Репетиторский центр «100 баллов».
Физика. Решение.

<table>
<tr><td>A1.</td><td>Единицей измерения индукции магнитного поля в СИ является Тл (Тесла).

Ответ: 3)</td></tr>
<tr><td>A2.</td><td>Скорость будем искать по формуле:

$$V = \frac{\Delta x}{\Delta t},$$

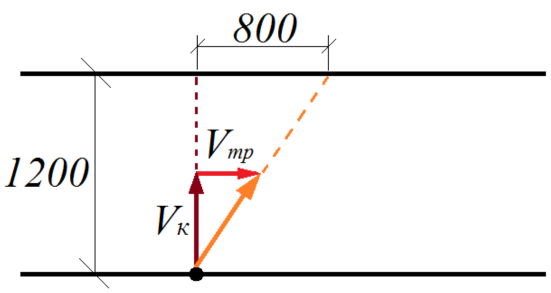
Причём мы должны выбрать соответствующие друг другу изменения времени и координаты. Для момента времени t = 5с в который нам и нужно определить скорость, удобнее всего будет выбрать промежуток времени от 4с до 6с и соответствующее ему изменение координаты. Важно чтобы промежуток времени включал часть графика без изломов. Потому что излом графика говорит об изменении скорости. Таким образом, согласно данным графика:

$$\Delta t = 6 - 4 = 2c$$

$$\Delta x = 30 - 20 = 10м$$

$$V = \frac{10}{2} = 5\frac{м}{c} = 5 \cdot 3{,}6\frac{км}{ч} = 18\frac{км}{ч}$$

Ответ: 4)</td></tr>
<tr><td>A3.</td><td>Решение данной задачи основано на том, что хотя общая скорость катера и состоит из векторной суммы его собственной скорости и скорости течения, однако скорость преодоления «ширины» реки, это по прежнему собственная скорость катера, а скорость



сноса катера, это скорость течения реки. Причем оба эти движения происходят за одинаковый промежуток времени.

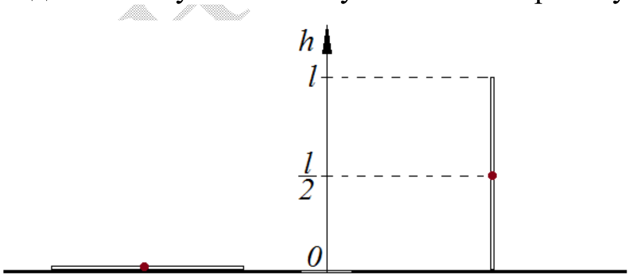
Пусть t – время, за которое катер переправился через реку. Мы можем узнать это время, зная скорость катера и ширину реки:

$$t = \frac{H}{v_к} = \frac{1200}{3} = 400\text{ с}.$$

Теперь зная расстояние на которое снесло катер и время найдем скорость течения реки:

$$V_{тр} = \frac{L}{t} = \frac{800}{400} = 2\frac{м}{c}.$$

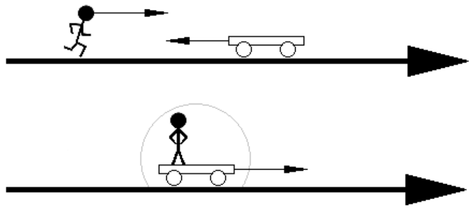
Ответ: 2)</td></tr>
<tr><td>A4.</td><td>В данном случае не получится найти работу как произведение силы на путь, потому что



сила будет меняться по мере подъема и по значению и по направлению. Здесь лучше воспользоваться следующей формулой для нахождения работы:

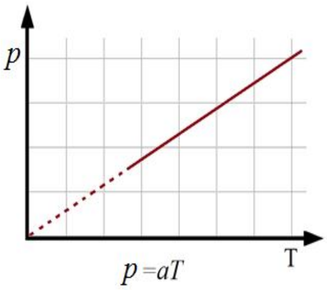
$$A_{\min} = П_к - П_н$$

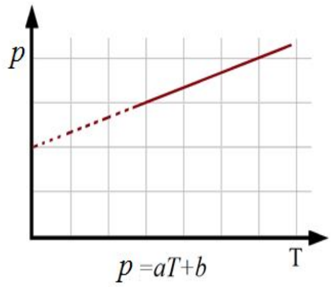
Где $П_к$ и $П_н$ это конечная и начальная потенциальные энергии соответственно. Вначале стержень находился на земле и его высота (т.к. стержень тонкий), а значит и потенциальная энергия, были равны нулю. В конце стержень был поднят так, что высота его центра тяжести составила половину от его дины, т.к. как стержень однородный. Таким образом:</td></tr>
</table>

