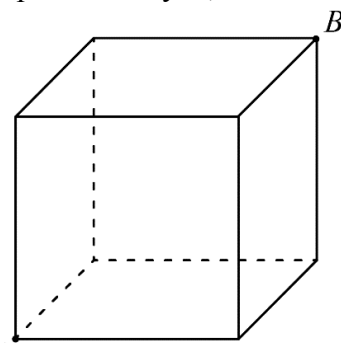


Задача 1.7.1. Бег по кругу (10 баллов). С линии старта одновременно в одну сторону по круговой дорожке стадиона побежали два спортсмена A и B . Бегун A первую половину каждого круга бежал со скоростью $2v$, а вторую – со скоростью v . Бегун B первую половину времени, затраченного на прохождение круга, бежал со скоростью v , а вторую – со скоростью $2v$. Известно, что бегун A пробежал полный круг за $T_A = 90$ с.

Через какое время t один спортсмен догнал другого первый раз после старта?

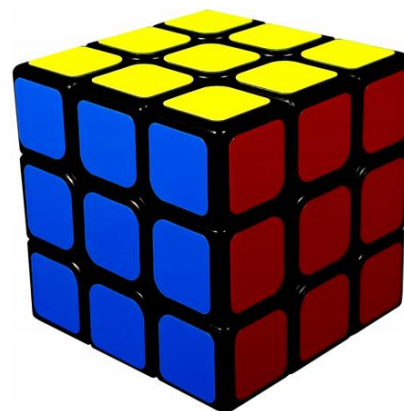
Через какое время T один из бегунов обогнал другого ровно на один круг?

Задача 1.7.2. Как ни крути (10 баллов). Муравей направился из вершины A куба, стоящего на горизонтальной поверхности, к вершине B (см. рис), перемещаясь только по рёбрам этого куба, причем движение по горизонтальным и вертикальным рёбрам обязательно чередовались, и он не побывал ни в какой вершине дважды. Скорость перемещения муравья по вертикальным ребрам вверх была равна v , вниз – $3v$, а по горизонтальным – он двигался с одинаковой скоростью.



Определите скорость муравья по горизонтальным рёбрам, A если средняя скорость его движения от A к B не зависела от маршрута?

Задача 1.7.3. Кубик Рубика (10 баллов). Кубик Рубика с ребром a не имеет пустот и сложен из одинаковых кубиков плотностью ρ_1 с ребром $a/3$. Если все мелкие кубики, не видимые на рисунке, заменить на другие, такие же по размеру, но с плотностью ρ_2 , то средняя плотность кубика Рубика увеличится в $n = 3$ раза. Чему равно отношение плотностей ρ_2 / ρ_1 ?



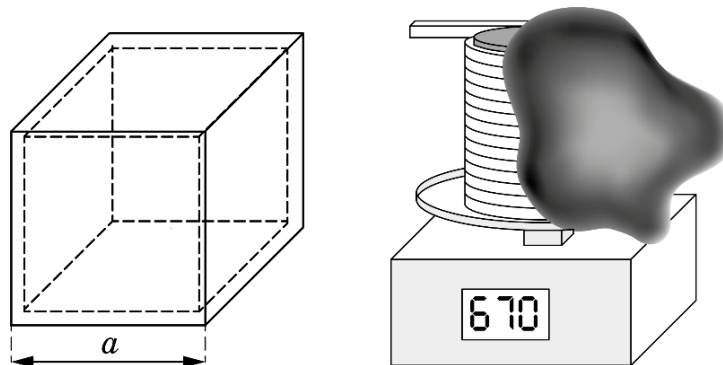
24 января на портале <http://abit.net/vseros> будет проведён онлайн-разбор решений задач первого тура. Начало разбора (по московскому времени):

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 1.7.4. 3D принтер (20 баллов). На 3D принтере идет печать полого кубика с внешней стороной $a = 10$ см. Катушка с пластиковым прутом квадратного сечения стоит на весах. Показания m весов с начала и до окончания печати вместе с длиной L прутка, оставшегося на катушке, заносятся в таблицу.



m , г	670	600	575	490	455	380	310
L , м	125	110	98	80	68	55	35

Определите:

- 1) массу m_0 пустой катушки;
- 2) линейную плотность λ прутка (массу одного метра);
- 3) плотность ρ материала прутка;
- 4) объем полости V в получившемся кубике.

