

Тест вы сможете найти тут <http://kudapostupat.by/article/item/id/1404>

Часть А

A1. Многие физические понятия, такие, как скорость и ускорение тела, сила, приложенная к телу, электрические и магнитные поля и многие другие, несут в себе информацию не только о численном значении того или иного понятия, но и о направлении (в пространстве), связанном с этим понятием. Зачем это нужно? Давайте решим простую задачу.

Человек находится в центре Минска (около нулевого километра, который расположен возле дворца республики). Скорость человека около 3 км/ч. Где окажется человек через 1 час? Казалось бы задача очень простая. Очевидно, что за 1 час человек пройдет 3 километра. Однако на вопрос задачи мы ответить не можем, так как мы не знаем **КУДА** он пошел! Если бы он пошел в восточном направлении – был бы около Академии наук, в западном – около метро Молодежная и так далее. То есть нам **НЕОБХОДИМО** знать **КУДА** он пошел.

Поэтому для полного определения таких понятий (свойств) вводятся **векторы**.

Для решения этой задачи необходимо вспомнить точные определения всех физических величин.

Не помните? Тогда задайте вопрос может ли эта физическая величина иметь направление?

Перемещение – векторная, путь и давление – скалярные. Давление скалярная величина даже несмотря на то, что зависит от приложенной силы (а сила величина векторная).

Ответ: 2.

A2. Все просто. Нам не важен характер движения тела (равномерное оно или ускоренное). Нам только важно увидеть моменты времени, в которые происходит изменение направления движения тела. Начальная координата тела -1 метр. К моменту времени 2 секунды координата уже +3 метра (тело прошло путь равный 4 метра). В момент времени 6 секунд координата тела изменилась до -2 метров (тело прошло еще 5 метров). В момент времени 8 секунд координата тела +1 метр (тело прошло 3 метра). Всего тело прошло $4 + 5 + 3 = 12$ метров. Если вы не понимаете зачем тело двигается туда-обратно, то просто представьте себе человека, который нервничает и ходит вперед-назад. ;-)

Ответ: 5

A3. Вспоминаем тему движение по окружности. По определению $v = \frac{S}{t}$. При движении тела по окружно-

сти линейная и угловая скорости связаны соотношением $v = \omega R \Rightarrow \omega = \frac{v}{R} = \frac{\frac{S}{t}}{R} = \frac{S}{tR} = \frac{12}{10 \cdot 0,3} = 4$ (рад/с)

Ответ: 4

A4. По определению ускорение свободного падения у ПОВЕРХНОСТИ планеты $g_0 = G \frac{M}{R_{\text{п}}^2}$. Массу любого тела мы можем найти по формуле $m = \rho V$, где ρ – плотность тела. Так как мы имеем дело с планетами (а все планеты – шарообразные тела), то

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3.$$

При помощи этих двух формул можно получить еще одно соотношение для ускорения свободного падения на поверхности планеты, выраженное через плотность вещества планеты

$$g_0 = G \frac{M}{R_{\text{п}}^2} = G \frac{\rho V}{R_{\text{п}}^2} = G \frac{\rho \frac{4}{3} \pi R_{\text{п}}^3}{R_{\text{п}}^2} = \frac{4}{3} G \rho \pi R_{\text{п}} \Rightarrow g_0 = \frac{4}{3} G \rho \pi R_{\text{п}} \Rightarrow \rho = \frac{g_0}{\frac{4}{3} G \pi R_{\text{п}}},$$

Для того, чтобы перевести плотность из кг/м³ (а именно в таких единицах мы получим ответ) в г/см³ (а в таких единицах надо дать ответ), надо умножить на 1000.

Ответ: 5.

