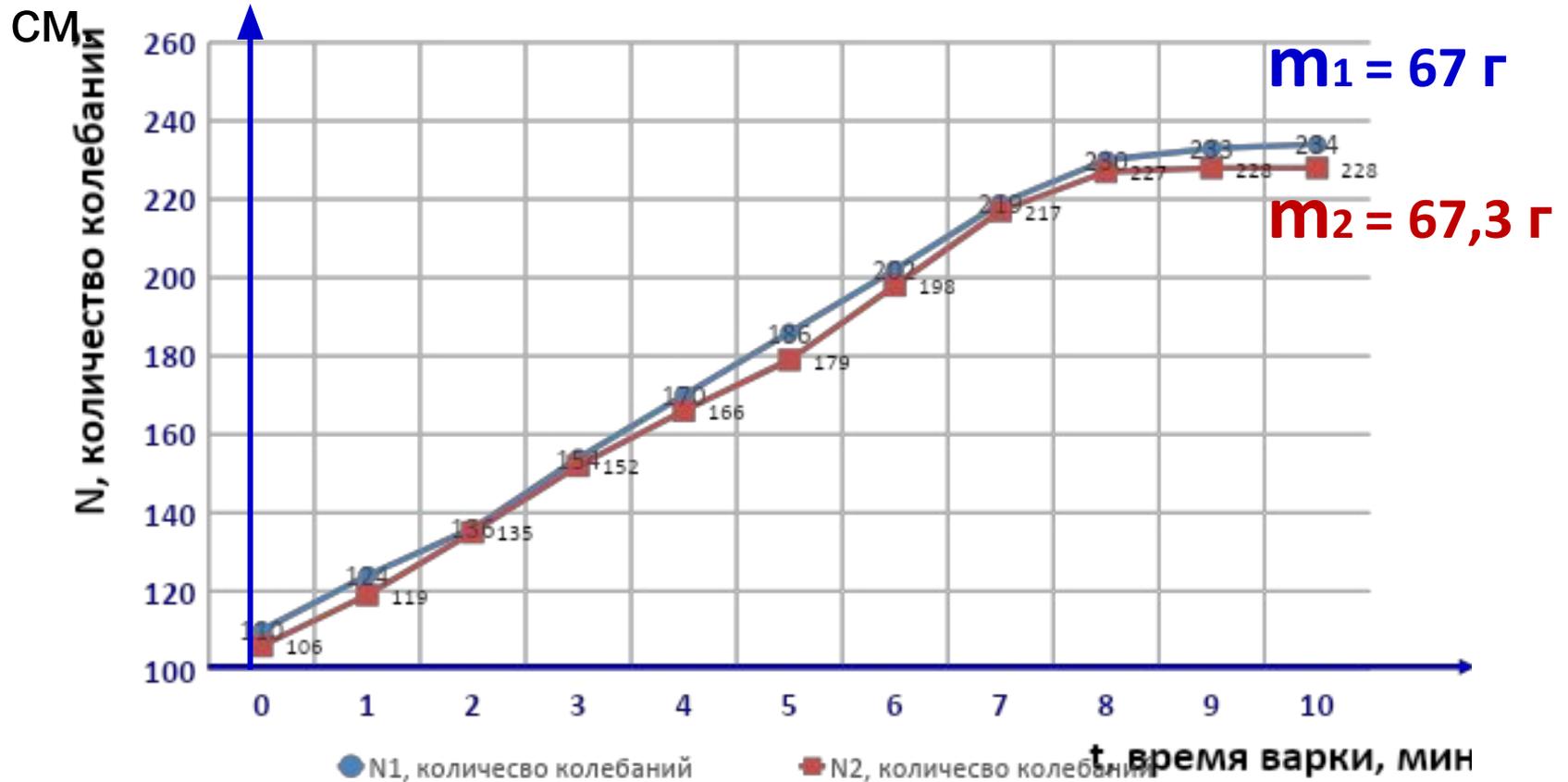
- 1) длина нити – 24 см.
- 2) амплитуда максимальная – 8 см.
- 3) начальная температура воды – 57°C (сворачивается белок).

Опыт 1.

- 1) Варим яйцо 1 минуту.
- 2) Охлаждаем в прохладной воде.
- 3) Определяем количество полных колебаний.
- 4) Повторяем опыты несколько раз, увеличивая время варки яйца на 1 минуту.