	$\Pi_н = 0$ $\Pi_к = mgh = mg\dfrac{l}{2}$ $A_{\min} = mg\dfrac{l}{2} - 0 = 15\cdot 10\cdot\dfrac{4}{2} - 0 = 300\,Дж = 0,3\,кДж$ Ответ: 5)
А5.	 Данная задача решается с применением закона сохранения импульса. Запишем соотношение масс: $m_{человека} = 2m_{тележки}$ Итак, начальный общий импульс с учетом выбранного положительного направления: $p_1 = m_ч V_ч - m_т V_т = 2m_т V_ч - m_т V_т = m_т(2V_ч - V_т)$ Конечный импульс: $p_2 = (m_ч + m_т)V_к = (2m_т + m_т)V_к = 3m_т V_к$ Приравнивая получаем: $p_1 = p_2$ $m_т(2V_ч - V_т) = 3m_т V_к$ $2V_ч - V_т = 3V_к$ $V_т = 2V_ч - 3V_к = 2\cdot 5 - 3\cdot 1 = 7\dfrac{м}{с}$ Ответ: 4)
А6.	Вспомним что: $p = \dfrac{F}{S}$, где p – давление газа, S – площадь поршня, F –приложенная к нему сила. Запишем соотношения для начальной и конечной силы и площади: $F_2 = 2F_1$ $S_2 = \dfrac{1}{4}S_1$ Тогда: $p_1 = \dfrac{F_1}{S_1}$ $p_2 = \dfrac{F_2}{S_2} = \dfrac{2F_1}{\frac{1}{4}S_1} = 8\dfrac{F_1}{S_1} = 8p_1$ Таким образом, получили, что давление увеличилось в 8 раз. Ответ: 3)
А7.	Воспользуемся формулой для количества выделившейся теплоты при остывании тела: $Q = cm(T_1 - T_2)$ Выразим удельную теплоемкость и подставим имеющиеся значения, получим: $c = \dfrac{Q}{m(T_1 - T_2)} = \dfrac{840\,кДж}{20\cdot(290-280)} = \dfrac{840000}{200} = 4200\dfrac{Дж}{кг\cdot К} = 4,2\dfrac{кДж}{кг\cdot К}$ Ответ: 4)
А8.	Для случая, когда объем постоянен (изохорный процесс) мы знаем, что выполняется следующее соотношение:

$$\frac{p}{T} = const$$

Обозначим константу за a, и получим: $p = aT$

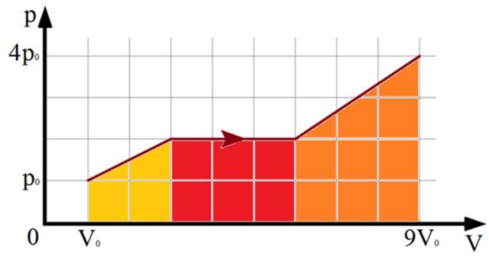


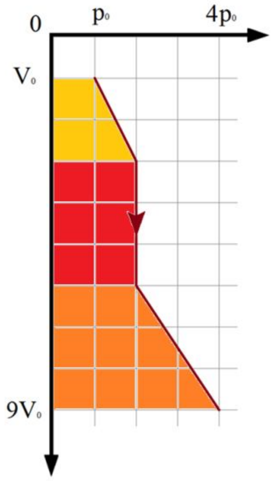


Графиком такой зависимости объема от температуры в координатах p-T будет прямая своим продолжением проходящая через начало координат. В изображенном на рисунке цикле только один участок представляет собой часть такой прямой, это участок 4→5. Значит только на этом участке, объем был постоянным.

Ответ: 4)

A9.





Работу будем искать ка площадь под графиком зависимости давления от объема. Для этого разобьем фигуру под графиком на три трапеции, сделаем чертеж. На нем также изобразим весь график повернутым, чтобы трапеции выглядели для нас более привычным образом:

Итак, видим, что у первой трапеции:

основания: p_0 и $2p_0$

высота: $2V_0$,

Вторая трапеция это прямоугольник:

стороны: $2p_0$ и $3V_0$,

У третьей трапеции:

основания: $2p_0$ и $4p_0$

высота: $3V_0$.

Вспомним формулы для площадей трапеции и прямоугольника:

$$S_{трапеции} = \frac{a+b}{2} \cdot h$$

$$S_{прямоугольника} = a \cdot b$$

Итак, вычислим работу как общую площадь под графиком (изменение объема положительно, поэтому работу возьмем со знаком плюс):

$$A = \frac{p_0 + 2p_0}{2} \cdot 2V_0 + 2p_0 \cdot 3V_0 + \frac{2p_0 + 4p_0}{2} \cdot 3V_0 = 3p_0V_0 + 6p_0V_0 + 9p_0V_0 = 18p_0V_0$$

Ответ: 2)

A10. Вспомним все устройства, чьи условные обозначения приведены на рисунке:

А) Звонок,

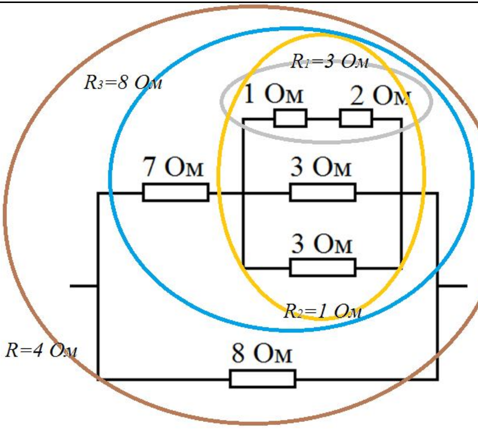
Б) Вольтметр,

В) Лампочка,

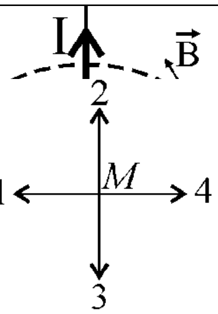
Г) Диод,

Д) Конденсатор.