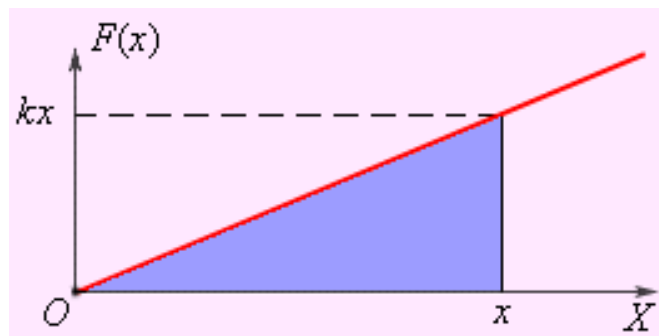
A5. Если сила меняется (увеличивается или уменьшается) в ходе движения, то работа силы находится графически. Примером силы, модуль которой зависит от координаты (перемещения), может служить сила упругости пружины, подчиняющаяся **закону Гука**. Для того чтобы растянуть пружину, к ней нужно приложить внешнюю силу F , модуль которой пропорционален удлинению пружины. Зависимость модуля внешней силы от координаты x (растяжения пружины) изображается на графике прямой линией.

Площадь под графиком зависимости силы от перемещения равна совершенной силой работе, то есть по площади треугольника на графике можно определить работу, совершенную внешней силой, при растяжении пружины:

$$A = \frac{1}{2} \text{основание} \times \text{высота} = \frac{1}{2} x \cdot F_{\text{упр}} = \frac{1}{2} x \cdot kx,$$

то есть

$$A = \frac{kx^2}{2}.$$



Ответ: 5.

A6. Давлением называется скалярная физическая величина, равна отношению модуля силы F действующей **перпендикулярно** поверхности, к площади S этой поверхности

$$p = \frac{F}{S}.$$

В системе СИ давление измеряется в **паскалях (Па)**: $1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2$. Французский ученый Б. Паскаль в середине XVII века эмпирически установил закон, названный **законом Паскаля**: Давление в жидкости или газе передается во всех направлениях одинаково и не зависит от ориентации площадки, на которую оно действует.

Согласно закону Паскаля

$$p_1 = p_2 \Rightarrow \frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \Rightarrow F_2 = F_1 \frac{S_2}{S_1}$$

Ответ: 4.

A7. Немного преобразуем данное по условию задачи выражение

$$V = \alpha T \Rightarrow \frac{V}{T} = \alpha \Rightarrow \frac{V}{T} = \text{const}$$

Перед нами уравнение изобарного процесса.

Ответ: 4.

A8. Настоятельно рекомендую скачать у меня с сайта (www.repet.by) и прочитать «Материалы для повторения». В них очень подробно разобрана тема «Изопроцессы».

Процесс 1-2 – изохорный (давление и температура растут). Процесс 2-3 – изотермический (давление падает, объем растет).

Ответ: 4.

A9. Для решения этой задачи нам понадобится **первый закон термодинамики**, который является обобщением закона сохранения и превращения энергии для термодинамической системы. Он формулируется следующим образом: **количество теплоты, полученное системой, идет на изменение ее внутренней энергии и на совершение работы системой над внешними телами (или просто на совершение системой работы)**:

$$Q = \Delta U + A.$$

Первый закон термодинамики является обобщением опытных фактов. Согласно этому закону, энергия не может быть создана или уничтожена. Она передается от одной системы к другой и превращается из одной формы в другую. Важным следствием первого закона термодинамики является утверждение о невозможности создания машины, способной совершать полезную работу без потребления энергии извне и без каких-либо изменений внутри самой машины. Такая гипотетическая машина получила название вечного двигателя (perpetuum mobile) первого рода. Многочисленные попытки создать такую машину неизменно заканчивались провалом. Любая машина может совершать положительную работу A

над внешними телами только за счет получения некоторого количества теплоты Q от окружающих тел или уменьшения своей внутренней энергии ΔU .

