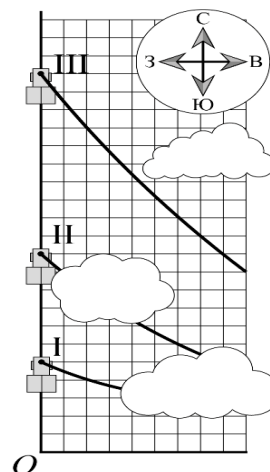


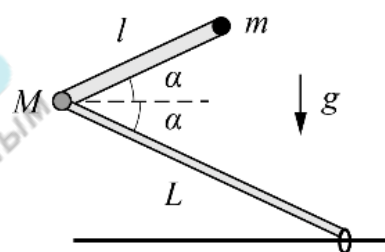
Задача 1.10.1. Разгон паровоза (15 баллов). На трех фотоснимках одного участка местности, сделанных с равными интервалами времени τ , запечатлен игрушечный паровоз и фрагменты шлейфа дыма от него. Наложенные друг на друга фотографии приведены на рисунке.

Зная, что, тронувшись с места, паровоз поехал на север с постоянным ускорением $a = 0,4 \text{ м/с}^2$, и что в этот день дул западный ветер со скоростью $u = 4 \text{ м/с}$, найдите интервал времени τ и на каком расстоянии от точки O находилась труба неподвижного паровоза.

Цены делений шкал сетки по вертикали и горизонтали равны.



Задача 1.10.2. Шарнир и колечко (15 баллов). В вертикальной плоскости находятся два невесомых стержня, соединённых шарниром массы M . На свободном конце верхнего стержня закреплён груз массы m , а на свободном конце нижнего стержня закреплено лёгкое колечко, которое может скользить по гладкой горизонтальной закреплённой спице. Длина верхнего стержня l , длина нижнего стержня $L > l$. Изначально стержни составляют углы α с горизонтом и удерживаются неподвижно. Затем их отпускают.



Найдите:

- 1) Ускорения шарнира $a_{ш0}$ и грузика $a_{г0}$ сразу после начала движения.
- 2) Ускорение колечка a_k в момент времени, когда шарнир, груз и колечко окажутся на одной прямой.

Считайте, что стержни и спица тонкие и все тела могут пролетать мимо друг друга не соударяясь. Ускорение свободного падения g .

Задача 1.10.3. Воздушный шар (10 баллов). Оболочка воздушного шара изготовлена из нерастяжимой плотной ткани с массовой поверхностной плотностью σ (масса 1 м^2 поверхности оболочки численно равна σ). Если оболочку полностью заполнить газом, то она приобретает форму сферы радиусом r . В пустую оболочку закачивают некоторое количество гелия.

- 1) При каких значениях массы m гелия шар будет подниматься?
- 2) Какому соотношению должны удовлетворять параметры шара, чтобы его подъём был возможен?

Молярная масса гелия M_{He} , воздуха – $M_{\text{В}}$, атмосферное давление p_0 , температура – T .

Объем шара $V = 4\pi r^3 / 3$, площадь сферы $S = 4\pi r^2$.

24 января на портале <http://abitu.net/vseros> будет проведён онлайн-разбор решений задач первого тура. Начало разбора (по московскому времени):

7 класс – 11.00; 8 класс – 10.00; 9 класс – 12.00; 10 класс – 13.30; 11 класс – 15.00.

