

7, 8 и 9 классы.

Задания, возможные решения и ответы для всех использованных вариантов.

БИЛЕТ № 11 (УФА)

Задание 1:

Вопрос: По дороге из школы ученик пробежал три четверти пути со скоростью 7 км/ч, потом некоторое время постоял на месте (разговаривал с приятелем), а затем дошел до дома со скоростью 3 км/ч. Оказалось, что на разговор он потратил треть всего времени пути. Какой была его средняя скорость на всем пути от школы до дома?

Задача: Филеас Фогг и Паспарту остановились в гостинице на углу квартала. Рано утром мистер Фикс бросил камень в окно их номера и побежал вокруг квартала с постоянной скоростью, рассчитывая вернуться и полюбоваться на результат. Он обежал квартал за время $T = 10$ мин, и, не снижая скорости, побежал дальше. Спустя время $t = 3$ мин из гостиницы выбежал Паспарту и бросился за ним (его скорость тоже постоянна). Паспарту догнал Фикса за время $t_1 = 6$ мин. За какое время (t_2) он бы встретил Фикса, если бы побежал с той же скоростью вокруг квартала навстречу ему?

Задание 2:

Вопрос: Допустим, что к шартику термометра привязали ватку, обильно смоченную ацетоном, и несколько секунд помахали термометром. Что произойдет с показаниями термометра? Изменятся они значительно или нет? Ответ объясните.

Задача: В теплоизолирующем стакане находилось $M = 207$ г воды, в которых достаточно долго плавала льдинка массой $m_{л} = 10$ г. В стакан бросили тонкую пластинку из тяжелого тугоплавкого металла массой $m = 50$ г, раскаленную до температуры $t_1 = 596^\circ\text{C}$. Раздалось шипение, которое, впрочем, очень быстро прекратилось (стакан сверху не был накрыт крышкой). Какая температура установится в стакане после достижения равновесия? Теплоёмкость стакана $C_{ст} = 30$ Дж/К. Удельная теплоёмкость воды $c = 4,2$ Дж/(г·К), удельная теплоёмкость металла пластинки $c_M = 1$ Дж/(г·К), удельная теплота плавления льда $\lambda \approx 334$ Дж/г, удельная теплота парообразования для воды при 100°C $r \approx 2480$ Дж/г.

Задание 3:

Вопрос: В «электрощитке» квартиры установлены два предохранителя. Один из них размыкает цепь при токе $I_1 = 5$ А, а другой – при $I_2 = 16$ А. Цепи, контролируемые предохранителями, подключены к внешней сети параллельно. Какое максимальное количество электроэнергии (в кВт·ч) может потребить эта квартира за одни сутки? Действующее значение напряжения во внешней сети $U = 220$ В (то есть при расчете

энергопотребления сеть можно считать источником постоянного напряжения такой величины).

Задача: Номинальное напряжение аккумулятора равняется $U_0 = 2$ В. Из-за частичной разрядки это напряжение уменьшилось – при подключении к клеммам аккумулятора вольтметра с очень большим сопротивлением этот вольтметр показывает напряжение $U_1 = 10$ В. Аккумулятор поставили на зарядку от внешнего источника, который независимо от тока зарядки поддерживает на клеммах аккумулятора напряжение, равное номинальному. Мощность, затрачиваемая внешним источником, равна $P = 1,4$ Вт. Какое количество тепла выделится в схеме за первые 3 секунды зарядки (считать, что это время значительно меньше времени, необходимого для зарядки)?

Задание 4:

Вопрос: В аквариуме на поверхности воды плавает деревянный кораблик, на котором лежит шарик от пинг-понга (средняя плотность шарика меньше плотности воды). Шарик скатывается с кораблика в воду. Как изменится уровень в воды в аквариуме? Ответ объяснить.

Задача: Два шара равного объема изготовлены из разных материалов. Более тяжелый шар, помещенный на дно пустого сосуда, давит на него с силой P . После того, как в сосуд налили воду, сила давления этого шара на дно уменьшилась в полтора раза. Когда в сосуд поместили более легкий шар, он стал плавать на поверхности воды так, что над водой выступала в точности треть его объема. Наконец, шары связали тонкой легкой нитью такой длины, что легкий шар оказался полностью погруженным в воду. С какой силой теперь давит тяжелый шар на дно сосуда?