Ответ: 3)

A11.	 Для расчета общего сопротивления будем использовать следующие формулы: $\frac{1}{R}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_1}+...$ - для общего сопротивления параллельно соединенных резисторов. $R=R_1+R_2+R_3+...$ - для общего сопротивления последовательно соединенных резисторов. Итак, имеем для двух последовательно соединенных резисторов 1 Ом и 2 Ом: $$R_1=1+2=3 \text{ Ом}$$ Тогда для параллельно соединенных резисторов: $$\frac{1}{R_2}=\frac{1}{3}+\frac{1}{3}+\frac{1}{3}=\frac{3}{3}=\frac{1}{1}$$ $$R_2=1 \text{ Ом}$$ Добавим к этому сопротивлению последовательно подключенный резистор 7 Ом, получим: $$R_3=7+1=8 \text{ Ом}$$ Итого общее сопротивление двух параллельно подключенных сопротивлений 8 Ом и 8 Ом: $$\frac{1}{R}=\frac{1}{8}+\frac{1}{8}=\frac{2}{8}=\frac{1}{4}$$ $$R=4 \text{ Ом}$$ Ответ: 3)
A12.	Выберем по одной точке на графике для каждого из конденсаторов, чтобы рассчитать их емкости: $$c_A=\frac{q_A}{U_A}=\frac{3q_0}{U_0}=3\frac{q_0}{U_0}$$ $$c_B=\frac{q_B}{U_B}=\frac{3q_0}{6U_0}=\frac{1}{2}\frac{q_0}{U_0}$$ Следовательно: $$\frac{c_A}{c_B}=\frac{3\frac{q_0}{U_0}}{\frac{1}{2}\frac{q_0}{U_0}}=6$$ Ответ: 3)
A13.	Известно, что электрический ток создаёт вокруг себя магнитное поле. Для определения направления вектора магнитной индукции **B**, характеризующего это поле, используют **правило правой руки**: если взять проводник в правую руку так, чтобы большой палец был направлен по току, то четыре пальца, обхватывающие проводник, показывают направление силовых линий магнитного поля вокруг проводника. В случае прямого тока линии магнитной индукции - окружности, плоскости которых перпендикулярны току. Вектора магнитной индукции направлены по касательной к окружности.  При определении направления вектора магнитной индукции возникает проблема изображения трёхмерного пространства на плоском чертеже. Например, требуется определить направление вектора магнитной индукции в точке М в случае, изображённом на рисунке.

На рисунке мы видим кружочек с точкой внутри. Это означает, что какой-то вектор направлен из плоскости рисунка на нас. Рядом написано обозначение *I*. Значит, направлена сила тока. (В случае, если бы вместо обозначения *I* было бы другое обозначение, например *B*, мы бы утверждали, что на нас направлен вектор магнитной индукции. Если бы вместо точки внутри кружочка был бы нарисован крестик, то мы бы утверждали, что вектор индукции или направление силы тока направлены от нас в плоскость чертежа.)

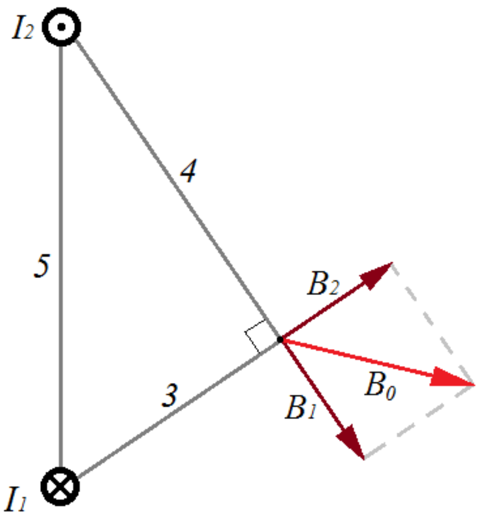


Итак, для определения направления вектора индукции *B* в точке М поступаем следующим образом:

1. начертим окружность с центром находящимся на проводнике и проходящую через точку М.
2. мысленно обхватим проводник с током **правой** рукой так, чтобы большой палец был направлен по току, т.е. из плоскости чертежа на нас, а четыре обхватывающих пальца совпадали с окружностью.
3. мысленно проведём касательную к этой окружности в точке М от запястья к кончикам пальцев.

Очевидно, что касательная в точке М направлена к точке 2. Кстати, так же будет направлен северный полюс магнитной стрелки, помещённый в точку М.

Вернёмся к нашей задаче.



Как известно, треугольник со сторонами 3, 4 и 5 м является прямоугольным (т.к. для него выполняется теорема Пифагора: $5^2 = 4^2 + 3^2$).

Учтем также все вышеизложенное и сделаем чертеж, на котором изобразим направления магнитной индукции создаваемой каждым проводником в интересующей нас точке. В задаче не указаны направления тока, выберем их произвольно.

Известно, что величина вектора магнитной индукции магнитного поля, создаваемого прямым током величиной *I* равна:

$$B = \frac{\mu\mu_0 I}{2\pi r},$$

где *r* – расстояние от проводника до данной точки.

