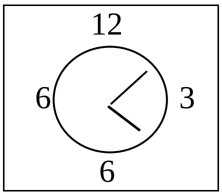
Заочный этап всесибирской олимпиады 2010 – 2011

Ответы, решения и критерии оценок

9 класс

<u>Указание для интернет-тура.</u> Все ответы представляются в виде чисел в заданных в условии задачи единицах (только число!). Если единицы не оговорены, то выразите ответ в системе СИ без указания размерности (только число!). Если в задаче несколько вопросов, ответы располагайте в порядке перечисления вопросов в тексте, разделяя ответы точкой с запятой (;).



1. Длина минутной стрелки часов (от оси вращения до конца) в полтора раза больше чем у часовой. Во сколько раз скорость конца минутной стрелки больше скорости конца часовой?

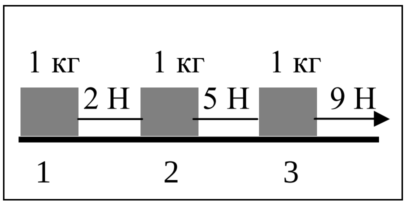
<18>

Решение

За час часовая стрелка поворачивается на 1/12 полного оборота, а минутная делает полный оборот. Поэтому длины путей за это время 1/12 своей окружности для конца часовой стрелки и вся окружность полуторного радиуса для конца минутной. Поскольку отношение длин окружностей равно отношению радиусов, путь за час для минутной стрелки больше в 18 = 12х1,5 раз. Отношение же путей, пройденных за равное время, равно отношению скоростей, то есть $v_{мин}/v_{час} = 18$. Можно воспользоваться формулой для длины окружности и получить ответ из выражения скоростей $v_{час} = 2\pi R_{час}/12t$; $v_{мин} = 2\pi R_{мин}/12t$, где t это час. Или рассмотреть угловые скорости и получить из них отношение скоростей.

Разбалловка

1.	Сравнение углов поворота стрелок за одинаковое время	3
2.	Пропорциональность длин окружностей (дуг с одинаковым углом) радиусу	2
3.	Нахождение отношения скоростей и получение ответа	5



2. Три бруска равных масс m = 1 кг связаны нитями. Их тянут с постоянной скоростью по горизонтальному полу. При этом натяжения нитей T_1 = 2 Н, T_2 = 5 Н, T_3 = 9 Н. Найдите силы трения, действующие на каждый из брусков. (Ответы привести в порядке нумерации брусков на рисунке.)

<2; 3; 4>

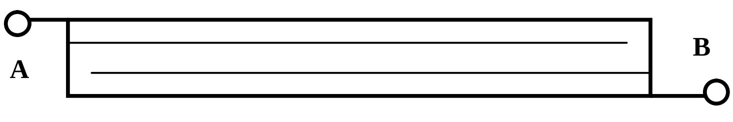
Решение

При движении с постоянной скоростью сумма сил, приложенных к каждому бруску равна нулю. Из рассмотрения горизонтальных сил отсюда находим искомые силы трения $F_1 = T_1$ = 2Н; $F_2 = T_2 - T_1$ = 3Н; $F_3 = T_3 - T_2$.= 4Н.

Разбалловка

1.	Указание на то,что сумма сил равна нулю	4
2.	Нахождение сил трения	6

3. К диагональным концам длинной ленты из фольги подключили выводы А и В. Во сколько раз изменится сопротивление между ними, если ленту разрезать вдоль на три полоски равной ширины? (См. рис., разрезы не доходят до концов примерно на ширину полоски.)



<9>

Решение

Поскольку лента фольги длинная, то особенности у концов ленты не не существенны, и сопротивление разрезанной ленты можно рассматривать как сопротивление трёх последовательно соединённых полосок (ток не разветвляется, а напряжения складываются). В исходном же состоянии целую ленту можно рассматривать как паралельное соединение этих полосок (токи полосок складываются, а напряжение между их концами одинаково). Если сопротивление одной полоски обозначить r_o, то у трёх последовательно соединёных полосок сопротивление $R = 3r_o$, а у трёх параллельно соединённых $r = r_o/3$ $(1/r = 3x1/r_o)$. Тогда $R = 9r$ и $R/r = 9$. В том же приближении можно разрезанную ленту заменить лентой тройной длины с сечением 1/3 исходной ленты и из выражений для сопротивления через удельное сопротивление $r = \rho L/S$ и $R = \rho L`/S`$ где $L` = 3L$; $S` = S/3$ прийти к тому же ответу.