БИЛЕТ № 14 (ЕКАТЕРИНБУРГ)

Задание 1:

Вопрос: Вертолет летит со скоростью 360 км/ч относительно воздуха. Полет этого вертолета между двумя пунктами при ветре, дующем практически с постоянной скоростью вдоль линии полета, занимает в одну сторону 80 минут, а в другую – 64 минуты. Чему равна скорость ветра?

Задача: От пристани А вниз по течению реки отплывает катер, а спустя время $\Delta t = 0$ мин ему навстречу от пристани В отплывает теплоход. Катер и теплоход встретились через время $t = 1$ ч после отплытия катера, а еще через время $t' = 25$ мин катер прибыл к пристани В. Найти время движения теплохода до пристани А.

Задание 2:

Вопрос: В одинаковые стаканы с одинаковым количеством льда при одинаковой температуре выливают одинаковое небольшое количество горячей воды с одинаковой температурой. При этом в первый стакан выливают дистиллированную воду, а во второй – очень соленую. В каком из стаканов останется больше льда? Ответ объясните.

Задача: В калориметр, содержащий $M = 0,7$ кг воды с температурой $t_0 = 10^\circ\text{C}$, бросают один за другим три кубика из сильно замороженного льда одинаковой массы (следующий кубик бросают после того, как установится равновесие, нарушенное предыдущим). Первый кубик растаял полностью, от второго осталась едва заметная льдинка, третий совсем не таял. Какой будет масса льда в калориметре после установления теплового равновесия? Теплоемкостью калориметра и теплообменом с окружающими телами пренебречь. Удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг·°C), удельная теплота плавления льда $\lambda \approx 334$ кДж/кг.

Задание 3:

Вопрос: К клеммам аккумулятора подключили длинный провод, сопротивление которого намного больше внутреннего сопротивления аккумулятора. Затем провод разрезали на две части, длины которых соотносились как 1:2, соединили эти части параллельно и подключили их к клеммам того же аккумулятора. Во сколько раз увеличилась мощность тепловых потерь в проводе?

Задача: Сопротивление обмотки электромотора $r = 4$ Ом. Мотор работает от аккумулятора, создающего на обмотке постоянное напряжение $U = 16$ В. В установившемся режиме при постоянной нагрузке ток в обмотке равен $I = 2,25$ А. Найти КПД двигателя, то есть отношение механической мощности мотора к мощности, потребляемой от аккумулятора. Всеми потерями, кроме выделения тепла в обмотке, пренебречь.

Задание 4:

Вопрос: Некоторые морские проливы соединяют моря с разным уровнем высоты поверхности и разной соленостью. В таких проливах могут наблюдаться два течения: вблизи поверхности вода течет из «первого» моря во «второе», а вблизи дна – наоборот. Объясните это явление.

Задача: В раствор соли опущены два шарика, соединенные невесомой упругой струной (которая может не только растягиваться, но и сжиматься). Из-за изменения концентрации раствора его плотность меняется с глубиной h по закону $\rho(h) = \rho_0 + \alpha h$, где ρ_0 – г/см³, константа $\alpha = 0,01$ г/см⁴. Объемы шариков равны $V_1 = 0,1$ см³, $V_2 = 0,2$ см³. Массы шариков $m_1 = 0,15$ г, $m_2 = 0,35$ г. Глубина погружения верхнего шарика в состоянии равновесия $h_1 = 2$ см. Определите длину струны.

Задание 1:

Вопрос: Скорость течения в реке 1,5 м/с. Моторная лодка проплывает участок реки между двумя изгибами дважды: в одну сторону – за 7 минут, в другую – за 9 минут. При этом лодка двигалась с постоянной скоростью относительно воды. Чему равна эта скорость?

Задача: От пункта А в направлении пункта В по прямой вылетает мотодельтаплан. Спустя время $\Delta t = 3$ мин ему навстречу из пункта В вылетает квадрокоптер. Через время $t = 9$ мин после вылета мотодельтаплана они пролетели друг над другом, а еще через время $t' = 2$ мин мотодельтаплан достиг В. Найти время движения квадрокоптера до пункта А. Ветер дует вдоль линии АВ.