График зависимости N от t

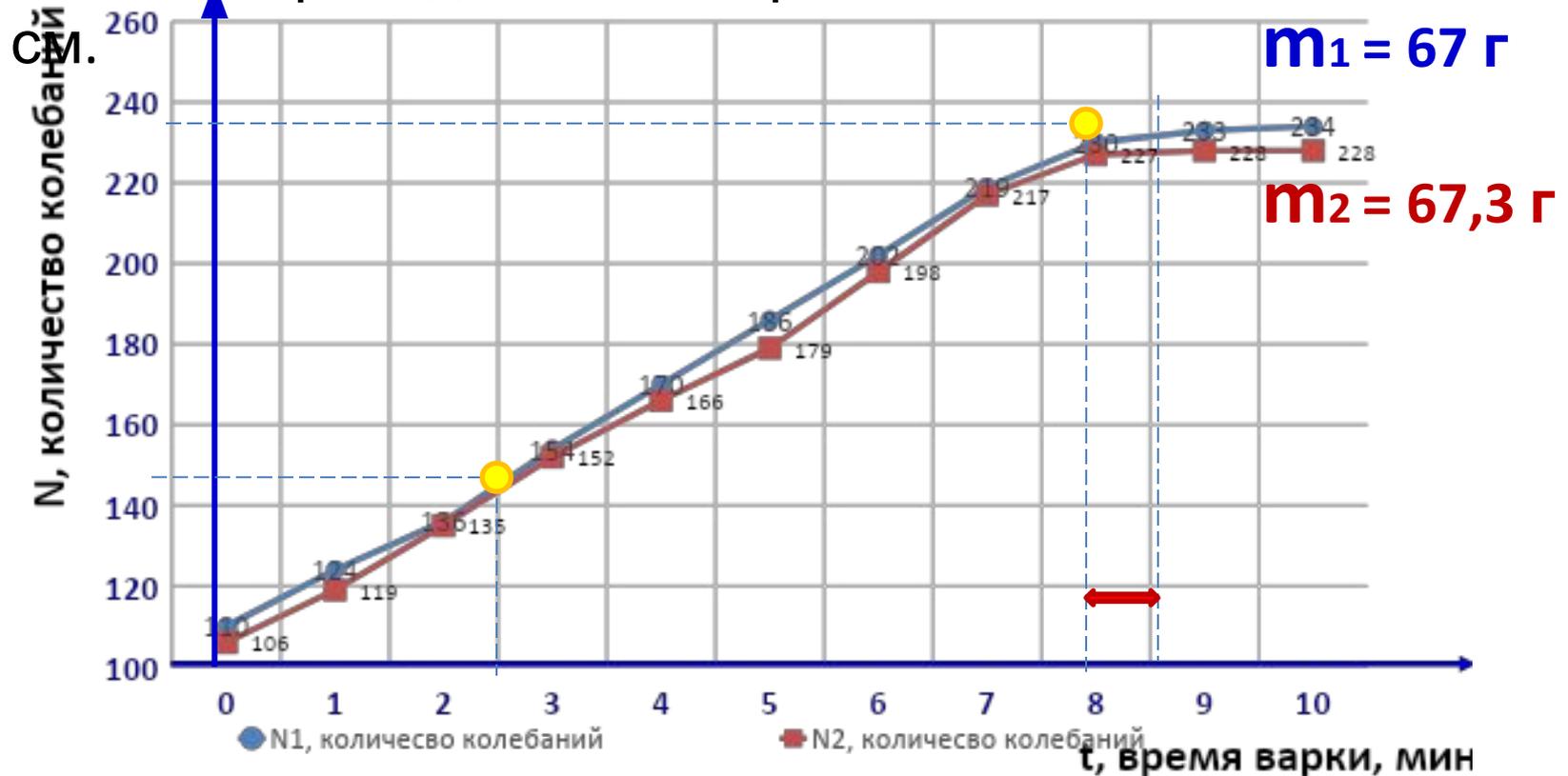
Условия проведения эксперимента: $L = 24$ см, $A = 8$



Вывод: за последние 2 мин варки N практически не изменяется.