Следовательно, так как токи в обоих проводниках равны, и модуль магнитной индукции создаваемой одним из проводников на расстоянии 1 м от него равен *B*, мы можем записать:

$$B = \frac{\mu\mu_0 I}{2\pi 1} = \frac{\mu\mu_0 I}{2\pi} \qquad (1)$$

Запишем также, чему равны модули векторов B_1 и B_2 создаваемых данными токами в интересующей нас точке:

$$B_1 = \frac{\mu\mu_0 I}{2\pi 3}$$

$$B_2 = \frac{\mu\mu_0 I}{2\pi 4}$$

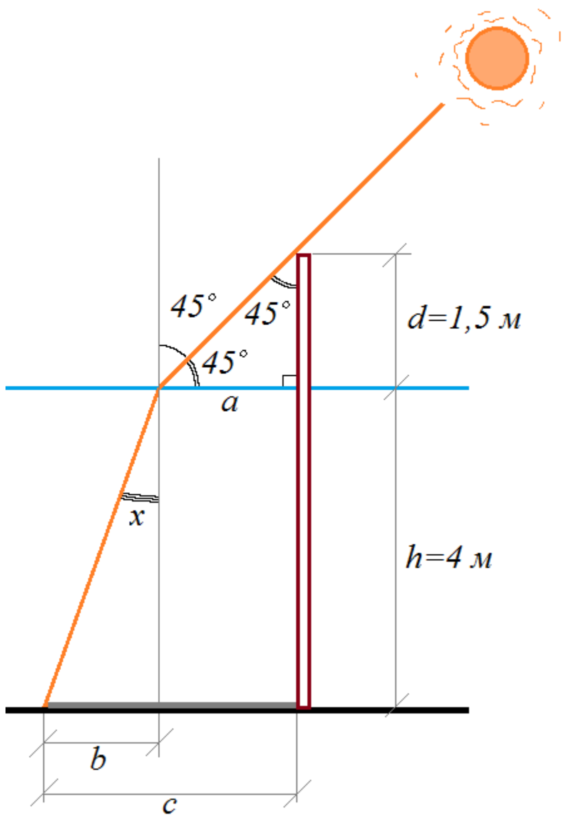
А с учетом выражения (1) получаем:

$$B_1 = \frac{B}{3}, B_2 = \frac{B}{4}$$

Так как вектора B_1 и B_2 образуют угол 90 градусов, то по теореме Пифагора модуль

	индукции результирующего магнитного поля в интересующей нас точке равен: $$B_0 = \sqrt{\left(\frac{B}{3}\right)^2 + \left(\frac{B}{4}\right)^2} = \sqrt{\frac{B^2}{9} + \frac{B^2}{16}} = \sqrt{\frac{16B^2 + 9B^2}{16 \cdot 9}} = \sqrt{\frac{25B^2}{16 \cdot 9}} = \frac{5B}{4 \cdot 3} = \frac{5B}{12}$$ **Замечание:** Наше предположение о направлениях тока в проводниках не влияет на ответ. Так как если бы ток был направлен по-другому, то вектора магнитной индукции были бы направлены по-другому, однако угол между ними составлял бы все равно 90 градусов, а их величина все равно была бы такая же. В итоге *модуль* индукции результирующего поля не изменился бы, изменилось бы только направление. Но в задаче нас спрашивали о *модуле* индукции. Именно потому, что ответ в этой точке не зависит от направлений тока, они и не указаны в задаче. Ответ: 1)
A14.	Нам известна следующая формула для ЭДС самоиндукции, возникающей в проводнике: $$\xi_{si} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$$ В этой формуле знак минус выражает собой правило Ленца. Для решения нашей задачи достаточно знать лишь абсолютные значения величин, т.е. их модули. Поэтому перепишем формулу так: $$\left|\xi_{si}\right| = L\left|\frac{\Delta I}{\Delta t}\right|$$ По графику определим значения изменения тока и изменения времени: $$\Delta I = 4A$$ $$\Delta t = 0,8c$$ Подставим все известные нам значений в формулу: $$\left|\xi_{si}\right| = 0,2\left|\frac{4}{0,8}\right| = 1B$$ Ответ: 1)
A15.	Координата меняется по приведенному в условии закону: $$x(t) = 10\pi\cos(5\pi t + \frac{\pi}{4})$$ Общий вид такого закона: $$x(t) = A\cos(\omega t + \varphi_0)$$ Следовательно, в нашем случае: $$\omega = 5\pi\,\frac{рад}{c}$$ Мы также знаем формулу: $$T = \frac{2\pi}{\omega}$$ Откуда: $$T = \frac{2\pi}{5\pi} = 0,4c = 400мс$$ Ответ: 3)

A16. Сделаем чертеж, на нем изобразим последний луч который еще сможет упасть на дно, и таким образом укажет границу тени. Этот луч касается верхней части сваи.



Из геометрии задачи, очевидно, что общая длина тени сваи c будет равна сумме расстояний a и b. Также очевидно, что расстояние a равно выступающей части сваи, т.е. 1,5 метрам.