Применим этот закон для нашего процесса. Так как температура газа уменьшилась, то уменьшилась и его внутренняя энергия, которая равна $U = \frac{3}{2} \nu RT$. Следовательно,

$$Q = A - \Delta U = A - \frac{3}{2} \nu R \Delta T = 40 - \frac{3}{2} \frac{1}{8,31} 8,31 \cdot 20 = 10 \text{ (Дж)}$$

Важное замечание!!! При решении задач нет необходимости переводить ИЗМЕНЕНИЕ температуры!!! То есть изменение температуры на 20 К НИКОГДА не будет равно изменению температуры на 293 °С!!! Например, была температура 290 К. Стала 310 К. Изменение составит 20 К. Если перевести в градусы Цельсия, то начальная температура была $T_1 = 290 - 273 = 17$ °С, конечная стала $T_2 = 310 - 273 = 37$ °С, то есть **ИЗМЕНЕНИЕ** равно 20 °С!!!

Ответ: 2.

A10. Это уж как-нибудь без моей помощи. Тем более в задаче A13 есть подсказка.

Ответ: 5.

A11. Вспоминаем закон Кулона. Из него следует, что шарики будут притягиваться и при этом силы будут **ОДИНАКОВЫЕ!!!** И не важно, что заряды у шариков разные!!!

Ответ: 3.

A12. Задача в одну формулу. Энергия конденсатора рассчитывается по формуле

$$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{80 \cdot 10^{-9} \cdot (20)^2}{2} = 16 \cdot 10^{-6} \text{ (Дж)}$$

Ответ: 2.

A13. Потребители соединены последовательно. Следовательно, если напряжение на проводнике равно 3 В, то на резисторе будет 5 В. При напряжении на проводнике 3 В сила тока в нем 50 мА (смотрим по графику). А теперь применим закон Ома для участка цепи

$$I = \frac{U}{R} \Rightarrow R = \frac{U}{I} = \frac{5}{50 \cdot 10^{-3}} = 100 \text{ (Ом)}$$

Ответ: 1.

A14. И опять задача в одну формулу. Энергию магнитного поля соленоида можно найти по формуле

$$W = \frac{LI^2}{2}$$

Применим ее для первого и второго случая

$$W_2 = \frac{LI_2^2}{2} \text{ и } W_1 = \frac{LI_1^2}{2}$$

Чтобы исключить неизвестную величину (индуктивность L), разделим первое уравнение на второе

$$\frac{W_2}{W_1} = \frac{\frac{LI_2^2}{2}}{\frac{LI_1^2}{2}} \Rightarrow W_2 = W_1 \frac{I_2^2}{I_1^2} \Rightarrow W_2 = W_1 \left(\frac{I_2}{I_1} \right)^2$$

А можно посчитать проще (способ для продвинутых). Зависимость энергии от силы тока квадратичная. Сила тока увеличилась в 2 раза. Следовательно, энергия увеличится в 4.

Ответ: 4.

A15. Максимальное по модулю значения скорости при колебательном движении равно

$$v_{\max} = \omega A$$

Период колебаний математического маятника находится по формуле

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Но нам нужна циклическая частота (угловая скорость). По определению

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}} = \sqrt{\frac{g}{l}}.$$

Подставляем в первую формулу

$$v = \omega A = A\sqrt{\frac{g}{l}}.$$

Ответ: 3.

A16. Рекомендую повторить тему «Линзы. Формула тонкой линзы» и вспомнить основные обозначения. Так же напоминаю, что если нам надо найти оптическую силу линзы, то перевод всех единиц в СИ обязателен!!! По определению оптическая сила линзы равна

$$D = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

Так как изображение мнимое, то не забываем, что f будет отрицательным!!! Размеры предмета и его изображения связаны с параметрами f и d соотношением

$$\frac{H}{h} = \frac{f}{d} \Rightarrow d = \frac{hf}{H} = \frac{0,08 \cdot 0,1}{0,36} = \frac{8}{360} = \frac{2}{90}.$$

Подставим d в первое уравнение и найдем оптическую силу линзы

$$D = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{\frac{2}{90}} - \frac{1}{0,1} = 45 - 10 = 35 \text{ (Дптр)}$$

Ответ: 2.