График зависимости N от t

Условия проведения эксперимента: $L = 24$ см, $A = 8$



Два опытных образца:

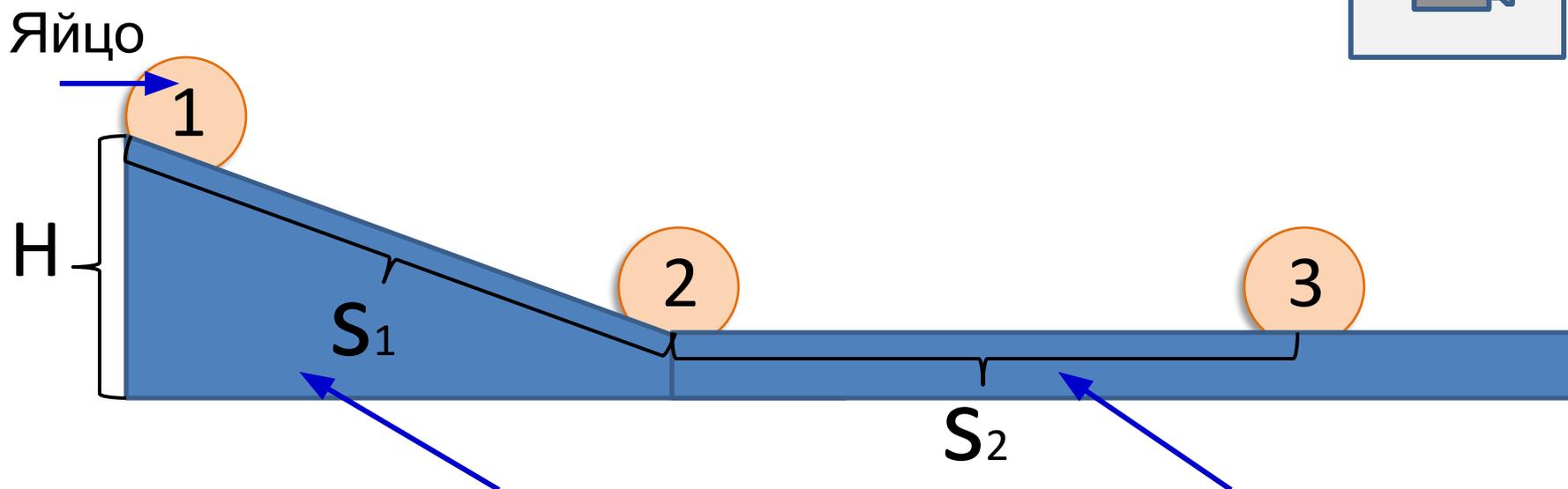
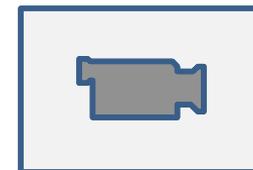
№ п/п	t_n , варки (мин)	m , масса яйца (г)	N , кол. колеб.	$t_{гр}$, варки (мин)
X_1	2,5	66,8	142	2,5
X_2	8	66,8	226	8-8,5

Вывод: данный метод является более чувствительным при варке яйца в течение первых 7 минут, и последние 2-3 минут метод менее чувствителен.