Примечание: На рисунке ТОЛЬКО пруток изображен в масштабе 1:1, а размер кубика и весов даны условно. Для измерения необходимых размеров прутка можно использовать свою линейку или миллиметровую бумагу.

24 января на портале <http://abit.ru/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.

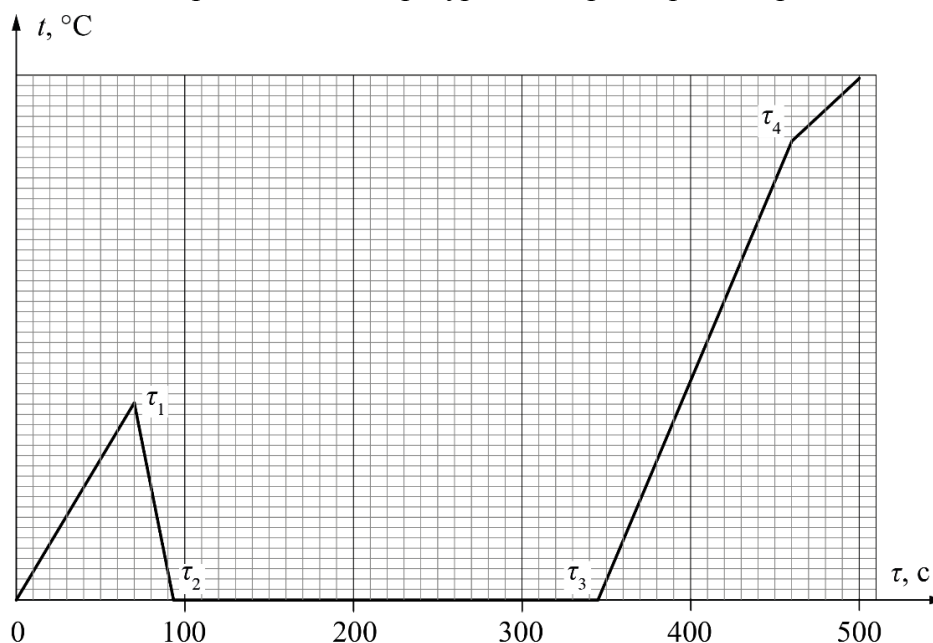
26 января состоится онлайн-разбор решений заданий второго тура. Начало разбора:

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

Задача 1.8.1. «Часы» (10 баллов). На часах в некоторый момент времени угол между часовой и минутной стрелками составил $\alpha = 60^\circ$. Определите, через сколько минут угол между стрелками в следующий раз может снова оказаться равным α ? Положение стрелок на рисунке – условное.



Задача 1.8.2. Соревнование калориметров (10 баллов). В два калориметра положили по куску льда и в течение $\tau_k = 10$ минут стали нагревать их содержимое с одинаковой мощностью. Известно, что первый кусок льда легче второго на $\Delta m = 100$ г. На рисунке приведена зависимость разности температур t в калориметрах от времени τ .



К сожалению, шкала оси разности температур не сохранились, а изломам графика соответствуют времена τ_1 , τ_2 , τ_3 , τ_4 .

Объясните, какие физические процессы соответствуют каждому линейному участку графика.

Определите:

- 1) мощность P нагревателя;
- 2) массы m_1 и m_2 кусков льда;
- 3) начальные и конечные температуры кусков льда;
- 4) разность температур Δt в момент времени τ_1 .

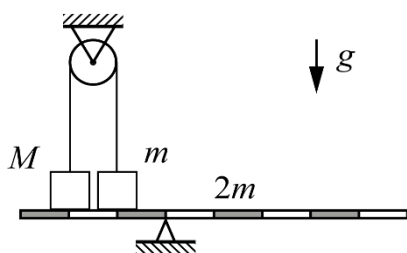
Справочные данные: удельная теплоемкость льда $c_{\text{л}} = 2100$ Дж/кг $^\circ\text{C}$, удельная теплоемкость воды $c_{\text{в}} = 4200$ Дж/кг $^\circ\text{C}$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 330$ КДж/кг.