Разбалловка

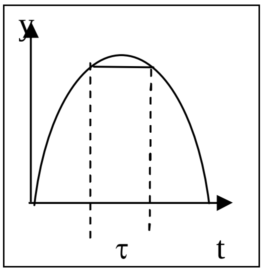
1. Указание на несущественность особенностей у концов ленты 2
2. Модель последовательного и параллельного соединения или использование формулы для сопротивления через длину и сечение 4
3. Правильные рассчёты и получение ответа 4

4. Для создания невесомости используют полёт самолёта по специальной траектории. Найдите наименьший перепад высоты полёта в километрах, при котором состояние невесомости длится 40 с. Принять ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2.

<2>

Решение

Условия невесомости возникают при движении по горизонтали с постоянной скоростью и при вертикальном ускорении, равном ускорению свободного падения g. При равноускоренном движении по вертикали зависимость высоты полёта от времени:

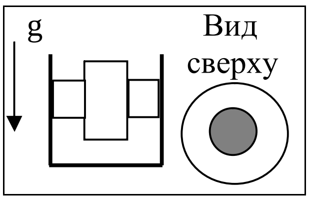


$y = v_ot - gt^2/2$, где v_o начальная скорость по вертикали.

График этой зависимости (парабола) приведён на рисунке. Так как парабола наиболее полого идёт около своей вершины, то наименьший перепад высот за заданное время $\tau = 40$ с будет при полёте в течении времени $\tau/2$ до верхней точки траектории и $\tau/2$ после. Тогда $h = g(\tau/2)^2/2 = 2$ км.

Разбалловка

1. Условие возникновения невесомости 2
2. Вывод о наименьшем перепаде высот при «симметричном» пролёте вершины 4
3. Нахождение наименьшего перепада высот 4



5. Вертикальный цилиндр герметически закрыт круговой шайбой, в отверстие которой вставлена цилиндрическая пробка из того же материала. Выше этого составного поршня воздух, ниже жидкость. Во сколько раз плотность жидкости больше плотности материала поршня, если трения нет, а пробка одинаково выступает из шайбы снизу и сверху?

<2>

Решение

Рассмотрим равновесие шайбы по вертикали. Сверху вниз действуют сила атмосферного давления P_oS и сила тяжести $mg = \rho ghS$. Здесь P_o атмосферное давление, S площадь шайбы, m её масса, ρ плотность, а H высота. Если давление жидкости на шайбу P_1, то сила давления P_1S направлена вверх и уравновешивает сумму сил, направленных вниз. То есть $P_1S = P_oS + \rho gHS$. После сокращения на S имеем $P_1 = P_o + \rho gH$.

Рассматривая равновесие пробки точно так же выразим давление жидкости на нижний торец пробки: $P_2 = P_o + \rho g(H + 2h)$, где h расстояние, на которое пробка выступает из шайбы сверху и снизу – (H + 2h) это высота пробки.

Известно, что давление в жидкости при погружении на глубину h увеличивается на $\rho_o gh$, где ρ_o плотность жидкости. Поэтому $P_2 – P_1 = \rho_o gh$, а из полученных ранее выражений $P_2 – P_1 = 2\rho gh$. Отсюда окончательный ответ $\rho_o/\rho = 2$.

Разбалловка

1.	Рассмотрение равновесия шайбы	3
2.	Рассмотрение равновесия пробки	3
3.	Изменение давления с глубиной погружения	2
4.	Нахождение отношения плотностей	2

6. В закрытом сосуде с нагревательным элементом температура воды повышается от 80^oC до 81^oC за 6 секунд. При двойной массе воды и удвоеннной мощности нагревательного элемента температура повышается от 80^oC до 81^oC за 5 секунд. За какое время (в секундах) температура понизится от 81^oC до 80^oC при двойном количестве воды, если нагревательный элемент отключить? Теплоёмкостью самого сосуда пренебречь.
<30>

Решение

Предполагаем, что в указанном интервале температур ежесекундный отток тепла q одинаков – во всех случаях «охлаждение» происходит с поверхности сосуда. Тогда тепловой баланс даёт следующие соотношения: $C\Delta T = (N – q)t_1$; $2C\Delta T = (2N – q)t_2$; $2C\Delta T = qt_3$. Здесь C теплоёмкость одинарной порции воды, а у двойной она тогда 2C, $t_1 = 6$ с, $t_2 = 5$ с, $\Delta T = 1^oC$. Из этих соотношений можно исключить $C\Delta T$, N и q и найти $t_3 = 30$ секунд.