Экспериментальная установка

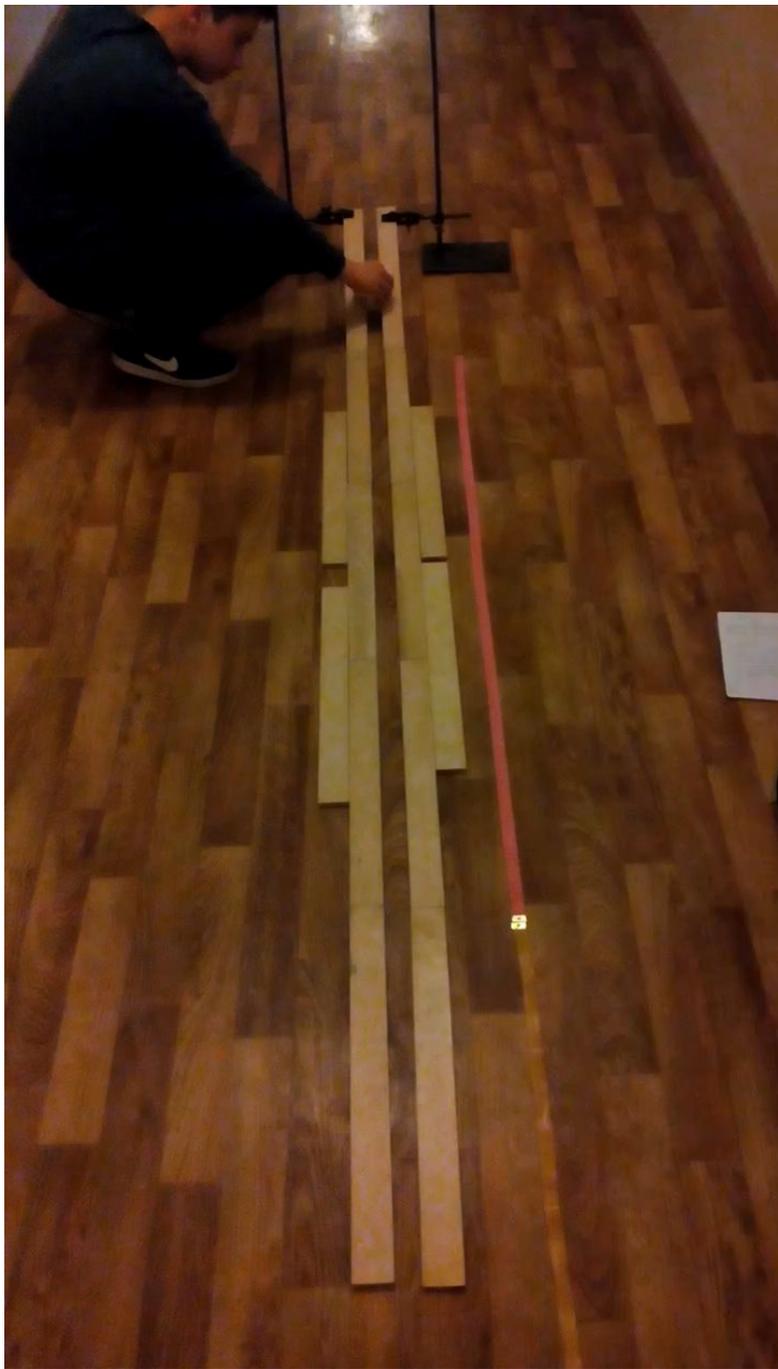
№2

(с применением наклонной плоскости)



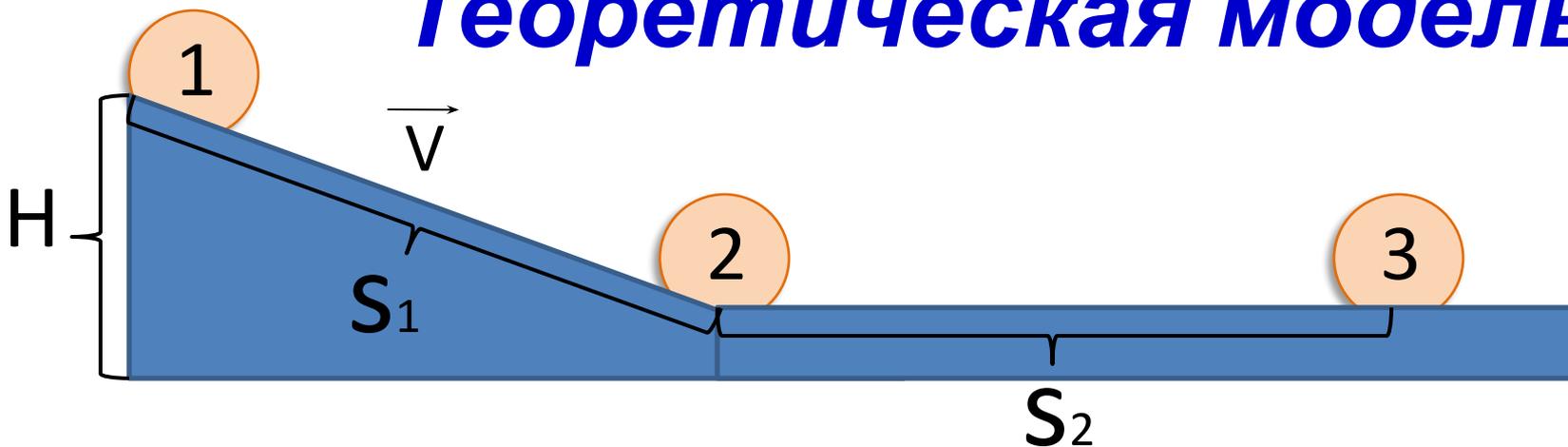
Наклонная плоскость с направляющими рейками