Далее будем использовать закон Снеллиуса, который применим следующим образом:

$$\frac{\sin 45°}{\sin x} = \frac{n_{воды}}{n_{воздуха}}$$

Учтем, что показатель преломления воздуха равен 1, а показатель преломления воды нам дан в условии, и выразим $sin\, x$:

$$\frac{\sin 45°}{\sin x} = \frac{1,33}{1}$$

$$\sin x = \frac{\sin 45°}{1,33} = \frac{\sqrt{2}}{2 \cdot 1,33} = 0,53166$$

Далее с использованием тригонометрии вычислим $ctg\, x$:

$$ctg^2 x + 1 = \frac{1}{\sin^2 x} \Rightarrow$$

$$ctgx = \sqrt{\frac{1}{\sin^2 x} - 1} = \sqrt{\frac{1}{0,53166} - 1} = 1,59304$$

По чертежу видим также что:

$$ctgx = \frac{h}{b}$$

Откуда:

$$b = \frac{h}{ctgx} = \frac{4}{1,59304} \approx 2,5 \text{ м.}$$

Следовательно, общая длина тени:

$$c = a + b = 1,5 + 2,5 = 4 \text{ м.}$$

Ответ: 3)

A17. Как известно энергия атома водорода находящегося на n-ом уровне, вычисляется по формуле:

$$E_n = \frac{E_1}{n^2}, \text{ где } E_1 = -13,55 \text{ эВ.}$$

Тогда энергия атома водорода находящегося на втором уровне равна:

$$E_2 = \frac{-13,55эВ}{2^2} = -3,39эВ$$

На третьем уровне:

$$E_2 = \frac{-13,55эВ}{3^2} = -1,51эВ$$

Чтобы посчитать изменение энергии атома водорода при переходе с третьего на второй уровень, необходимо от конечной энергии отнять начальную (но никак не наоборот):

$$\Delta E = E_2 - E_3 = -3,39 - (-1,51) = -1,88эВ.$$

Таким образом, изменение энергии отрицательно, т.е. она уменьшилась на 1,88 эВ.

Важно понимать, что при поглощении фотона энергия атома увеличивается, а при испускании фотона энергия атома уменьшается.

Ответ: 3)

A18.

В записи химического элемента:

$$ {}^{A}_{Z}X $$

Число A в верхнем левом углу называется массовым числом, и равно общему числу нуклонов (сумме протонов и нейтронов в ядре атома), а число Z в нижнем левом углу равно числу протонов в ядре.

Тогда в нашем случае (${}^{235}_{92}U$):

$$ Z = 92, $$

$$ A = 235. $$

Тогда число нейтронов в ядре атома:

$$ N = A - Z = 235 - 92 = 143\,. $$

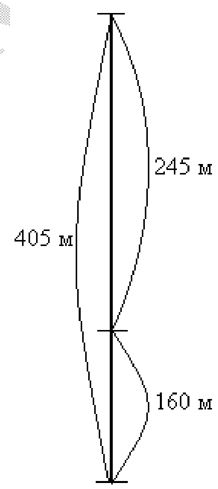
И интересующее нас отношение:

$$ \frac{Z}{N} = \frac{92}{143}\,. $$

Ответ: 3)

B1.

Рассмотрим несколько способов решения этой задачи.



Первый способ. Если при равноускоренном движении тело последовательно проходит несколько этапов движения, то необходимо записать закон равноускоренного движения **для первого этапа** и **для всего движения целиком**. Еще раз повторим. Важно не записывать законы для второго этапа, даже если он дан или надо рассчитать какие-то характеристики движения на нем. Это связано с тем, что не всем движении и на первом этапе движения у тела одинаковая начальная скорость, а на втором этапе у тела другая начальная скорость, которую придется находить, вводя новую неизвестную.

Итак, запишем закон свободного падения для всего движения и для первого этапа:

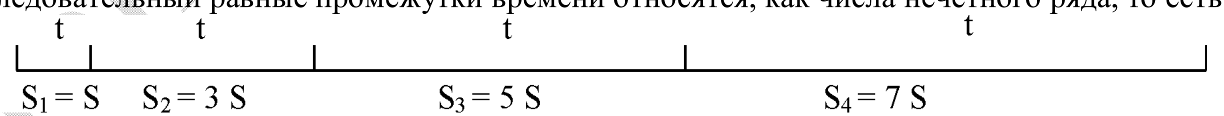
$$ \begin{cases} 405 = \dfrac{gt^2}{2}, \\ 245 = \dfrac{gt_1^2}{2} \end{cases} $$

и найдем общее время падения и время движения на первом этапе:

$$ \begin{cases} t = 9 \text{ с}, \\ t_1 = 7 \text{ с}. \end{cases} $$

Теперь очевидно, что последние 160 м пути тело пролетит за 2 с.

Второй способ. При равноускоренном движении из состояния покоя пути, проходимый за последовательный равные промежутки времени относятся, как числа нечетного ряда, то есть



$$ L_1 : L_2 : L_3 : L_4 : \ldots = 1:3:5:7:\ldots $$

Действительно, например, за первую секунду разгона тело проходит путь

$$ L_1 = \frac{a \cdot 1^2}{2} = \frac{a}{2}\,. $$

За вторую (напомним, путь за вторую секунду равен разности путей за ДВЕ секунды и пути за первую секунду)

$$ L_2 = \frac{a \cdot 2^2}{2} - \frac{a \cdot 1^2}{2} = \frac{3a}{2}\,. $$

За третью секунду

$$L_3 = \frac{a \cdot 3^2}{2} - \frac{a \cdot 2^2}{2} = \frac{5a}{2}.$$

Продолжая рассуждения, за n-тую секунду движения путь тела равен

$$L_n = \frac{a \cdot n^2}{2} - \frac{a \cdot (n-1)^2}{2} = \frac{(2n-1)a}{2}.$$

Далее записанное ранее отношение путей получается тривиально.
Обращайте внимание на фразу: «тело начинает движение из состояния покоя». Возможно, в этой задаче можно будет использовать ряд нечётных чисел.