Задание 2:

Вопрос: Зимой дороги и тротуары часто посыпают химическим реагентом (в качестве такого реагента можно было бы использовать поваренную соль, но на практике используют другие вещества). В чем состоит их действие? Ответ объясните с точки зрения физики.

Задача: В калориметр, содержащий $M = 2$ кг воды с температурой $t_0 = 15^\circ\text{C}$, бросают один за другим три кубика из сильно замороженного льда одинаковой массы (следующий кубик бросают после того, как установится равновесие, нарушенное предыдущим). Первый кубик растаял полностью, от второго осталась едва заметная льдинка, третий совсем не таял. Какой будет масса льда в калориметре после установления теплового равновесия? Теплоемкостью калориметра и теплообменом с окружающими телами пренебречь. Удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг·°C), удельная теплота плавления льда $\lambda \approx 334$ кДж/кг.

Задание 3:

Вопрос: К клеммам аккумулятора подключили длинный провод, сопротивление которого намного больше внутреннего сопротивления аккумулятора. Затем провод разрезали на две части, длины которых соотносились как 1:3, соединили эти части параллельно и подключили их к клеммам того же аккумулятора. Во сколько раз увеличилась мощность тепловых потерь в

Задача: Сопротивление обмотки электромотора $r = 2,5 \text{ Ом}$. Мотор работает от аккумулятора, создающего на обмотке постоянное напряжение $U = 10 \text{ В}$. В установившемся режиме при постоянной нагрузке ток в обмотке равен $I = 4 \text{ А}$. Найти КПД двигателя, то есть отношение механической мощности мотора к мощности, потребляемой от аккумулятора. Всеми потерями, кроме выделения тепла в обмотке, пренебречь.

Задание 4:

Вопрос: У многих веществ плотность при нагревании уменьшается. Для жидкой воды это так только при температуре больше 4°C , а между 0°C и 4°C плотность воды растет! Вообразим себе мир, в котором у жидкой воды плотность бы всегда убывала с ростом температуры. Объясните, как изменилась бы картина замерзания водоемов в местности с холодным климатом в таком мире (по сравнению с нашим миром).

Задача: В раствор соли опущены два шарика, связанные нитью. Из-за изменения концентрации раствора его плотность меняется с глубиной h по закону $\rho(h) = \rho_0 + \alpha h$, где $\rho_0 = 1,2 \text{ г/см}^3$, константа $\alpha = 0,01 \text{ г/см}^4$. Объемы шариков равны $V_1 = 0,1 \text{ см}^3$, $V_2 = 0,2 \text{ см}^3$. Массы шариков $m_1 = 0,15 \text{ г}$, $m_2 = 0,35 \text{ г}$. Глубина погружения верхнего шарика в состоянии равновесия $h_1 = 52 \text{ см}$. При этом нить натянута. Определите длину нити.

БИЛЕТ № 16 (КЕМЕРОВО)

Задание 1:

Вопрос: Скорость течения в прямолинейном канале шириной 32 м равна 2 м/с. Пловец плывет со скоростью 2 м/с, держа постоянное направление под углом 45° к берегу навстречу течению. На какое расстояние его «снесет» вдоль русла канала от исходной точки за время переправы?

Задача: Лодка движется с постоянной скоростью $v = 4 \text{ м/с}$ относительно воды. На этой лодке человек дважды пересекает прямолинейный участок реки: первый раз – держа курс строго перпендикулярно берегу за время $t_1 = 15 \text{ с}$, второй раз – возвращаясь по прямой в точку отплытия (из точки, в которую его снесло в ходе первой переправы). Найти время, затраченное гребцом на вторую переправу. Скорость течения в реке $u = 3 \text{ м/с}$.

Задание 2:

Вопрос: Вспомните легенду об Архимеде. Предположим, что исследуемая им корона весила 1,6 кг, а ее объем равнялся 90 см^3 . Считая для простоты, что плотность золота примерно равна 20 г/см^3 , а плотность серебра 10 г/см^3 , определите, сколько серебра содержится в короне.