24 января на портале <http://abitru.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.

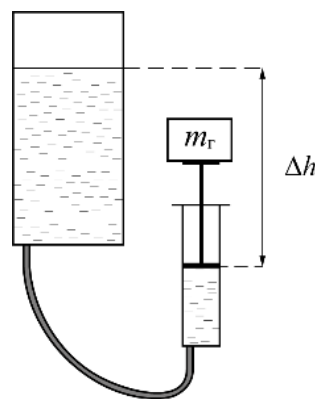
26 января состоится онлайн-разбор решений заданий второго тура. Начало разбора:

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



Задача 1.8.3. Неразрывность (10 баллов). При каких значениях масс груза M возможно равновесие системы, приведенной на рисунке, если $m = 4,0$ кг? Горизонтальный рычаг массой $2m$ разделен на 8 одинаковых участков. Нить выдерживает максимальное натяжение $T_0 = 25$ Н. $g = 10$ Н/кг.

Задача 1.8.4. Физика в медицине (20 баллов). Для измерения некоторых технических характеристик медицинского шприца экспериментатор Глюк собрал установку, изображенную на рисунке. Исследуемый шприц он закрепил в вертикальном положении. Вместо иглы к нему присоединил тонкую гибкую трубку, второй конец которой соединил с отверстием в дне цилиндрического сосуда. Затем Глюк измерил разность уровней Δh воды в сосуде и шприце, при которой поршень шприца начинал двигаться вверх в процессе плавного подъема сосуда. Оказалось, что величина Δh зависит от массы m_r груза, закрепленного на верхнем упоре поршня. Результаты измерений зависимости $\Delta h(m_r)$ он представил в таблице, в которой также приведена Δh_x для груза неизвестной массы m_x .



Примечания: массой поршня можно пренебречь; воздушная прослойка между поршнем и водой в шприце отсутствует; плотность воды $\rho = 1,0 \cdot 10^3$ кг/м³; $g = 10$ Н/кг,

Определите площадь S поршня и силу трения скольжения $F_{тр}$ между поршнем и стенкой шприца. Для этого:

1. Выведите теоретическую зависимость $\Delta h(m_r)$.
2. Постройте график экспериментальной зависимости $\Delta h(m_r)$.
3. С помощью графика определите $F_{тр}$ и S .
4. Чему равна неизвестная масса m_x груза в шестой строке таблицы?

№	m_r , г	Δh , м
1	15	1,36
2	24	1,47
3	37	1,53
4	52	1,72
5	64	1,76
6	m_x	1,90
7	100	2,08

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

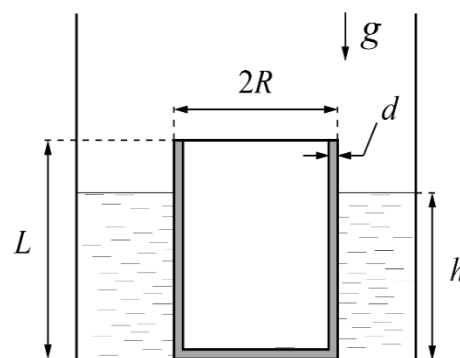
7 класс – 11.00; 8 класс – 10.00; 9 класс – 12.00; 10 класс – 13.30; 11 класс – 15.00.