Горизонтальная плоскость с направляющими рейками



Работа экспериментальн ой установки № 2

Теоретическая модель № 2



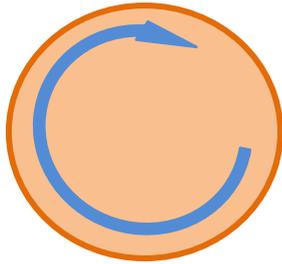
- 1) По ЗСЭ для цилиндра, который скатывается по наклонной плоскости: $E_{\text{п}} = E_{\text{к}} + E_{\text{к в р}}$.
 $E_{\text{п}} = mgH$, $E_{\text{к}} = \frac{mv^2}{2}$, $E_{\text{к в р}} = \frac{I\omega^2}{2}$,

где I – момент инерции, ω – угловая скорость.

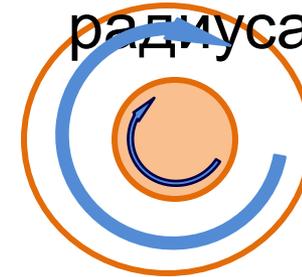
$$\rightarrow \boxed{mgH = \frac{mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2}}$$

Теоретическая модель

Тело в твердом состоянии
(яйцо сварено)



Совокупность тел разного
агрегатного состояния и
радиуса



$$mgH = \uparrow \frac{mv_1^2}{2} + \downarrow \frac{I_1\omega_1^2}{2}$$

$$E_p = \uparrow E_{k1} + \downarrow E_{k1}$$

$$mgH = \downarrow \frac{mv_2^2}{2} + \uparrow \frac{I_2\omega_2^2}{2}$$

$$E_p = \downarrow E_{k2} + \uparrow E_{k2}$$

Выводы: 1) скорость поступательного движения вареного яйца в конце наклонной плоскости больше, т.к. меньше кинетическая энергия вращательного движения, следовательно перемещение его по горизонтали больше;
2) Причина разных перемещений – инерция. Момент инерции для вареного яйца меньше, чем у сырого (частично сваренного).

Методика проведения эксперимента № 2

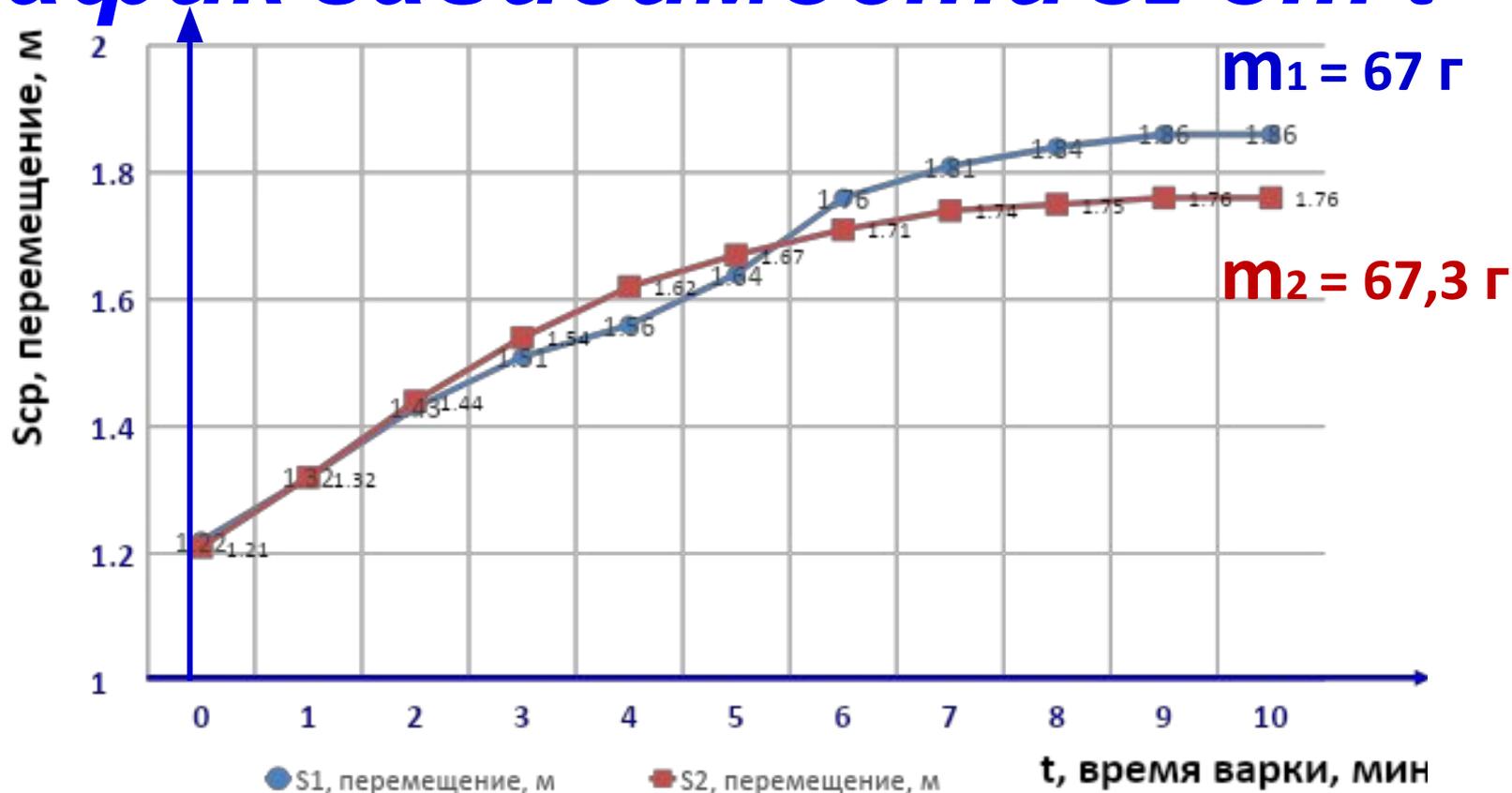
Опыт 1.