A17. Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта

$$h\nu = A + \left(\frac{mv^2}{2} \right)_{\max}$$

Если установка для фотоэффекта находится во внешнем электрическом поле, то энергия вырванного электрона может быть поглощена полем и электрон может быть остановлен. То есть

$$\left(\frac{mv^2}{2} \right)_{\max} = eU_3.$$

С учетом этого уравнение фотоэффекта примет вид

$$h\nu = A + eU_3 \Rightarrow U_3 = \frac{h\nu - A}{e} = U_3 = \frac{h\frac{c}{\lambda} - A}{e}$$

И не забываем перевести эВ в Джоули!

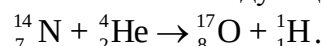
$$U_3 = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \frac{3 \cdot 10^8}{400 \cdot 10^{-9}} - 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = \frac{6,63 \cdot \frac{3}{4} - 2 \cdot 1,6}{1,6} = 1,1 \text{ (В)}$$

Ответ: 3

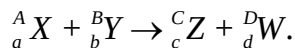
A18. Ядерная реакция – это процесс взаимодействия атомного ядра с другим ядром или элементарной частицей, сопровождающийся изменением состава и структуры ядра и выделением вторичных частиц или γ -квантов.

В результате ядерных реакций могут образовываться новые радиоактивные изотопы, которых нет на Земле в естественных условиях.

Первая ядерная реакция была осуществлена Э. Резерфордом в 1919 году в опытах по обнаружению протонов в продуктах распада ядер. Резерфорд бомбардировал атомы азота α -частицами. При соударении частиц происходила ядерная реакция, протекавшая по следующей схеме:



При ядерных реакциях выполняется несколько **законов сохранения**: импульса, энергии, момента импульса, заряда. В дополнение к этим классическим законам сохранения при ядерных реакциях выполняется закон сохранения так называемого **барионного заряда** (то есть числа нуклонов – протонов и нейтронов). Например, имеем реакцию вида



Сразу можем записать, что

$$a + b = c + d \text{ и } A + B = C + D.$$

ЭТО ЗНАЧИТ, ЧТО ОБЩЕЕ ЧИСЛО НУКЛОНОВ ДО И ПОСЛЕ РЕАКЦИИ ОСТАЕТСЯ НЕИЗМЕННЫМ.

А теперь запишем уравнение радиоактивного распада для нашей задачи. При этом важно учесть, что электрон не является нуклоном и его зарядовое число равно минус один

$${}_{88}^{228}\text{Ra} \rightarrow {}_{-1}^0e + {}_Z^AX \Rightarrow \begin{matrix} A = 228 \\ Z = 88 + 2 = 90 \end{matrix} \Rightarrow N = 228 - 90 = 138$$

Ответ: 5

В1. Подставим данные задачи в закон движения. Получим

$$x = 4 + 8t - 4t^2$$

Немного преобразуем полученный закон движения

$$x = 4 + 8t - \frac{8t^2}{2}$$

А теперь сравним наше уравнение с эталонным (лучше записывать их друг под другом)

$$x = x_0 + v_0t + \frac{at^2}{2}$$

$$x = 4 + 8t - \frac{8t^2}{2}$$

Очевидно, что начальная скорость равна 8 м/с, ускорение равно -8 м/с². Надо быть очень аккуратным при решении задач, в которых начальная скорость тела и ускорение имеют разные знаки!

Так как ускорение отрицательно, то тело остановится через промежуток времени равный

$$t_{\text{ост}} = \left| \frac{v_0}{a} \right| = 1 \text{ (с)}$$

Так как тело меняет направление движения, то мы должны разбить движение тела на два участка – от 0 до 1 секунды и от 1 до 4 секунды. Найдем путь на каждом участке. На первом участке конечная скорость равна нулю. Поэтому путь будет равен

$$S_1 = \frac{v_0^2}{2|a|} = \frac{8^2}{2 \cdot 8} = 4 \text{ (м)}$$

Начальная скорость на втором участке равна нулю. Поэтому

$$S_2 = \frac{at^2}{2} = \frac{8 \cdot 3^2}{2} = 36 \text{ (м)}.$$

Полный путь пройденный телом равен 40 метров.