Тогда при свободном падении тело за первую секунду проходит $L_1 = \frac{g}{2} = 5$ м, за вторую секунду $L_2 = \frac{3g}{2} = 15$ м, за третью $L_3 = \frac{5g}{2} = 25$ м и.т.д. Составим таблицу

Секунда	Путь за секунду, м	Общий путь, м
1	5	5
2	15	20
3	25	45
4	35	80
5	45	125
6	55	180
7	65	245
8	75	320
9	85	405

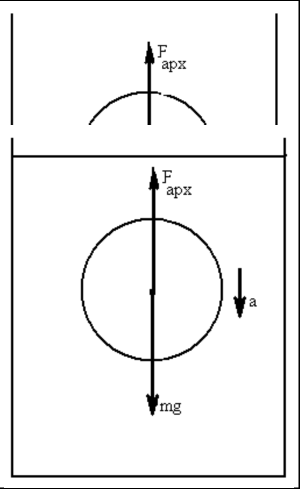
Из таблицы видно, что первые 245 метров тело пролетело за 7 с, а последние 160 м – за 2 с.
Ответ: 2.

B2. Вспомним, что кинематический закон движения тела позволяет установить все характеристики такого движения. Сравнивая основное уравнение равноускоренного прямолинейного движения $x = x_0 + \upsilon_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$ и уравнение движения тела $x = -9 + 6t - t^2$, замечаем, что начальная координата тела $x_0 = -9$ м, начальная скорость $\upsilon_{0x} = 6$ м/с, а проекция ускорения $a_x = -2$ м/с^2. **Не сделайте типичную ошибку!!! Коэффициент при t^2 равен не ускорению, а его половине!** Когда тело проходит через начало координат, его координата равна 0, то есть

$$-9 + 6t - t^2 = 0,$$

откуда $t = 3$ с. Теперь определим скорость тела в этот момент времени. Вспомним, что при равноускоренном движении $\upsilon_x = \upsilon_{0x} + a_x t$, в нашем случае $\upsilon_x = 6 - 2t$. В момент времени 3 с скорость тела $\upsilon_x = 0$. Тогда и кинетическая энергия равна 0.
Ответ: 0.

B3. Рассмотрим первую часть задачи. Итак, шар плавает в первой жидкости. Условие плавание в данном случае наиболее удобно расписать в виде:



$$\frac{V_{\text{погруж}}}{V_{\text{тела}}} = \frac{\rho_{\text{тела}}}{\rho_{\text{жидкости}}},$$

по условию

$$0,5 = \frac{\rho_{\text{тела}}}{800},$$

откуда $\rho_{\text{тела}} = 400 \, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

Теперь рассмотрим вторую часть задачи. Шар тонет в жидкости. Запишем проекцию второго закона Ньютона на вертикальную ось:

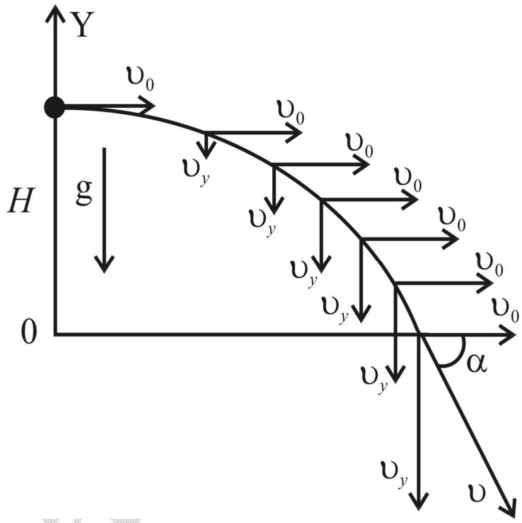
$$mg - F_{\text{арх}} = ma\,,$$

$$\rho_{\text{тела}} Vg - \rho_{\text{жидкости}} Vg = \rho_{\text{тела}} Va\,,$$

$$a = \frac{\left(\rho_{\text{тела}} - \rho_{\text{жидкости}}\right) g}{\rho_{\text{тела}}} = \frac{\left(400 - 300\right)\cdot 10}{400} = 2{,}5\ \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 250\ \frac{\text{см}}{\text{с}^2}\,.$$

Ответ: 250.

B4. При горизонтальном броске с начальной скоростью υ_0 движение тела удобно рассматривать как два движения: равномерное вдоль оси OX (вдоль оси OX нет никаких сил препятствующих или помогающих движению) и равноускоренного движения вдоль оси OY.



Обратите внимание на рисунок. Скорость в любой момент времени направлена по касательной к траектории. Ее можно разложить на две составляющих: горизонтальную υ_x и вертикальную υ_y. Горизонтальная составляющая ВСЕГДА остается неизменной. Поскольку в начальный момент времени вертикальной составляющей у скорости нет, а есть только горизонтальная, которая не изменяется, то горизонтальная составляющая ВСЕГДА равна $\upsilon_x = \upsilon_0$. А вертикальная возрастает по законам ускоренного движения $\upsilon_y = -gt$. Знак показывает, что вертикальная составляющая направлена вниз. Из рисунка видно, что полная скорость (направленная по касательной к траектории) и горизонтальная проекция скорости связаны соотношением

$$\upsilon_x = \upsilon_0 = \upsilon \cos\alpha\,,$$

где α – угол между направлением скорости и горизонтом.