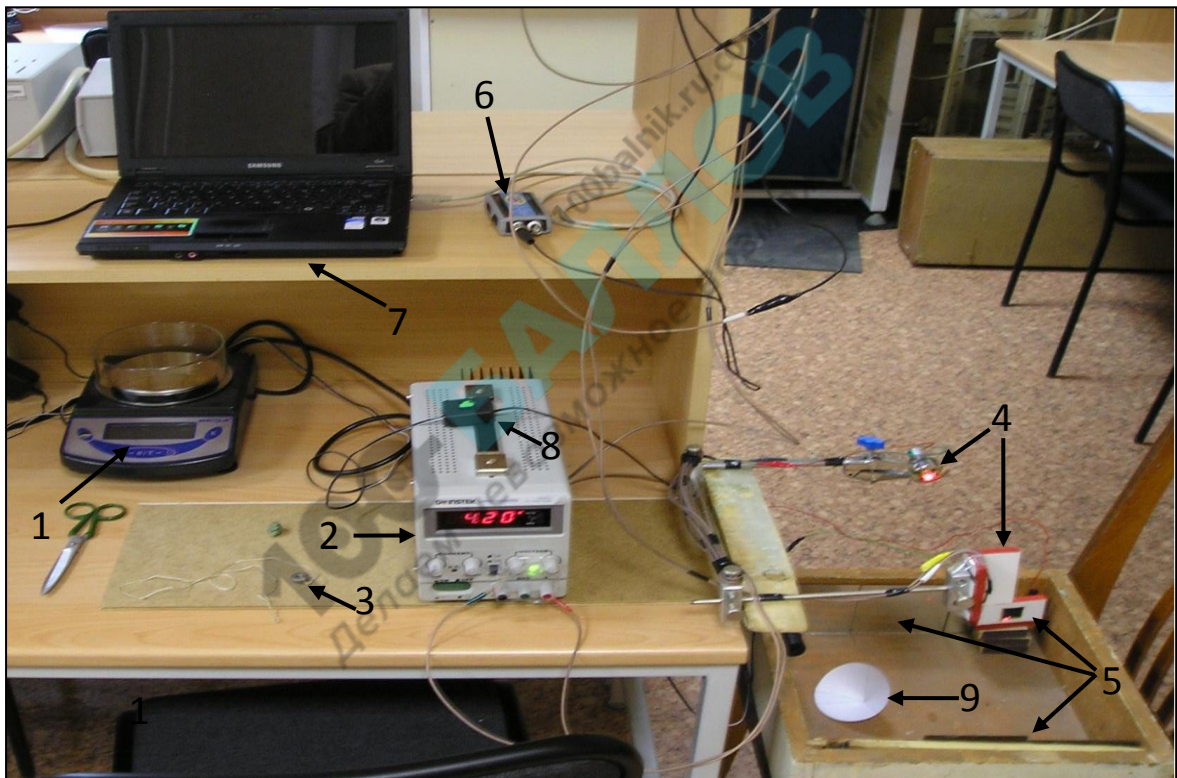
26 января состоится онлайн-разбор решений заданий второго тура. Начало разбора:

7 класс – 11.00; 8 класс – 10.00; 9 класс – 12.00; 10 класс – 13.30; 11 класс – 15.00.

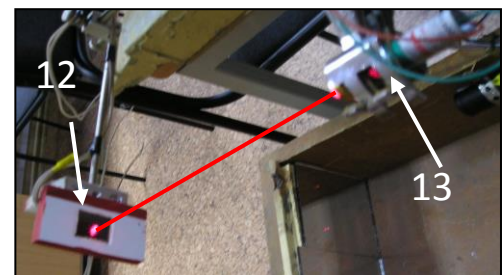
Задача 1.10.4. Псевдоэксперимент «Вязкое трение» (10 баллов). Известно, что при падении бумажного конуса на него действует сила $F_{\text{сопр}}$ вязкого трения о воздух, зависящая от скорости движения конуса: $F_{\text{сопр}} = kv^n$. Изучите падение бумажного конуса при его разных массах и определите значения коэффициента n . Погрешность оценивать не нужно.
Примечание: в математике часто используется функция логарифма, которая является обратной к функции возведения в степень. По свойствам данной функции если $F_{\text{сопр}} = kv^n$, то $\ln(F_{\text{сопр}}) = \ln(k) + n \ln(v)$. Значение логарифма от некоторого числа можно вычислить на калькуляторе.