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 1.9.1. Леопольд атакует (10 баллов). Кот Леопольд, находясь на крыше дома, два раза выстрелил в противоположных направлениях с одинаковыми скоростями камушками из рогатки. Перед падением на землю скорости камушков были направлены перпендикулярно друг другу. Определите высоту h дома, если известно, что суммарное время полёта камушков $t_0 = 3$ с, а времена их движения отличаются в два раза. С какой скоростью v камушки были выпущены из рогатки? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

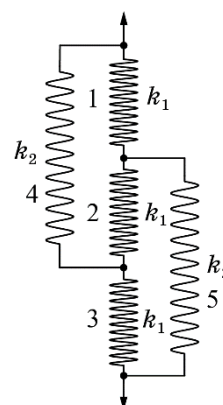
Задача 1.9.2. Тяжелый стакан (10 баллов). Внешний радиус цилиндрического стакана, находящегося в высоком аквариуме с шероховатым дном, равен R , высота L , толщина стенок и дна d (см. рис.). Сверху стакан герметично закрыт тонким легким диском радиуса R . Плотность жидкости в аквариуме ρ , плотность материала стакана 20ρ .



1. Получите зависимость силы реакции N , с которой стакан действует на дно аквариума, от уровня h налитой в аквариум жидкости. Постройте график зависимости $N(h)$. Укажите на графике характерные точки, выразив их через величины, заданные в условии.
2. При каком соотношении между d и L стакан может всплыть? Считайте, что R фиксировано и выполняется условие $0 < d \leq 0,040R$.

Задача 1.9.3. Пять пружинок (10 баллов). Пять пружинок соединены так, как показано на рисунке, и в исходном состоянии ни одна из них не деформирована. Коэффициенты жесткости трех пружин равны k_1 , а двух оставшихся – k_2 .

- 1) Чему равен эффективный коэффициент жесткости системы пружин?
- 2) Систему растягивают, прикладывая к ее концам одинаковые силы. При каком соотношении k_1 и k_2 пружина 2 окажется сжатой?



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

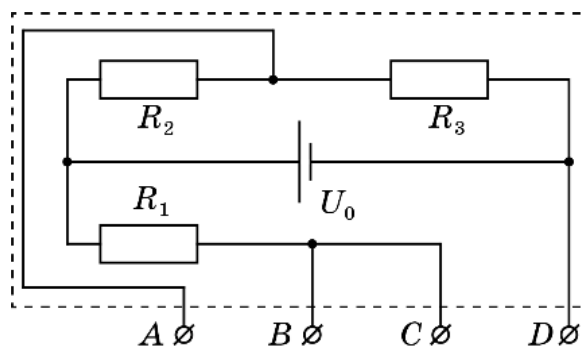
7 класс – 11.00; 8 класс – 10.00; 9 класс – 12.00; 10 класс – 13.30; 11 класс – 15.00.

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 1.9.4. «Серый ящик» (20 баллов).

В «сером» ящике собрана электрическая цепь схема которой приведена на рисунке. К клеммам AB ящика подключают идеальный вольтметр, а к клеммам CD – различные резисторы, сопротивления которых в n раз больше, чем у резистора R_1 . Зависимость показаний вольтметра U от n представлена в таблице.



$U, \text{В}$	2,2	3,9	5,0	5,4	6,2	6,5	6,9
n	1	2	3	4	5	7	8

Задание:

1. Выведите формулу теоретической зависимости $U(n)$.
2. Постройте график зависимости $U(n)$ по данным таблицы.
3. Определите напряжение U_0 источника и отношение $k = R_3 / R_2$. Для этого можете либо:
 - осуществить линеаризацию зависимости $U(n)$, т.е. найти такую функцию $z(n)$, для которой зависимость $U(z)$ является линейной и построить её график, по которому определить U_0 и k . (За такой вариант решения этого пункта вы получите до 12 баллов).
 - использовать две пары значений из таблицы и уравнение, полученное в пункте 1 задания. Выбор значений U и n для расчета необходимо обосновать с помощью графика, построенного в пункте 2 задания. (За такой вариант решения этого пункта вы получите до 8 баллов).

Примечание: баллы за разные способы решения пункта 3 не суммируются!

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.