Разбалловка

1.	Указание на наличие оттока тепла и одинаковость скорости оттока	3
2.	Уравнения теплового баланса в трёх случаях	3
3.	Нахождение времени охлаждение и получение числа	4

10 класс

Указание. Все ответы представляются в виде чисел в заданных в условии задачи единицах (только число!). Если единицы не оговорены, то выразите ответ в системе СИ без указания размерности (только число!). Если в задаче несколько вопросов, ответы располагайте в порядке перечисления вопросов в тексте, разделяя ответы точкой с запятой (;).

1. Частички сажи почти полностью поглощают попавший на них свет. При некоторой их концентрации в воздухе на расстоянии 100 м поглощается 30% падающего света. Сколько процентов света поглотится на таком же расстоянии в воздухе при удвоенной концентрации частичек сажи?
<51>

Решение

Через половинный слой, в котором прежнее число частичек, пройдёт 0,7 = 1 – 0,3 падающего света. Через второй половинный слой 0,7 от 0,7, то есть 0,49. А тогда поглощена будет доля 1 – 0,49 = 0,51, то есть 51%.

Разбалловка

1.	Указание, что половинный слой воздуха при двойной концентрации поглощает свет, так же как весь исходный слой	3
2.	Вывод, что одинаковые слои пропускают одну и ту же долю света	3
3.	Рассчёт поглощённой доли	4

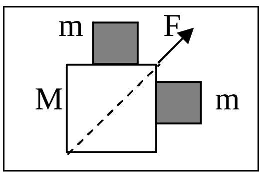
2. Максимальное расстояние, на которое солдат бросает гранату, равно 40 м. Через какое время она вернётся назад, если гранату с той же скоростью бросить вертикально вверх. Принять ускорение свободного падения g = 10 м/с^2.
<4>

Решение

Наибольшая дальность полёта при броске под углом 45^o. Тогда $L = 2v_xv_y/g = v^2/g$ и начальная скорость $v = \sqrt{gL}$. Время же вертикального полёта $t = 2v/g$ = 4 с.

Разбалловка

1.	Указание угла броска для наибольшей дальности	2
2.	Нахождение начальной скорости по дальности	5
3.	Нахождение времени вертикального полёта	3



3. На горизонтальной поверхности находятся соприкасающиеся кубики, большой, массы M = 4 кг и два с массами m = 0,5 кг, симметрично расположенные. Большой стали тянуть с горизонтальной силой F = 9 Н, направленной, как показано на рис. (вид сверху). Найдите ускорение большого кубика. Трения нет.
<2>

Решение

Из симметрии системы ускорение малых кубиков a одинаковы и направлены перпендикулярно граням (трения нет!). Тогда из условия соприкосновения ускорение большого кубика $A = \sqrt{2}\,a$, причём a это проекция A на направления по перпендикулярам к граням. Применим 2-й закон Ньютона к движению кубиков вдоль одной из осей:

$ma = N$; $Ma = F/\sqrt{2} - N$. Откуда $A = F/(M + m)$ = 2 м/с^2.

Разбалловка

1.	Учёт симметрии, вывод направлении ускорения малых кубиков	2
2.	Связь ускорений из условия соприкосновения	2
3.	Применение 2-го закона Ньютона в проекции	4
4.	Нахождение искомого ускорения	2

4. Тарелка глубиной h = 5 см стоит на столе, на дне её горошина. Тарелке толчком сообщают некоторую скорость. При каком её наименьшем значении горошина может выскочить наружу? Считать скорость тарелки после толчка неизменной, а ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2. Ответ дать в м/с.

<1>

Решение

В системе отсчёта «Тарелка» начальная скорость горошины это искомая скорость v. Наименьшее её значение отвечает случаю, когда горошина достигла края тарелки с нулевой скоростью. Из сохранения энергии $mv^2/2 = mgh$, то есть $v^2 = 2gh$, а $v = \sqrt{2gh} = 1$ м/с.