Задача: Из 30 золотых и серебряных колечек собрали золотую и серебряную цепочки. Одна из них в растянутом состоянии имеет длину 105 мм, а ее масса 198 г. Длина и масса другой цепочки – 177 мм и 171 г. Известно, что все размеры колечек одинаковы, и что плотность использованного золота ровно в два раза больше плотности серебра. Найдите внешний диаметр одного колечка.

Задание 3:

Вопрос: У нас есть две алюминиевые проволоки. У первой длина в два раза больше, а площадь поперечного сечения в два раза меньше, чем у второй. Во сколько раз отличаются мощности тепловых потерь в этих проволоках, если они включены в электрическую цепь последовательно?

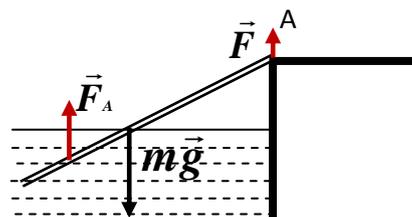
Задача:

Если генератор подключить к вольтметру с очень большим внутренним сопротивлением, то вольтметр покажет напряжение $U_0 = 240$ В. В рабочей цепи потери тепла в генераторе соответствуют внутреннему сопротивлению $r = 0,4$ Ом. От него необходимо протянуть к потребителю двухпроводную линию длиной $L = 100$ м. Какая масса алюминия пойдет на изготовление линии, если мощность потребителя $P = 4,4$ кВт, и он рассчитан на напряжение $U = 220$ В? Удельное сопротивление алюминия $\rho \approx 2,8 \cdot 10^{-8}$ Ом·м, его плотность $\tau \approx 2,7$ г/см³.

Задание 4:

Вопрос: Тяжелый однородный стержень подвешен на двух одинаковых легких нитях. Деформации нитей пренебрежимо малы, и в положении равновесия они вертикальны. Одна из нитей прикреплена к стержню в точке на расстоянии четверти длины стержня от левого конца. Другая – на расстоянии трети длины стержня от правого конца. Во сколько раз различаются силы натяжения нитей?

Задача: Правый конец однородной доски, наполовину погруженной в воду, опирается о шероховатый уступ А. Масса доски $m = 750$ г. Определите величину силы, с которой доска действует на уступ. Ускорение свободного падения $g \approx 10$ м/с².



БИЛЕТ № 17 (МОСКВА)

Задание 1:

Вопрос: Скорость течения в прямолинейном канале шириной 30 м равна 2,5 м/с. Пловец плывет со скоростью 2,5 м/с, держа постоянное направление под углом 60° к берегу по течению. На какое расстояние его «снесет» вдоль русла канала от исходной точки за время переправы?

Задача: Катер движется с постоянной скоростью $v = 8$ м/с относительно воды. Катер дважды пересекает прямолинейный участок реки: первый раз – держа курс строго перпендикулярно берегу, второй раз – возвращаясь по прямой в точку отплытия (из точки, в которую его снесло в ходе первой переправы). Вторая переправа прошла за время $t_2 = 1$ с. Найти время, затраченное на первую переправу. Скорость течения в реке $u = 2$ м/с.

Задание 2:

Вопрос: Вспомните легенду об Архимеде. Предположим, что исследуемая им корона весила 1,8 кг, а ее объем равнялся 105 см^3 . Считая для простоты, что плотность золота примерно равна 20 г/см^3 , а плотность серебра 10 г/см^3 , определите, сколько серебра содержится в короне.

Задача: Из 40 золотых и серебряных колечек собрали золотую и серебряную цепочки. Одна из них в растянутом состоянии имеет длину 520 мм, а ее масса 242 г. Длина и масса другой цепочки – 424 мм и 396 г. Известно, что все размеры колечек одинаковы, и что плотность использованного золота ровно в два раза больше плотности серебра. Найдите внешний диаметр одного колечка.

