

10 класс

Задача 1. Стадион

1. Методом размерностей найдём α :

$$[F] = \text{Н}, \quad [E] = \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}, \quad [h] = [b] = [d] = \text{м}.$$

$$\text{Н} = \frac{\text{Н}^\alpha}{\text{м}^{2\alpha} \cdot \text{м}^{\beta+\gamma+\delta}}, \quad \text{отсюда} \quad \alpha = 1.$$

2. Из физических соображений, если увеличить силу вдвое ($F_1 = 2F$) и приложить её к двум одинаковым цилиндрам ($b_1 = 2b$), то h не изменится, получаем, что $\gamma = 1$.

3. Склеиваем цилиндр при помощи скотча. Нагружаем цилиндр при помощи бумаги и измеряем силу в весах одного листа бумаги. Измеряем зависимость F от h .

Δh , мм	h , мм	F , m_0g
0	63,0	0,00
0	61,0	0,25
0	59,0	0,50
-2	48,0	1,00
-2	34,0	1,50
-2	31,0	2,00
-2,5	26,0	3,00
-2	23,0	4,00
-3	20,5	5,00
-3	19,0	6,00
-4	17,5	7,00
-4	16,5	8,00
-7	15,5	9,00
-9	13,0	10,00

Где Δh — отклонение от начального положения при снятии груза.

При больших нагрузках бумага деформируется необратимо, поэтому закон Гука не выполняется, следовательно формула (1) не верна. При очень маленьких деформациях $h \approx h_0$, а $F \approx 0$, что не соответствует формуле (1).

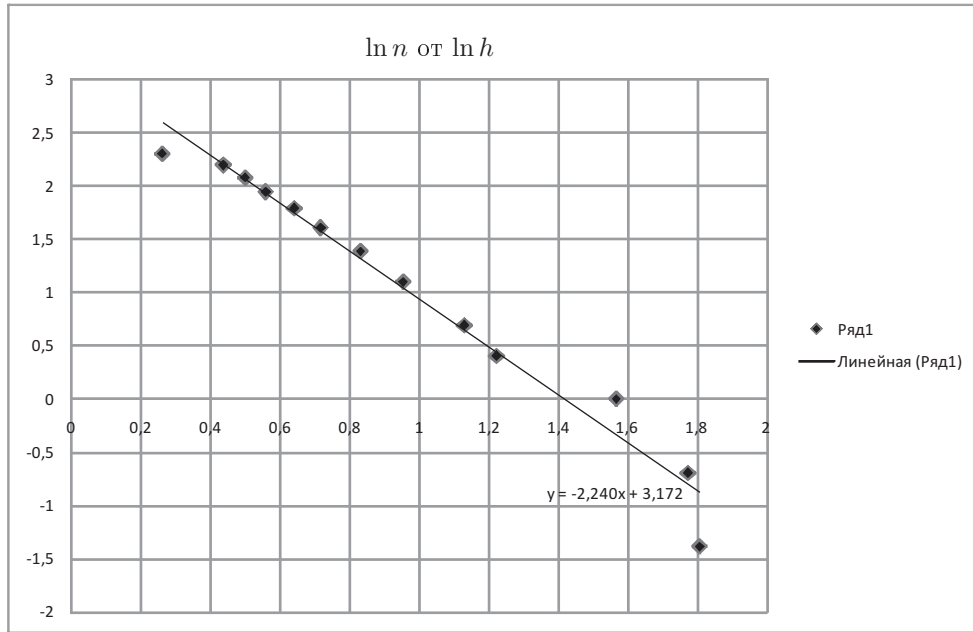


Рис. 8

Из графика (рис. 8):

$$\beta = -2,2 \pm 0,2.$$

$h \in [15 \text{ мм}; 35 \text{ мм}]$ — линейный участок (то есть диапазон h в котором выполняется формула (1)).

4. Коэффициент δ определён методом размерностей из α , β , и γ : если $\beta \approx -2$, $\alpha = 1$, $\gamma = 1$, то $\delta = 3$.

Задача 2. Заряд батарейки

1. Измерим вольтметром ЭДС новой батарейки $\mathcal{E} = 1,62 \text{ В}$.

2. Замкнем провода, припаянные к батарейке на резистор $r = 1 \text{ Ом}$, предварительно присоединив вольтметр к одному конкретному проводу, припаянному к батарейке (рис. 9). В той же схеме измеряем напряжение на резисторе r . Получаем сопротивление провода из отношения напряжений.

$$U_1 = 14,7 \text{ мВ}, \quad U_2 = 980 \text{ мВ}, \quad r_1 = 15 \text{ мОм}.$$

Аналогичным способом находим сопротивление второго провода — $r_2 = 15 \text{ мОм}$

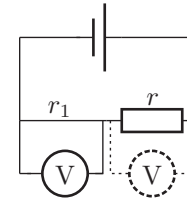


Рис. 9

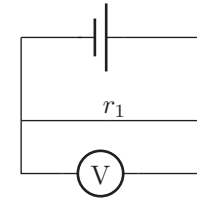


Рис. 10

3. Замыкаем батарейку накоротко, предварительно подсоединив вольтметр к одному из проводков (рис. 10). Получаем ток $I = U/r_1$. У новой батарейки $\mathcal{E} - (r_0 + r_1 + r_2)I = 0$, где r_0 — внутреннее сопротивление батарейки. Получаем,

$$U = 162 \text{ мВ}, \quad I = 10,8 \text{ А}, \quad r_0 = 0,12 \text{ Ом}.$$

Измеренный ток не является током короткого замыкания. Ток короткого замыкания считаем по формуле $\mathcal{E}/r_0 = 13,5 \text{ А}$.

4. Предыдущие измерения делались за пренебрежимо малое время. Замыкание на 1 Ом , хотя и даёт правильный результат, не является разумным, так как измерения могут занять слишком много времени, примерно $1,5$ часа. Для измерения с замыканием на амперметр достаточно 40 минут.

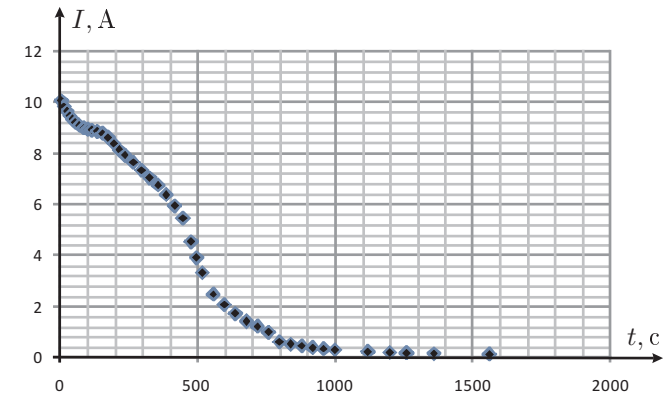


Рис. 11

Последний участок графика (рис. 11) экстраполируется линейной зависимостью или же экспонентой. Посчитав площадь под графиком, найдем протекший заряд:

$$q = 1,25 \pm 0,25 \text{ Ач}.$$