Разбалловка

1. Переход в систему отсчёта «Тарелка» 3
2. Условие для наименьшего значения скорости 2
3. Применение закона сохранения энергии и нахождение искомой скорости 5

5. После упругого столкновения тележек, движущихся навстречу друг другу с равными скоростями, одна из них остановилась. Во сколько раз её масса больше массы другой тележки?

<3 >

Решение

Применим законы сохранения импульса и энергии к столкновению тележек:

$$(M - m)v = mu; \ (M + m)v^2/2 = mu^2/2.$$

Здесь M,m массы тележек, а v и u скорости до и после столкновения.

Исключая скорости, получим соотношение для масс $(M - m)^2 = (M + m)m$. Откуда находим $M = 3m$, а искомое отношение $M/m = 3$.

Разбалловка

1. Применение законов сохранения импульса и энергии 6
2. Исключение скоростей 3
3. Нахождение отношения масс 1

6. В герметически закрытом стеклянном пузырьке над жидкостью имеется воздух при атмосферном давлении $P_A = 10^5$ Па. Из пузырька через тонкую иглу начинают медленно набирать в шприц жидкость. Начальная минимальная сила, при которой поршень шприца начинает сдвигаться, $F_o = 3$ Н. По мере смещения поршня требующаяся для его движения сила нарастает. Если теперь, набрав жидкость, поршень отпустить, то он начинает двигаться в обратную сторону, пока в шприце не останется объем жидкости V = 2 мл. Каков исходный объём V_o воздуха в миллитрах был в пузырьке? Сечение поршня S = 1,5 см^2. Влиянием тяжести пренебречь, температуру считать неизменной.

<8>

Решение

F_o равно силе трения! Поршень остановится при обратном движении, когда $(P_A - P)S = F_o$, где P конечное давление воздуха в пузырьке. Из уравнения состояни при неизменности температуры имеем: $P_AV_o = P(V + V_o)$. Откуда $V_o = V(P_AS - F_o)/F_o = 8$ мл.>

Разбалловка

1. Указание, что F_o равно силе трения между поршнем и корпусом шприца 2
2. Условие равновесия сил после остановки 3
3. Применение уравнения состояния газа при неизменности температурв 3
4. Нахождение искомого объёма 2

11 класс

Указание. Все ответы представляются в виде чисел в заданных в условии задачи единицах (только число!). Если единицы не оговорены, то выразите ответ в системе СИ без указания размерности (только число!). Если в задаче несколько вопросов, ответы располагайте в порядке перечисления вопросов в тексте, разделяя ответы точкой с запятой (;).

1. Большой герметически закрытый бак наполнен водой до высоты h = 16 м. Открыв кран в дне бака, в кружку набирают поллитра воды. Сколько выделится при этом тепла Q (в джоулях), если атмосферное давление $P_A = 10^5$ Па? Принять ускорение свободного падения $g = 10 м/с^2$. Давлением над водой в баке пренебречь.
<30>

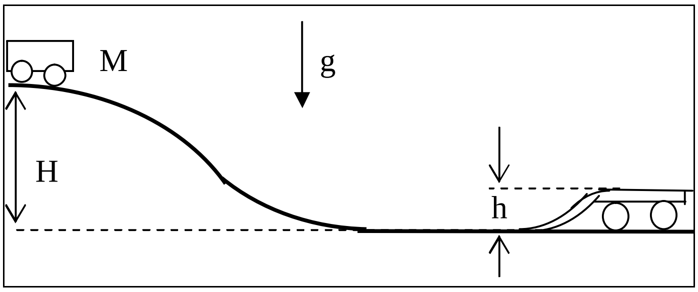
Решение

Уменьшение потенциальной энергии воды идёт на выделение тепла и работу против силы атмосферного давления.
Тогда из энергетического баланса имеем $Q = (\rho gh - P_A)V = 30$ Дж.

Разбалловка

1.	Идея энергетического баланса	2
2.	Выражения для изменения потенциальной энергии	3
3.	Выражение для работы против силы атмосферного давления	3
4.	Нахождение тепла	2

2. Перед горкой покоится платформа высоты h = 1,2 м и массы m = 100 кг с опущенным бортом для плавного въезда на нее (см. рис.). Определите минимальную высоту H горки, при которой тележка массы M = 400 кг, осторожно отпущенная с вершины горки, по инерции может въехать на платформу. Трением пренебречь.