Ответ: 40.

В2. По второму закону Ньютона найдем ускорение, с которым тормозит автомобиль

$$F = ma \Rightarrow a = \frac{F}{m}$$

Тормозной путь найдем зная начальную и конечную (она равна нулю) скорость тела

$$S = \left| \frac{v^2 - v_0^2}{2a} \right| = \left| \frac{-v_0^2}{2a} \right| = \left| \frac{-v_0^2}{2 \frac{F}{m}} \right| = \left| \frac{-(20)^2}{2 \frac{10 \cdot 10^3}{2,6 \cdot 10^3}} \right| = 52 \text{ (м)}$$

Ответ: 52.

В3. Ради чего создается подъемный кран? Ради того, чтобы поднять на некоторую высоту груз (то есть сообщить ему потенциальную энергию). При этом кран потребляет электрическую энергию. Значит КПД крана будет равно

$$\eta = \frac{mgh}{IUt} \Rightarrow U = \frac{mgh}{\eta It} = \frac{380 \cdot 10 \cdot 15}{0,6 \cdot 25 \cdot 19} = 200 \text{ (В)}.$$

Ответ: 200.

В4. Нас просят найти минимально возможную скорость пули, при которой шарик с пулей совершат полный оборот. Это значит, что в верхней точке шар с пулей будут обладать минимально возможной для прохождения полной окружности скоростью. Если бы шарик висел на стержне, то ему достаточно было бы просто добраться до верхней точки. То есть скорость могла бы быть и нулевой. Однако у нас нитка и если скорость шарика в верхней точке будет ниже минимальной, то нитка просто сложится. Чтобы шар с пулей смогли совершить полный оборот сила натяжения нити в верхней точке должна быть равна нулю. Тогда в верхней точке на шар с пулей будет действовать только сила тяжести

$$F = ma_{\text{центрострем}} \Rightarrow (m+M)g = (m+M)\frac{v^2}{l} \Rightarrow v^2 = gl$$

За нулевой уровень возьмем нижнее положение шарика на нитке. Тогда в верхней точке шарик с пулей будут обладать кинетической энергией $\frac{(m+M)v^2}{2}$ и потенциальной $(m+M)g \cdot 2l$ ($2l$ – высота, на которую поднялся шарик с пулей). В нижней точке у них будет только кинетическая энергия $\frac{(m+M)u^2}{2}$ (u – скорость после попадания пули в шарик). По закону сохранения энергии

$$\frac{(m+M)v^2}{2} + 2(m+M)gl = \frac{(m+M)u^2}{2} \Rightarrow gl + 4gl = u^2 \Rightarrow u = \sqrt{5gl}$$

А теперь запишем закон сохранения импульса

$$mv_{\text{пули}} = (m+M)u \Rightarrow v_{\text{пули}} = \frac{(m+M)u}{m} = \frac{(m+M)\sqrt{5gl}}{m} = 62 \text{ (м/с)}$$

Ответ: 62.

В5. Из уравнения состояния идеального газа $pV = \frac{m}{M}RT$ выразим R (универсальную газовую постоянную) $\frac{pVM}{mT} = R$. Так как R – постоянная величина, то два разных состояния газа могут быть связаны соотношением

$$\frac{p_1 V_1 M_1}{m_1 T_1} = \frac{p_2 V_2 M_2}{m_2 T_2}.$$

А теперь несколько важных моментов. В большинстве задач химический состав газа меняться не будет, следовательно $M_1 = M_2$. Если в задаче будет сказано, что газ находится в **закрытом** сосуде, то $m_1 = m_2$ и $V_1 = V_2$. Если объем сосуда не меняется, то $V_1 = V_2$. Если газ находится под **подвижным** поршнем, то $p_1 = p_2$. **В нашей задаче равны температуры газов и давления. Следовательно,**

$$\frac{V_1 M_1}{m_1} = \frac{V_2 M_2}{m_2} \Rightarrow \frac{V_1 M_1}{m_1} = \frac{(V - V_1) M_2}{m_2}$$