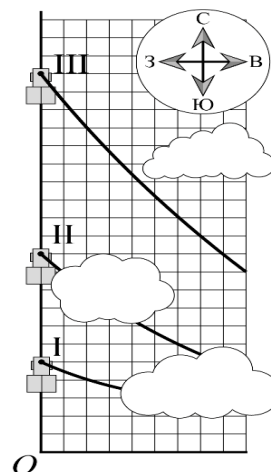
26 января состоится онлайн-разбор решений заданий второго тура. Начало разбора:

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

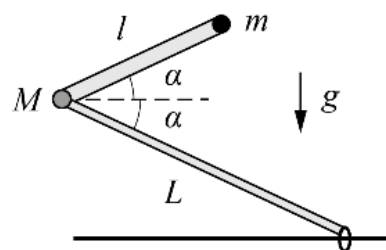
Задача 1.10.1. Разгон паровоза (15 баллов). На трех фотоснимках одного участка местности, сделанных с равными интервалами времени τ , запечатлен игрушечный паровоз и фрагменты шлейфа дыма от него. Наложенные друг на друга фотографии приведены на рисунке.

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 груза $a_{г0}$ 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.

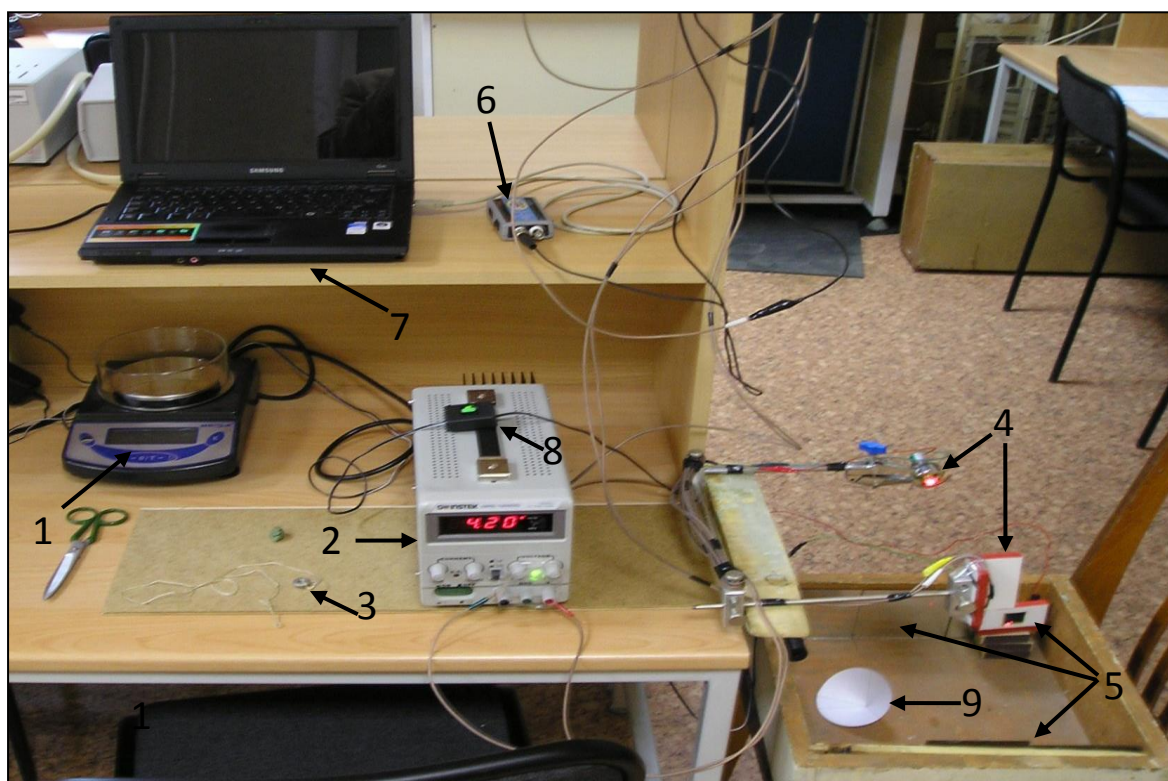
26 января состоится онлайн-разбор решений заданий второго тура. Начало разбора:

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

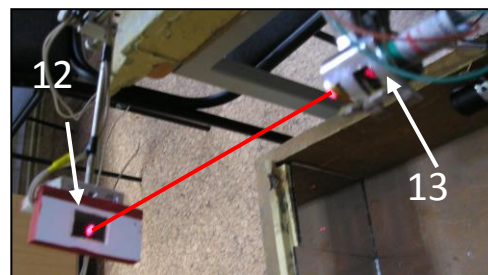
Задача 1.10.4. Псевдоэксперимент «Вязкое трение» (10 баллов). Известно, что при падении бумажного конуса на него действует сила $F_{\text{сопр}}$ вязкого трения о воздух, зависящая от скорости движения конуса: $F_{\text{сопр}} = kv^n$. Изучите падение бумажного конуса при его разных массах и определите 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):

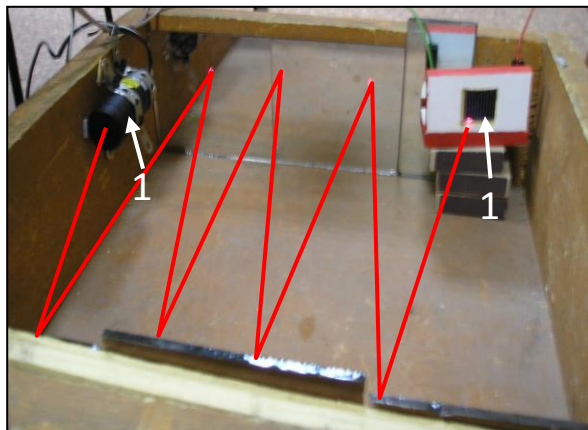
7 класс – 11.00; 8 класс – 10.00; 9 класс – 12.00; 10 класс – 13.30; 11 класс – 15.00.

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.



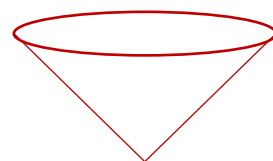
Расстояние от луча верхнего лазера, до плоскости, образуемой лучами нижнего лазера, равно $(23,0 \pm 0,5)$ см.

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 полете 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;



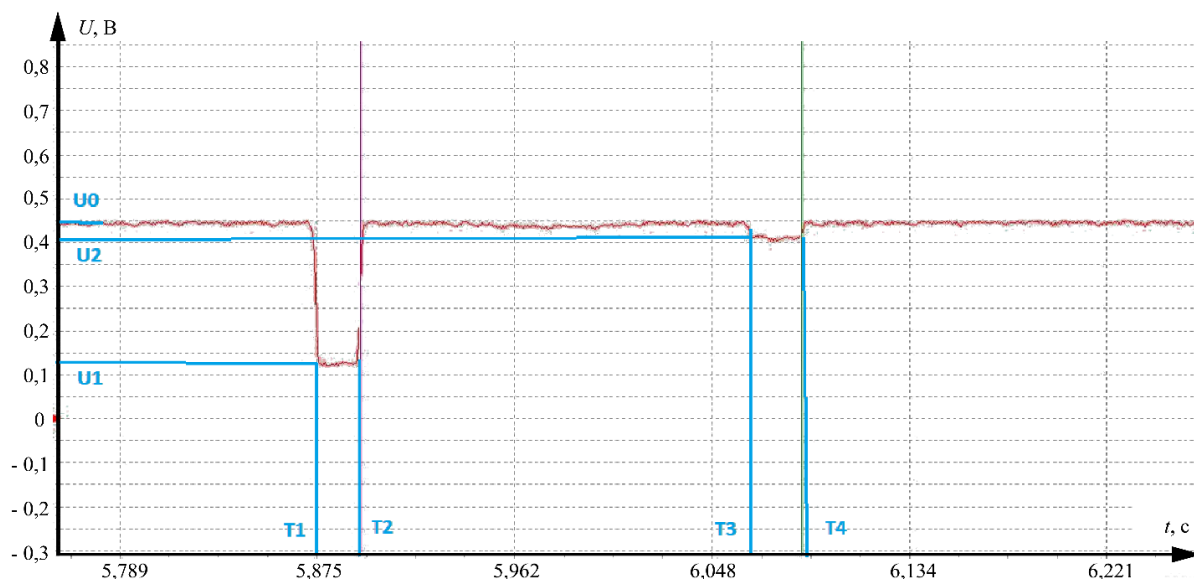
24 января на портале <http://abitru.net/vseros> будет проведён онлайн-разбор решений задач первого тура. Начало разбора (по московскому времени):

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 пластины 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://abitru.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.