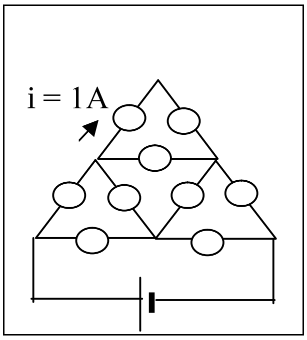
<6>

Решение

Критическая высота находится из условия равенства конечных скоростей платформы и тележки.
Из сохранения импульса и энергии имеем $Mv = (M + m)u$; $Mv^2/2 = (M + m)u^2/2 + Mgh$; откуда $v^2 = 2gH$; $H = (1 + M/m)h = 6$ м.

Разбалловка

1.	Указание на равенство конечных скоростей	2
2.	Сохранение импульса	2
3.	Сохранение энергии	3
4.	Нахождение искомой высоты	2



3. Девять амперметров с одинаковыми внутренними сопротивлениями подсоединены к источнику напряжения по указанной на рисунке схеме (амперметры обозначены кружками). Ток через левый верхний амперметр i = 1А. Найдите ток I через источник напряжения.

<9>

Решение

Поскольку самый верхний правый амперметр последовательно соединён с амперметром с током i, то и в нём ток i. Напряжение на амперметре в горизонтальной перемычке равно сумме напряжений на самых верхних амперметрах (параллельное соединение). Тогда при напряжении 2ir ток в нём I_1 = 2i (ведь сопротивления всех амперметров r одинаково). Из симметрии схемы токи в амперметрах в наклонных участках, соединённых с серединой основания, равны. Тогда, так как сумма напряжений на них равна напряжению 2ir на горизонтальной перемычке, токи в них снова равны i. Ток в нижнем левом амперметре наклонной стороны равен суммме трёх выходящих токов $I_2 = i + I_1 + i = 4i$. Наконец, ток в левом амперметре основания находится по суммарному напряжению соединённых с ним амперметров $I_3 = 5i$. Ток через источник $I = I_2 + I_3 = 9i = 9$ А. Возможно решение с эквивалентной схемой, когда середину основание отделяют, а амперметры над ним оставляют соединёнными.

Разбалловка

1.	Идея, что при отсутствии разветвления ток один и тот же	1
2.	Идея, что напряжение не зависит от пути	2
3.	Идея, что сумма входящих в узел токов равна сумме выходящих	1
4.	Последовательный расчёт токов в амперметрах	4
5.	Нахождение тока через источник	2

Примечание: при правильном решении с эквивалентной схемой, но без обоснования законности преобразования, максимальный суммарный балл 7 (3 полное балла за обоснование).

4. В баке с небольшим открытым отверстием при температуре $T_o = 280$ К находится масса воздуха $m_o = 1{,}5$ кг. Найдите массу воздуха m (в граммах), которая выйдет из бака при нагреве бака вместе с воздухом до температуры T = 300 К. Считайте, что атмосферное давление не изменилось.

<100>

Решение

Из уравнения состояния идеального газа имеем $PV = ((m_o - m)/\mu)RT = (m_o/\mu)RT_o$, откуда $(m_o - m)T = m_oT_o$ и $m = m_o(T - T_o)/T = 100$ г.

Разбалловка

1.	Использование уравнения состояния	6
2.	Вывод отсюда соотношения масс	4
3.	Нахождение искомой массы (формула, чмсло)	2

5. Два маленьких заряженных медных шарика одинакового радиуса соединили слабо проводящей нитью. Сначала сила натяжения нити была $T_o = 0{,}009$ Н, затем она увеличивалась, пока не установилось значение $T_k = 0{,}025$ Н. Во сколько раз начальный заряд одного шарика больше чем у другого?

<9>

Решение

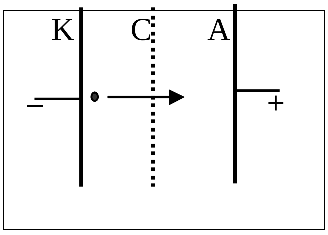
Сила натяжения нити равна силе кулоновского отталкивания. Если заряды шариков Q и q, то $T_o = kqQ/R^2$, где R расстояние между ними.

В конечном состоянии потенциалы шариков выравниваются и у них будут одинаковые заряды. В пренебрежении зарядом нити и из сохранения суммарного заряда конечный заряд каждого шарика (Q + q)/2.