Из условия получаем, что в первый момент времени, когда скорость направлена под углом 30° к горизонту, скорость тела равна $\upsilon_1 = \dfrac{\upsilon_0}{\cos 30^\circ} = \dfrac{2\upsilon_0}{\sqrt{3}}$, а кинетическая энергия тела есть

$$K_1 = \frac{m\upsilon_1^2}{2} = \frac{4m\upsilon_0^2}{2\cdot 3} = \frac{2m\upsilon_0^2}{3}\,.$$

Во второй момент времени, когда скорость направлена под углом 45° к горизонту, скорость тела равна $\upsilon_2 = \dfrac{\upsilon_0}{\cos 45^\circ} = \dfrac{2\upsilon_0}{\sqrt{2}} = \sqrt{2}\upsilon_0$, а кинетическая энергия тела есть

$$K_2 = \frac{m\upsilon_2^2}{2} = m\upsilon_0^2\,.$$

Разделим формулы для двух кинетических энергий друг на друга и получим

$$\frac{K_2}{K_1} = \frac{3}{2}\,,$$

откуда $K_2 = \dfrac{3}{2}K_1 = 255$ Дж.

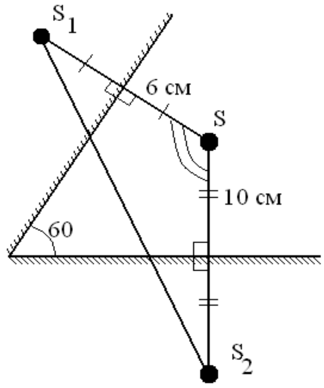
Ответ: 255.

B5. Вспомним основное уравнение МКТ идеального газа. Оно связывает давление идеального газа со средней квадратичной скоростью его молекул:

$$p = \frac{1}{3} m_0 n \upsilon_{\text{кв}}^2\,.$$

По условию средняя квадратичная скорость молекул газа возросла на 50%, то есть в полтора раза. Тогда

	$$\upsilon_{кв_2}=\frac{3}{2}\upsilon_{кв_1}.$$ Значит, $$\frac{p_2}{p_1}=\frac{\upsilon^2_{кв_2}}{\upsilon^2_{кв_1}}=\frac{9}{4}=2{,}25.$$ Тогда давление газа возросло на 125%. Ответ: 125.
В6.	Все задачи, в условии которых есть данные про КПД, надо начинать решать с определения КПД. Итак, КПД равен отношению полезная работы или мощности к затраченной работе или мощности: $$\eta=\frac{A_{полезн}}{A_{затр}}=\frac{P_{полезн}}{P_{затр}}.$$ При решении задач на КПД важно понять, что является полезной, а что – затраченной работой. Принцип здесь такой. Полезная работа – эта та работа, ради которой создано данной устройство. Например, у нагревателя полезная работа – это теплота, идущая на нагревание. У подъемного крана полезная работа – это работа по подъему груза. Важно запомнить, что если в условии дана мощность двигателя или нагревателя – это всегда затраченная мощность. Исключение составляют два случая: если в задаче дана теплота сгорания топлива – то она всегда затраченная. И если в задаче есть работа источника тока, то она всегда затраченная. Вернемся к задаче. $$\eta=\frac{A_{полезн}}{A_{затр}}=\frac{Q}{Pt}=\frac{cm\Delta t+Lm_1}{Pt}.$$ Здесь $cm\Delta t$ – теплота на нагревание воды, Lm_1 – теплота на кипение воды, причем мы учли, что выкипит не вся вода, а только ее масса m_1. Найдем эту массу: $$m_1=\frac{\eta Pt-cm\Delta t}{L}=\frac{0{,}45\cdot5000\cdot600-4200\cdot2\cdot80}{2290000}\approx0{,}296\ \text{кг}.$$ Изначально в чайнике было 2000 г воды, а выкипело 296 г. Тогда в чайнике осталось 1704 г воды. Ответ: 1704.
В7.	В адиабатическом процессе газ не обменивается теплотой с окружающей средой. Тогда по первому началу термодинамики $Q=A+\Delta U=0$. Здесь очень важно понимать, что работа в этой формуле – это работа системы против внешних сил. По условию внешние силы совершают над системой работу 200 Дж. Это значит, что работа самой системы будет равна $A_1=-200$ Дж. Тогда в первом процессе внутренняя энергия системы изменилась на $\Delta U_1=-A_1=200$ Дж. Заметим, что внутренняя энергия увеличилась, что очевидно. Ведь внешние силы совершили работу над газом, то есть сжали его. Тогда газ нагрелся, а внутренняя энергия газа однозначно связана с его температурой. И при нагревании она возрастает. Во втором (изобарном) процессе газ совершает работу $A_2=200$ Дж. Вспомним, что в **изобарном процессе работу газа можно рассчитать по формуле** $$A_2=p\Delta V=p\left(V_2-V_1\right)=pV_2-pV_1=\nu RT_2-\nu RT_1=\nu R\Delta T.$$ **Изменение внутренней энергии одноатомного идеального газа в любом процессе** можно рассчитать как $\Delta U=\frac{3}{2}\nu R\Delta T$. Тогда для изобарного процесса $\Delta U_2=\frac{3}{2}A_2=300$ Дж. Видно, что общее изменение внутренней энергии равно 500 Дж. Ответ: 500.