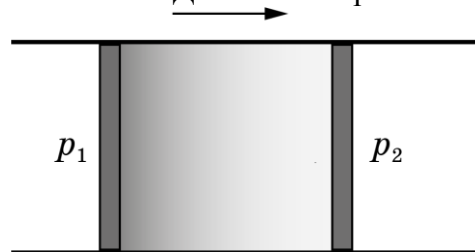
26 января состоится онлайн-разбор решений заданий второго тура. Начало разбора:

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

Задача 1.11.1. Переправа (12 баллов). Лодка переплывает реку по прямой, перпендикулярной берегам. Её скорость относительно воды равна v_0 . До середины реки скорость течения изменяется по закону $u = \alpha x$ от нуля до $v_0/2$ – скорости воды на середине реки, где α – известный коэффициент, x – расстояние от берега. После середины реки скорость уменьшается до нуля у другого берега по тому же закону.

Определите зависимость от времени угла между вектором скорости лодки относительно воды и направлением движения относительно берега. Через какое время лодка окажется на другом берегу?

Задача 1.11.2. Доставка воды пневмопочтой (12 баллов). Где-то в Космосе, вдали от звезд, движется по инерции фабрика-звездолет. В технологических процессах используется вода, которая доставляется к нужному месту порциями с массой $m = 288$ г по гладким трубам, площадь поперечного сечения которых постоянна и равна $S = 50$ см². Каждая порция содержится между двумя одинаковыми поршнями, масса каждого из которых тоже равна m . Температура порции T при движении в установившемся режиме (колебания поршней относительно друг друга отсутствуют) остается неизменной. Движение поршней и порции воды по трубе обеспечивается давлением сжатого газа: «позади» них давление газа p_1 всегда в 1,5 раза больше, а «перед» ними (p_2) – в два раза меньше, чем давление насыщенного водяного пара при температуре T .

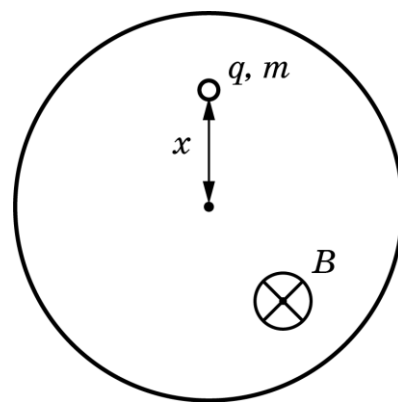


Какая часть массы воды в порции при движении в установившемся режиме находится в жидком состоянии? Каково в этом режиме расстояние между поршнями?

Плотность насыщенного водяного пара при температуре T составляет $\varepsilon = 6\%$ от плотности жидкой воды, которая при этой температуре равна $\rho \approx 0,72$ г/см³.

В вычислениях для простоты можно считать воду совершенно несжимаемой, а водяной пар – почти идеальным газом. Ответ для расстояния между поршнями выразите в см с точностью до целого значения.

Задача 1.11.3. Полетели (12 баллов). В вакууме в невесомости между круглыми полюсами электромагнита на расстоянии x от оси магнита покоится частица массы m и заряда q . Сначала магнитное поле равно нулю. Затем, за малый промежуток времени, индукция магнитного поля увеличивается до значения B_0 и поддерживается постоянной в течение времени $\tau < \pi m / (qB_0)$, после чего очень быстро уменьшается до нуля.



- 1) Почему частица приходит в движение? Опишите качественно траекторию частицы.
- 2) С какой скоростью движется частица после включения магнитного поля?

24 января на портале <http://abitru.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.

- 3) С какой скоростью движется частица после выключения магнитного поля?
- 4) На каком минимальном расстоянии от оси магнита проходит траектория частицы?
- 5) Через какое время от момента включения поля частица окажется на минимальном расстоянии от оси магнита?