Оборудование. Два сборных фотодатчика, блок питания, электронные весы, USB-осциллограф, ноутбук, отвес, линейка, ножницы, клей, выкройка для конуса, пластилин, салфетка, миллиметровка для построения графиков.

Описание установки



Установка позволяет с большой точностью определять время свободного падения бумажного конуса на участке, где движение конуса является равномерным. Для измерения времени движения конуса используется система из двух сборных фотодатчиков (верхнего 4 и нижнего 5), сигнал с которых через USB-осциллограф 6 поступает в ноутбук 7.



24 января на портале <http://abitu.net/vseros> будет проведён онлайн-разбор решений задач первого тура. Начало разбора (по московскому времени):

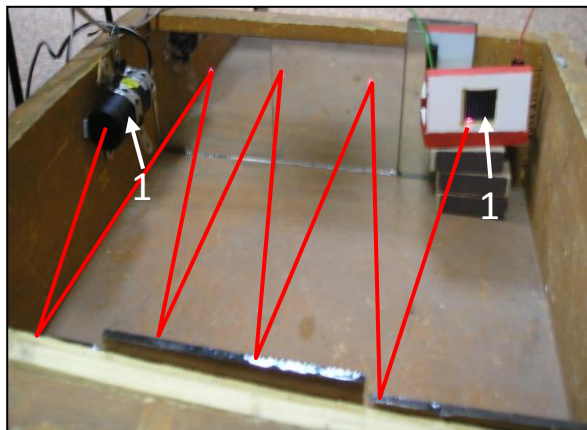
7 класс – 11.00; 8 класс – 10.00; 9 класс – 12.00; 10 класс – 13.30; 11 класс – 15.00.

26 января состоится онлайн-разбор решений заданий второго тура. Начало разбора:

7 класс – 11.00; 8 класс – 10.00; 9 класс – 12.00; 10 класс – 13.30; 11 класс – 15.00.

Верхний сборный фотодатчик состоит из лазера 13 и фотоэлемента 12. При пересечении конусом луча лазера напряжение на фотоэлементе изменяется.

Нижний сборный фотодатчик представляет собой квадратный ящик, две противоположные стенки которого изнутри обклеены плоскими зеркалами. На боковой стенке ящика закреплен лазер 10, луч которого, многократно отразившись от зеркал, попадает на фотоэлемент 11, двигаясь все время в одной горизонтальной плоскости. При падении конуса внутрь ящика луч лазера гарантированно перекрывается и напряжение на фотоэлементе изменяется.



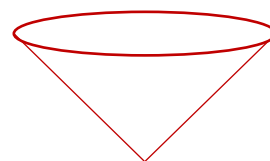
Расстояние от луча верхнего лазера, до плоскости, образуемой лучами нижнего лазера, равно $(23,0 \pm 0,5)$ см.

Фотоэлементы 11 и 12 соединены в электрическую цепь последовательно друг с другом и подключены к USB-осциллографу, который преобразует значение суммарного напряжения на фотоэлементах в цифровой вид и передает в ноутбук 7. На ноутбуке установлена специальная программа, отображающая график зависимости напряжения от времени с точностью до 0,5 мс. С помощью полученного графика можно определить время движения конуса между двумя пересечениями лучей лазеров.

Для определения массы конуса 9 используются электронные весы 1. Для изменения массы конуса внутрь него помещают небольшие кусочки пластилина.

Порядок проведения измерений

1. Внутри конуса помещается некоторое количество пластилина и на электронных весах определяется общая масса конуса с пластилином.
2. Конус размещается острием вниз на расстоянии примерно 60-70 см над верхним лазером и отпускается. Расстояние в 60-70 см гарантирует, что при подлете конуса к верхнему лазеру его движение будет практически равномерным.
3. В окне программы по зависимости суммарного напряжения от времени определяются и заносятся в таблицу 7 параметров:
 - T_1, T_2 – времена начала и окончания первого провала;
 - T_3, T_4 - времена начала и окончания второго провала;
 - U_0 – постоянный уровень напряжения;