Задание 3:

Вопрос: У нас есть две медные проволоки. У первой длина в три раза больше, а площадь поперечного сечения в три раза меньше, чем у второй. Во сколько раз отличаются мощности

Если генератор подключить к вольтметру с очень большим внутренним сопротивлением, то вольтметр покажет напряжение $U_0 = 250$ В. В рабочей цепи потери тепла в генераторе соответствуют внутреннему сопротивлению $r = 0,4$ Ом. От него протянули к потребителю двухпроводную линию, на изготовление которой ушло $m = 2,6$ кг алюминия. Известно, что мощность потребителя $P = 5,6$ кВт, и он рассчитан на напряжение $U = 220$ В. Какова длина линии? Удельное сопротивление алюминия $\rho \approx 2,8 \cdot 10^{-8}$ Ом·м, его плотность $\tau \approx 2,7$ г/см³.

Решение: Ток через сопротивление нагрузки R равен $I = \frac{U_0}{R + R_X} = \frac{U}{R}$, где R_X – это сопротивление линии. Из этого соотношения находим, что $R_X = \frac{U_0 - U}{U} R$. Мощность, потребляемая нагрузкой, $P = \frac{U^2}{R}$, откуда $R = \frac{U^2}{P}$, и поэтому $R_X = \frac{U(U_0 - U)}{P}$. С другой стороны, $R_X = \frac{2L}{S}$, и площадь поперечного сечения провода $S = \frac{2}{R_X}$. Общая масса алюминия $m = \tau \cdot 2LS = \frac{4\rho\tau L^2 P}{U(U_0 - U)}$, поэтому $L = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{m[U(U_0 - U) P r]}{\rho}} \approx 50$ м.

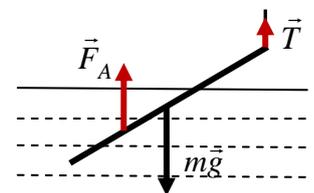
Ответ: $L = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{m[U(U_0 - U) P r]}{\rho}} \approx 50$ м.

Задание 4:

Вопрос: Тяжелый однородный стержень подвешен на двух одинаковых легких нитях. Деформации нитей пренебрежимо малы, и в положении равновесия они вертикальны. Одна из нитей прикреплена к стержню в точке на расстоянии четверти длины стержня от левого конца. Другая – на расстоянии одной шестой части длины стержня от правого конца. Во сколько раз различаются силы натяжения нитей?

Ответ: Легко заметить, что плечо силы натяжения «левой» нити относительно центра масс стержня (расположенного посередине) равно четверти его длины, а плечо «правой» нити равно третьей части его длины. По правилу рычага отношение сил равно обратному отношению плеч, поэтому сила натяжения у «левой» нити в $4/3$ раза больше, чем у «правой».

Задача: Однородная доска подвешена на легкой упругой нити за правый конец над поверхностью воды. В состоянии равновесия доска погружена в воду на две трети своей длины, а сила натяжения нити $T = 2,3$ Н. Определите массу доски. Ускорение свободного падения $g \approx 10$ м/с².



Решение: Изобразим на рисунке силы, действующие на доску: силу тяжести $m\vec{g}$, силу Архимеда \vec{F}_A и силу натяжения нити \vec{T} . Поскольку сила тяжести и сила Архимеда направлены вертикально, то и сила \vec{T} направлена вертикально (вверх), причем $m\vec{g} = \vec{F}_A$. Сила тяжести приложена к середине доски, а сила Архимеда – к середине погруженной части, то есть к точке, находящейся на расстоянии двух третей длины доски от точки подвеса.

Правило моментов относительно этой точки дает, что $F_A \cdot \frac{2}{3}L - mg \cdot \frac{1}{2}L = 0 \Rightarrow F_A = \frac{3}{4}mg$. С

учетом этого $mg = 4T \Rightarrow m = \frac{4T}{g} \approx 920$ г.

Ответ: $m = \frac{4T}{g} \approx 920$ г.

Примечание: можно решить задачу короче, если записать правило моментов относительно точки приложения силы Архимеда (хотя вывод о вертикальности \vec{T} все равно нужно сделать из условия баланса сил): $T \cdot \frac{2}{3}L = mg \cdot \frac{1}{6}L \Rightarrow mg = 4T$. Такой метод решения тоже является правильным.