Условия проведения эксперимента:

- 1) длина наклонной плоскости – 17 см.
- 2) высота наклонной плоскости – 4 см.

- 1) Варим яйцо 1 минуту.
- 2) Охлаждаем в прохладной воде.
- 3) Определяем перемещение яйца на наклонной плоскости.
- 4) Повторяем опыты несколько раз, увеличивая время варки яйца на 1 минуту.

График зависимости S_2 от t

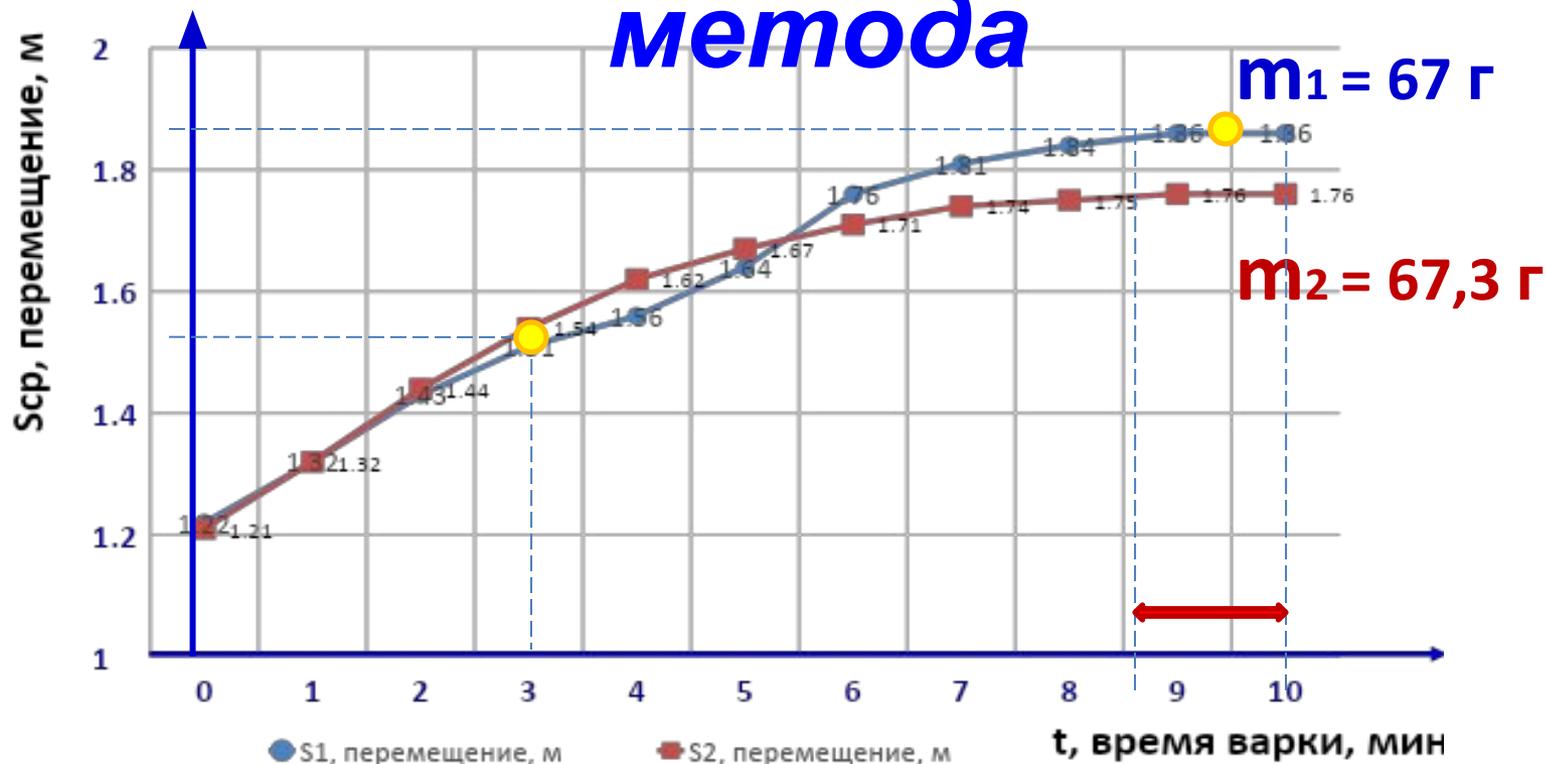


Вывод:

1) приращение S за последние 3 мин варки S практически равно 0.

Проверка чувствительности

метода



Два опытных образца:

№ п/п	t _н , варки (мин)	m, масса яйца (г)	S, перем, (м)	t _{гр} , варки (мин)
X ₁	2,5	66,8	1,52	3
X ₂	8	66,8	1,86	8,6-10

Вывод: данный метод является более чувствительным при варке яйца в течение первых 6 минут, и последние 4 минуты метод менее

Выводы:

- 1) Подобрали неразрушающие методы для определения степени, до которой сварено куриное яйцо в кипящей воде.
- 2) Построили теоретическую модель явления.
- 3) Изучили чувствительность метода предложенного нами.
- 4) Чувствительнее метод на основе нитяного маятника

Экспериментальные данные

Таблица