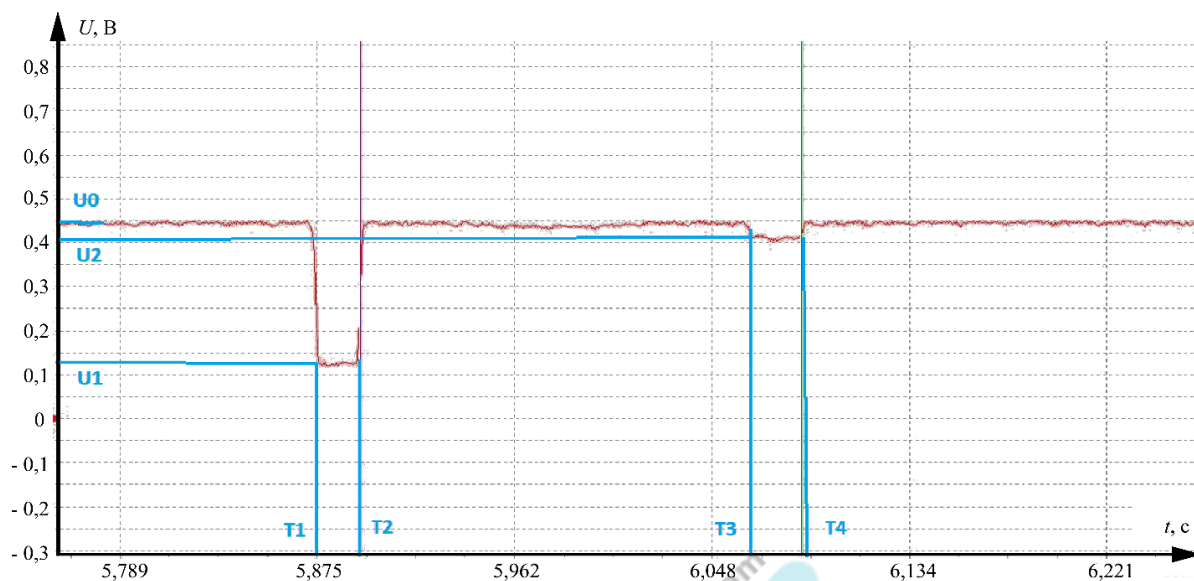
24 января на портале <http://abitu.net/vseros> будет проведён онлайн-разбор решений задач первого тура. Начало разбора (по московскому времени):

7 класс – 11.00; 8 класс – 10.00; 9 класс – 12.00; 10 класс – 13.30; 11 класс – 15.00.

26 января состоится онлайн-разбор решений заданий второго тура. Начало разбора:

7 класс – 11.00; 8 класс – 10.00; 9 класс – 12.00; 10 класс – 13.30; 11 класс – 15.00.

- U_1, U_2 – уровни напряжений, соответствующие первому и второму провалам.



4. Опыты повторяются с другой массой пластилина внутри конуса.

Полученные данные:

масса конуса с пластином, мг	T_1 , мс	T_2 , мс	T_3 , мс	T_4 , мс	U_0 , В	U_1 , В	U_2 , В
533	161	181	372	386	0,450	0,123	0,406
600	128	143	331	341	0,450	0,136	0,407
700	192	198	372	381	0,450	0,127	0,402
790	546	552	715	723	0,450	0,123	0,410
894	133	149	289	301	0,450	0,126	0,402
990	120	131	257	277	0,450	0,122	0,392
1125	570	576	694	709	0,450	0,122	0,403

24 января на портале <http://abitu.net/vseros> будет проведён онлайн-разбор решений задач первого тура. Начало разбора (по московскому времени):

7 класс – 11.00; 8 класс – 10.00; 9 класс – 12.00; 10 класс – 13.30; 11 класс – 15.00.

26 января состоится онлайн-разбор решений заданий второго тура. Начало разбора:

7 класс – 11.00; 8 класс – 10.00; 9 класс – 12.00; 10 класс – 13.30; 11 класс – 15.00.