Подставим числа. Обращаю ваше внимание на то, что в этой задаче совсем не обязательно переводить все единицы измерения в систему СИ

$$\frac{V_1 M_1}{m_1} = \frac{(V - V_1) M_2}{m_2} \Rightarrow \frac{V_1 \cdot 28}{34} = \frac{(10 - V_1) 4}{7} \Rightarrow \frac{V_1 \cdot 7}{34} = \frac{10 - V_1}{7}$$

Перемножим крест на крест. Получим

$$49V_1 = 34(10 - V_1) \Rightarrow V_1 = 4$$

Ответ: 4.

В6. Так как алюминию ежесекундно передавали одинаковое количество теплоты, то мощность источника тепла одинаковая. Это значит, что

$$P_1 = P_2 \Rightarrow \frac{Q_1}{\Delta t_1} = \frac{Q_2}{\Delta t_2} \Rightarrow Q_2 = \Delta t_2 \frac{Q_1}{\Delta t_1} = (50 - 40) \text{ минут} \frac{90 \text{ кДж}}{50 \text{ минут}} = 18 \text{ (кДж)}$$

Ответ: 18.

В7. Обязательно переводим температуру к Кельвинам. Перед охлаждением температура газа была равна 291 К. После охлаждения 97 К. Так как охлаждение было изохорным, то никакой работы при охлаждении не совершалось. А вот при нагревании была совершена работа

$$A = \nu R \Delta T = \frac{m}{M} R \Delta T \Rightarrow m = \frac{A M}{R \Delta T} = \frac{31 \cdot 10^3 \cdot 4 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot (291 - 97)} = 0,077 \text{ (кг)} = 77 \text{ (грамм)}$$

Ответ: 77.

В8. Длина волны λ – расстояние между точками волн, разность фаз которых 2π . Следовательно, можно использовать пропорцию:

$$\frac{\lambda}{\Delta l} = \frac{2\pi}{\Delta \phi}$$

Таким образом длина волны будет в 4 раза больше разности хода волн.

Ответ: 760.

В9. Важно помнить, что ЭДС и внутреннее сопротивление источника не зависят от подключаемого внешнего сопротивления. Мощность тока на внешнем участке цепи равна $P = I^2 R$. По закону Ома для полной цепи $I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$. Следовательно, мощность на внешнем участке будет равна

$$P = \left(\frac{\mathcal{E}}{R + r} \right)^2 R$$

При разомкнутом ключе общее сопротивление цепи равно R_1 . При замкнутом ключе общее сопротивление равно $R_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$. По условию задачи мощности равны

$$\left(\frac{\mathcal{E}}{R_1 + r} \right)^2 R_1 = \left(\frac{\mathcal{E}}{R_{12} + r} \right)^2 R_{12} \Rightarrow \left(\frac{\mathcal{E}}{R_1 + r} \right)^2 R_1 = \left(\frac{\mathcal{E}}{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + r} \right)^2 \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

Сокращаем на ЭДС и подставляем числа

$$\frac{R_1}{(R_1 + r)^2} = \frac{1}{\left(\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + r \right)^2} \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow \frac{12}{(12 + r)^2} = \frac{1}{\left(\frac{12 \cdot 4}{12 + 4} + r \right)^2} \frac{12 \cdot 4}{12 + 4} \Rightarrow \frac{4}{(12 + r)^2} = \frac{1}{(3 + r)^2}$$

Извлекаем квадратный корень из правой и левой части

$$\frac{2}{12 + r} = \frac{1}{3 + r} \Rightarrow 2(3 + r) = 12 + r \Rightarrow 6 + 2r = 12 + r \Rightarrow r = 6 \text{ (Ом)}$$

Ответ: 6.