¹ № п/п	L, длина нити (м)	Aм, амплитуда (м)	t, время варки (мин)	m1, масса яйца (г)	N, кол. колеб (м)
1	0,24	0,04	0	67	110
2			1		124
3			2		132
4			3		154
5			4		168
6			5		175
7			6		202
8			7		219
9			8		230
10			9		239

Экспериментальные данные

Таблица

² № п/п	L, длина нити (м)	Aм, амплитуда (м)	t, время варки (мин)	m1, масса яйца (г)	N, кол. колеб (м)
1	0,24	0,04	0	67,3	106
2			1		119
3			2		130
4			3		152
5			4		166
6			5		174
7			6		198
8			7		217
9			8		227
10			9		228

Экспериментальные данные

Таблица

³ № п/п	L, длина наклон. пл- ти (м)	H, высота наклон. пл- ти (м)	t, время варки (мин)	m1, масса яйца (г)	S ₂ , перемещ. (м)
1	0,17	0,04	0	67	1,22
2			1		1,32
3			2		1,43
4			3		1,51
5			4		1,56
6			5		1,64
7			6		1,76
8			7		1,81
9			8		1,84
10			9		1,86

Экспериментальные данные

Таблица

4

№ п/п	L, длина наклон. пл- ти (м)	H, высота наклон. пл- ти (м)	t, время варки (мин)	m ₂ , масса яйца (г)	S ₂ , перемещ. (м)
1	0,17	0,04	0	67,3	1,21
2			1		1,32
3			2		1,44
4			3		1,54
5			4		1,62
6			5		1,67
7			6		1,71
8			7		1,74
9			8		1,75
10			9		1,76