Тогда $T = k(Q + q)^2/4R^2$ и $(Q + q)^2/4Qq = T_k/ T_o = 25/9$. Откуда Q/q = 9>

Разбалловка

1. Указание на равенство натяжения нити силе кулоновского отталкивания 2
2. Вывод о равенстве зарядов в конце и выражение для конечного заряда 2
3. Использование закона Кулона (выражения для сил) 4
4. Получение уравнения для зарядов и нахождение их отношения 2



6. В вакуумном триоде проводящая сетка C расположена посередине между плоскими анодом A и катодом K. Зазор между электродами мал в сравнении с их поперечными размерами, а электроны покидают катод с пренебрежимо малой скоростью. При незаряженной сетке электрон пролетает от катода до анода за время t = 8 нс. Каким будет это время (в наносекундах), если сетку соединить проводом с анодом? Напряжение между анодом и катодом остаётся прежним.

<6>

Решение

Малость зазоров означает, что электрическое поле можно считать однородным, а движение электрона равноускоренным с некоторым ускорением *a*. Влиянием незаряженной сетки (проявляется на коротком участке при пролёте) пренебрегаем. При подключении сетки к аноду их потенциалы равны и поле между ними нулевое, то есть электроны летят между ними с постоянной скоростью, преобретённой ими от катода до сетки. Поле же в зазоре от катода до сетки становится вдвое больше (то же напряжение на вдвое меньшем расстоянии). Соответственно ускорение здесь A = 2*a*. Итак, в первом случае электрон движется с ускорением *a* на всём пути 2L (L – расстояние от катода до сетки и от сетки до анода). Тогда $at^2/2 = 2L$. Во втором случае время пролёта складывается из t_1, времени пролёта половины пути с ускорением A, и времени пролёта второй половины пути $t_2 = L/v$, где $v = At_1$ скорость набранная на первой половине. Поскольку $At_1^2/2 = L$, а $A = 2a$, то $t_1 = t/2$. После чего находим $t_2 = t/4$, а общее время $t_1 + t_2 = 3t/4 = 6$ нс.

Разбалловка

1. Установление картины поля между электродами и сеткой 2
2. Установление картины движения и связь ускорений 2
3. Связь перемещений и времени пролёта во всех случаях 4
4. Нахождение искомого времени 2

Примечание: возможно решение через скорости (конечная скорость при том же напряжении одинакова, а времена пролёта находятся через средние скорости).

За правильное решение каждой задачи дается 10 баллов. Примерное распределение баллов для приведенных ниже вариантов решений дано в тексте. Окончательная сумма баллов, выставляемая за задачу, может также зависеть от степени оригинальности решения, подробности описания решения, аккуратности оформления и др.

Задачи заочного тура олимпиады по физике для 7-го класса
10 ноября, 2010 г.-31 января 2011 г.

Возможные решения

1) В стародавние времена три улитки поспорили, кто из них быстрее ползает. Первая сказала, что она всего за 10 секунд проползает целый вершок, вторая сказала, что она тратит на 1 фут всего минуту, а третья вспомнила, что когда-то в молодости проползла полторы сажени за 12 минут. У какой из улиток была самая большая скорость?

Решение: Приведенные в условии единицы длины при переводе в метрическую систему дают (примерно) - 1 вершок = 4.45 см, фут = 30.5 см, 1 сажень= 213 см. (+3 балла)
Таким образом, средние скорости улиток, вычисляемые как расстояние, деленное на время, составили: для первой – 0.45 см/сек, второй – 0.51 см/сек, третьей – 0.44 см/сек, (за каждую правильно вычисленную скорость +2 балла) т.е. вторая улитка – самая быстрая. (правильный ответ- +1 балл)

2) Летним днем высокогорный ледник тает, и образовавшаяся вода стекает ручьем вниз по ущелью. Площадь ледника равна 1 км^2, а толщина льда уменьшается из-за таяния на 1 мм/час. Какова характерная скорость воды в ручье в месте, где его ширина равна 2 м, а средняя глубина – 25 см? Плотность льда считать равной 900 кг/м^3, воды - 1000 кг/м^3.