В10. Электрическое поле разгоняет электрический заряд. Работа поля будет равна изменению кинетической энергии частицы. Так как начальная скорость частицы равна нулю, то

$$qU = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow q = \frac{mv^2}{2U}$$

Если в области электрического и магнитного полей частица движется равномерно, то на нее действуют силы равные по модулю и противоположные по направлению. То есть сила со стороны магнитного поля (сила Лоренца) равна силе со стороны электрического поля

$$F_{\text{Лоренца}} = F_{\text{электр}} \Rightarrow qvB = qE \Rightarrow v = E / B$$

Подставим значение скорости в первое соотношение

$$q = \frac{mv^2}{2U} = \frac{m \left(\frac{E}{B} \right)^2}{2U} = \frac{2 \cdot 10^{-9} \left(\frac{2 \cdot 10^3}{10^{-1}} \right)^2}{2 \cdot 200} = \frac{2 \cdot 10^{-1}}{10^2} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ (Кл)}$$

Ответ: 2

В11. Из графика видно, что сила тока изменяется по закону косинуса. Следовательно,

$$I = I_0 \cos(\omega t)$$

По определению $\omega = \frac{2\pi}{T}$. Период T найдем из графика. Он будет равен 60 мс. Таким образом уравнение колебаний силы тока примет вид

$$I = I_0 \cos\left(\frac{2\pi}{60 \cdot 10^{-3}} t\right) = I_0 \cos\left(\frac{100\pi}{3} t\right)$$

В точке А сила тока равна

$$I_A = I_0 \cos\left(\frac{100\pi}{3} 40 \cdot 10^{-3}\right) = I_0 \cos\left(\frac{4\pi}{3}\right) = I_0 \cos(240^\circ) = I_0 \cos(180^\circ + 60^\circ) = -I_0 \cos(60^\circ) = -\frac{I_0}{2}$$

В точке Б сила тока равна амплитудному значению. По условию задачи

$$I_B - I_A = 70 \text{ мА} \Rightarrow I_0 - \left(-\frac{I_0}{2}\right) = 70 \text{ мА} \Rightarrow 1,5I_0 = 70 \text{ мА} \Rightarrow I_0 = \frac{140}{3} \text{ мА}$$

Действующее значение силы тока можно найти по формуле

$$I_d = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = \frac{140}{3\sqrt{2}} \text{ мА} = 33 \text{ мА}$$

Ответ: 33.

В12. Решение задачи начнем с того, что найдем энергию, запасенную в конденсаторе

$$W_1 = \frac{CU_c^2}{2}$$

Конденсатор параллельно соединен с резистором R_1 . Найдем напряжение на нем – найдем напряжение и на конденсаторе. Запишем закон Ома для полной цепи

$$I = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2}$$

Напряжение на втором резисторе найдем через закон Ома для участка цепи

$$U_1 = IR_1 = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2} R_1 \Rightarrow W_1 = \frac{C}{2} \left(\frac{\varepsilon R_1}{R_1 + R_2} \right)^2$$

После того как мы разомкнем ключ ток в цепи пропадет и напряжение на конденсаторе станет равно ЭДС источника тока. После размыкания ключа энергия конденсатора будет равна

$$W_2 = \frac{C\varepsilon^2}{2}$$

Так как ЭДС источника больше чем начальное напряжение на конденсаторе энергия конденсатора после размыкания ключа увеличилась. Это произошло потому, что источник тока совершил работу

$$A = \Delta q \cdot U = (q_2 - q_1) \varepsilon,$$

где q_1 и q_2 – начальный и конечный заряд на конденсаторе. Начальный и конечный заряд конденсатора легко найдем зная напряжение на конденсаторе и его емкость

$$C = \frac{q_1}{U_1} \Rightarrow q_1 = CU_1, \quad C = \frac{q_2}{U_2} \Rightarrow q_2 = CU_2 = C\varepsilon$$

Закон сохранения энергии для электрической цепи будет иметь вид

$$A = W_2 - W_1 + Q,$$

где Q – количество теплоты, которое нам и нужно найти. Дальше сами.

Ответ: 162.