Магнитное поле в пределах полюсов можно считать однородным. Перемещением частицы за время включения и выключения поля можно пренебречь.

Задача 1.11.4. Эффект Холла (14 баллов). Электроны являются носителями тока в металлах и полупроводниках n -типа. Если образец с током (в данном случае прямоугольный кусочек плёнки полупроводника n -типа) помещён в магнитное поле и через него протекает электрический ток, то на движущиеся электроны действует сила Лоренца $F = e\vec{v}B$, перпендикулярная скорости $\vec{v}$ электрона и вектору $\vec{B}$ магнитной индукции (рис. 1).

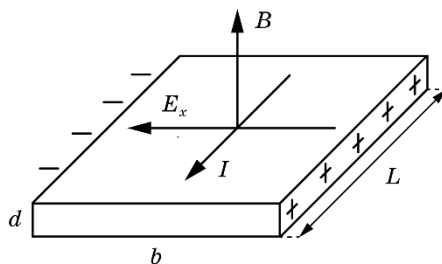


Рис. 1

Здесь v – средняя скорость дрейфа электронов, связанная с проходящим током I и прямо пропорциональная напряженности электрического поля $\vec{E}$ в направлении этого тока: $v = \mu E$, где коэффициент пропорциональности μ называется подвижностью электронов.

Из-за действия на электроны силы Лоренца (на рисунке она направлена в сторону левой грани), происходит разделение зарядов и появляется поперечное электрическое поле с напряженностью E_x . Возникновению этого поля при протекании тока в образце, помещенном в магнитное поле, называют эффектом Холла. Перемещение электронов в направлении левой грани прекращается, когда силу Лоренца уравнивает электрическая сила eE_x :

$$e\vec{v}B = e\vec{E}_x.$$

В установившемся режиме напряжённость поперечного электрического поля $E_x = vB$.

Ниже описан эксперимент, в котором эффект Холла используется для исследования свойств полупроводника.

Ток создаёт источник с ЭДС $\mathcal{E} = 10$ В и малым внутренним сопротивлением. Величина магнитной индукции $B = 1,0$ Тл. Для изменения тока применяют переменный резистор, а вольтметром измеряют напряжение U_x между боковыми гранями в направлении, перпендикулярном магнитному полю и направлению протекающего тока.

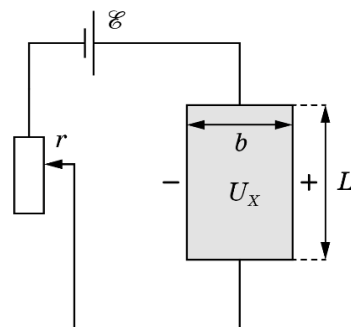


Рис. 2

Размеры полупроводникового образца: толщина $d = 1,0$ мкм, ширина $b = 5,0$ мм, длина $L = 1,0$ см. Заряд электрона $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

В таблице представлена зависимость U_x от сопротивления r переменного резистора.

r , кОм	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,0
U_x , В	1,2	1,4	1,6	1,8	2,1	2,5

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.

Задание

1. Выразите U_x через силу тока I в образце, концентрацию n электронов проводимости и физические величины, приведенные в описании эксперимента ($\mathcal{E}$, B , d , b , L , e).
2. Выразите сопротивление R и удельное сопротивление ρ образца через его размеры, подвижность μ и концентрацию n электронов проводимости.
3. Используя уравнения, полученные в п.п. 1, 2, выразите U_x через концентрацию n и подвижность μ электронов проводимости, сопротивление r и физические величины, приведенные в описании эксперимента.
4. Используя выражение, полученное в п. 3, при помощи графического анализа экспериментальных данных определите для исследуемого полупроводника:
 - а) концентрацию n электронов проводимости;
 - б) их подвижность μ ;
 - в) удельное сопротивление ρ .Опишите выбранный для этого способ обработки данных.

Внимание! Из-за ограниченного времени выполнения задания погрешность определения n , μ и ρ оценивать не требуется, однако точность полученных вами промежуточных и конечных результатов будет учитываться при выставлении баллов.

24 января на портале <http://abit.ru/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.