Решение: За один час объем растаявшего льда составляет 10^3x10^3x10^{-3}= 10^3 м^3 (+1 балл) а масса – m=9x10^5 кг (+1 балл). Масса воды, протекшей по руслу с площадью сечения S=2x0.25=0.5 м^2 за t=1 час, такая же (+2 балла), а объем воды составит V=900 м^3 (+1 балл). Таким образом, характерная скорость воды равна (t=1 ч): u = (V/S)/t = 1.8 км/ч = 0.5 м/с. (5 баллов)

3) На разных чашках рычажных весов стоят два одинаковых кувшина с одинаковым количеством воды. Школьник положил в левый кувшин камень, и левая чашка весов опустилась вниз. Затем школьник снова уравновесил весы. Для этого он долил в правый кувшин 100 мл воды и поставил на одну из чашек гирю с массой 200 г. После уравнивания весов уровни воды в обоих кувшинах опять сравнялись. Чему равняется плотность камня, который положили в левый кувшин? Считать, что вода из кувшинов не выливалась.

Решение: Сначала заметим, что масса долитой воды меньше, чем масса добавленной гири, поэтому гиря была поставлена на правую чашу весов (+2). Значит, масса камня составила 300 г (+2), а объем вытесненной жидкости 100 мл (+2). Следовательно, плотность камня равняется 3 г/см^3= 3x10^3 кг/м^3 (+4). При решении считалось, что камень был полностью погружен в воду, поэтому приведенное значение является максимально возможной плотностью камня для условий данной задачи.

4) Моторная лодка отправилась из деревни А в деревню Б вверх по течению. На середине пути мотор лодки сломался, и его удалось запустить только тогда, когда лодку снесло течением обратно до Б. Из-за поломки средняя скорость поездки из А в Б в этот раз уменьшилась вдвое по сравнению с обычным значением. Во сколько раз скорость лодки относительно воды больше скорости течения реки? Считать, что скорость течения везде одинакова.

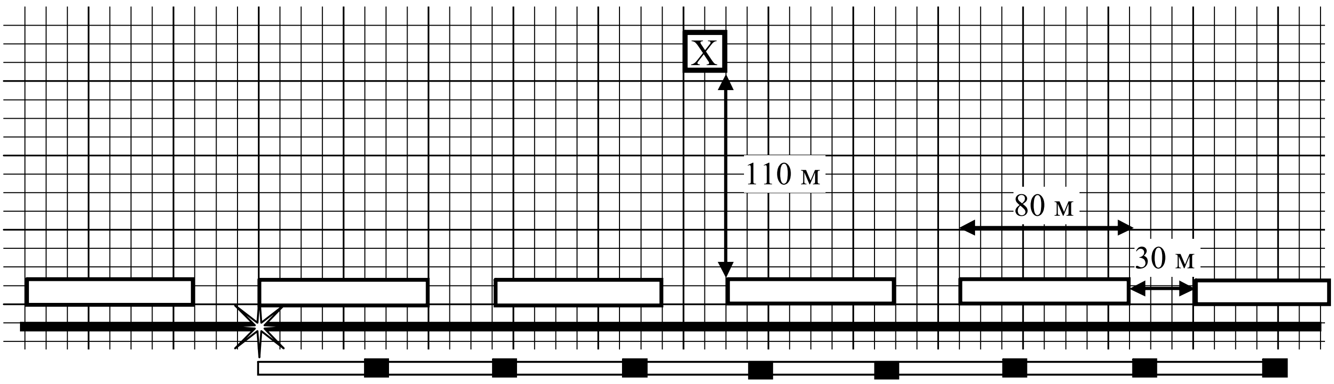
Решение: Условие того, что средняя скорость поездки из А в Б уменьшилась вдвое означает, что полное время движения увеличилось в 2 раза (+1) и стало равным 2t (+1). Из этого количества на часть пути от А в Б с починенным мотором ушло время t (+1), а на первую часть пути до середины пути ушло t/2 (+2). Значит, течением реки лодку сносило также в течение t/2 (+2). Отсюда следует, что скорость лодки относительно берега при движении вверх по течению равна скорости течения реки, т.е. скорость движения лодки относительно воды больше скорости течения реки в два раза (+3 балла).

5) Водитель «Волги» ехал со скоростью 50 км/ч, и мимо него проехала иномарка со скоростью 150 км/час относительно “Волги”. Через 6 секунд вслед за иномаркой мимо «Волги» проскочил джип со скоростью 200 км/час относительно «Волги». Вскоре после этого водитель откуда-то сзади услышал звук столкновения встреченных им машин. На каком расстоянии от ДТП находилась в этот момент “Волга”, если скорости всех автомобилей сохранялись неизменными? Считать, что скорость звука много больше скорости автомобилей.