B8.	Вспомним, изображение предмета в плоском зеркале находится на перпендикуляре, опущенном из источника на зеркало, за зеркалом на расстоянии от зеркала, равном расстоянию от предмета до зеркала.  Из рисунка видно, что искомое расстояние между изображениями следует находить из треугольника S_1SS_2, в котором угол $\angle S_1SS_2 = 120^\circ$, а стороны $SS_1 = 12$ см, а $SS_2 = 20$ см. Тогда по теореме косинусов получаем: $S_1S_2 = \sqrt{12^2 + 20^2 - 2\cdot 12\cdot 20\cdot \cos 120^\circ} = \sqrt{784} = 28$ см. Ответ: 28.
B9.	Важно вспомнить, что две важнейшие характеристики источника тока: ЭДС и внутреннее сопротивление – не зависят от условий его работы. Тогда они остаются неизменными при любых внешних сопротивлениях, подключенных к нему. Составим систему из двух законов Ома для полной цепи: $\begin{cases} I_1 = \dfrac{\varepsilon}{R_1 + r}, \\ I_2 = \dfrac{\varepsilon}{R_2 + r} \end{cases},$ $\begin{cases} 1 = \dfrac{\varepsilon}{22 + r}, \\ 0,5 = \dfrac{\varepsilon}{46 + r} \end{cases}$ Решая эту систему, найдем ЭДС и внутреннее сопротивление источника: $\begin{cases} \varepsilon = 24 \text{ В}, \\ r = 2 \text{ Ом} \end{cases}.$ Тогда сила тока короткого замыкания источника тока равна $I_{кз} = \dfrac{\varepsilon}{r} = 12$ А. Ответ: 12.
B10.	Для того, чтобы проводник сдвинулся с места, необходимо, чтобы действующая на него сила Ампера превысила силу трения, то есть $F_{тр} = F_{А}$, $\mu mg = BIL$, откуда $I = \dfrac{\mu mg}{BL} = 5$ А. Ответ: 5.
B11.	Проанализируем условие. Из уравнения, по которому изменяется сила тока в резисторе, можно установить, что максимальная сила тока равна $I_0 = 5$ А, циклическая частота тока равна $\omega = 100\pi$ $с^{-1}$. Для резистора, подключенного в цепь переменного тока, напряжение и сила тока связаны законом Ома $U_0 = I_0 R$, причем этот закон выполняется и для максимальных, и для мгновенных, и для действующих значений силы тока. А что такое действующее напряжение и сила тока? Это специально введенные характеристики тока, которые позволяют легче рассчитывать мощность в резисторе при протекании переменного тока. Дело в том, что мощность тока равна $P = UI$, а и сила тока, и напряжение в цепи постоянно изменяются. Значит, и мощность тоже изменяется. Поэтому, конечно, удобнее говорить о среднем значении мощности, которое и

	вычисляется через действующие значения силы тока и напряжения: $\langle P\rangle = U_{\text{Д}} I_{\text{Д}}$, где $U_{\text{Д}} = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$, $I_{\text{Д}} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$. Тогда $$U_{\text{Ä}} = \frac{I_0 R}{\sqrt{2}},$$ $$R = \frac{\sqrt{2} U_{\text{Ä}}}{I_0} \approx 20 \text{ Ом}.$$ Ответ: 20.
B12.	Почему тела в задаче удерживают? Правильно, потому что они отталкиваются по закону Кулона, а действующая на них сила трения слишком мала. Поэтому после отпускания тела начинают разгоняться и разлетаться в разные стороны. При этом действующая на них сила трения остается неизменной, а сила Кулона ослабевает. На некотором расстоянии сила трения сравнивается с силой Кулона, а далее сила кулоновского отталкивания становится слабее силы трения, и заряды начинают тормозить. Итак, вначале тела разгоняются. Потом, когда сила Кулона и сила трения сравниваются, их разгон прекращается. А далее тела тормозят. В какой точке у тел максимальная скорость? Очевидно, что там, где тела уже не разгоняются, но еще не тормозят, то есть на таком расстоянии R, на котором сила Кулона равна силе трения: $$\frac{kq^2}{R^2} = \mu mg,$$ откуда $$R = \sqrt{\frac{kq^2}{\mu mg}} = 3 \text{ м}.$$ Итак, изначальное расстояние между зарядами $r = 1$ м, а максимальную скорость они приобретут на расстоянии 3 м друг от друга. Запишем закон сохранения энергии для движения зарядов: $$\frac{kq^2}{r} = \frac{kq^2}{R} + 2 \cdot \frac{m\upsilon_{\max}^2}{2} + 2\mu mgS,$$ где $S = 1$ м – путь, пройденный каждым зарядом. Тогда максимальная скорость зарядов равна $$\upsilon_{\max} = \sqrt{\frac{\frac{kq^2}{r} - \frac{kq^2}{R} - 2\mu mgS}{m}} = 2\,\frac{\text{м}}{\text{с}} = 200\,\frac{\text{см}}{\text{с}}.$$ Ответ: 200.