Решение: Обозначим скорость «Волги» относительно дороги как $V1=50$ км/ч, скорость иномарки $V2=100$ км/ч (+1 балл), а скорость джипа $V3=150$ км/ч (+1 балл). Пусть столкновение произошло через время t1 после встречи «Волги» и джипа. Тогда искомое расстояние X можно было бы выразить как $X=(V1+V3)t1$ (+2 балла). На том же самом расстоянии находится в этот же момент столкновения и иномарка, поэтому также верно равенство $X=(V1+V2)(t1+t2)$, где $t2=6$ сек$=1/600$ ч (+3 балла). Подставив время $t1=X/(V1+V3)$ во второе уравнение, получим $X=t2(V1+V2)(V1+V3)/(V3-V2)=1$ км. (+3 балла)

Можно предложить и более компактные решения, например, с использованием схематического рисунка.

6) Вдоль прямой неширокой дороги стоят одинаковые дома, как показано на схеме. Длина каждого дома 80 м, а расстояние между домами – 30 м. По дороге со скоростью 72 км/ч едет патрульная машина с сигнальным маячком. Маячок 2.5 секунды светится красным светом, затем в течение 0.5 сек – синим, потом опять 2.5 сек красным и т.д. Положение машины в момент очередного включения красного света указано на схеме. Сколько раз после этого можно будет увидеть синий маячок из домика, обозначенного знаком X в стороне от дороги? Поясните решение. Клетки на схеме соответствуют квадратам 10x10м^2.



Решение: За 2.5 сек, пока включен красный маячок, машина проезжает 50 м, что в масштабе схемы соответствует 5 клеткам. Промежуток пути, на котором горит синий маячок, соответствует 1 клетке. Изображая на схеме эти промежутки, получаем, что синий маячок не будет виден из дома X ни разу. (На схеме для удобства построения положения машины отмечены не на дороге, а рядом) .

Правильное определение положений машины, соответствующих тому или иному цвету маячка - +5 баллов. Построение или вычисление, позволяющие дать ответ на вопрос задачи - + 5 баллов.

7) Определите толщину бумаги, используя в качестве измерительного инструмента только школьную линейку. Кратко опишите способ измерений. Сравните толщины бумаги разного сорта. Получаются ли одни и те же результаты при проведении измерений с одной и той же бумагой? Если нет, то почему?

Решение: Основная идея решения задачи – использование большого количества листов бумаги, сложенных вместе (+3 балла). Точность измерений будет тем выше, чем больше толщина стопки (+2 балла). Удобно использовать такую бумагу, где листы уже пронумерованы, например, толстую книгу. Толщина сжатой пальцами стопки страниц «Толкового словаря русского языка» (Ожегов С.И. и Шведова Н.Ю. 2-е изд, -М.: АЗЪ, 1995. – 928 с.) от 3-ей до 803-ей страницы, т.е. всего 400 листов, составила 32 мм, т.е. толщина одного листа составила 0.08 мм=80 микрон. В случае «Физической энциклопедии» (5 том, изд. 1998г.) средняя толщина листа 83 микрона, «Советского энциклопедического словаря» (3-е изд., 1984 г) - 60 микрон, что в данном случае объясняется более высоким качеством бумаги. (Получение численных значений +2 балла)

Если стопка бумаги толще 20 мм, то точность измерений во многом определяется тем, насколько плотно сжаты листы бумаги, если меньше 5, то – ценой деления линейки. (Обсуждение факторов, влияющих на точность измерений +3 балла)

Задачи заочного тура олимпиады по физике для 8-го класса

Возможные решения

1) В стародавние времена встретились три голубя, из Франции, России и Англии, и поспорили: кто из них быстрее летает? Французский голубь похвалился, что он пролетает два лье почти ровно за 10 минут. На это голубь из России возразил, что за это время уж точно 8 с четвертью верст сделает, а английский сказал, что его максимальная скорость только чуть-чуть не дотягивает до 29 морских миль в час. Можно ли по этим данным определить, у кого из них скорость была наибольшей?

Решение: Приведенные в условии единицы длины при переводе в метрическую систему дают (примерно) - 1 лье (сухопутный) = 4.5 км, 1 верста = 1.067 км, 1 морская миля=1.85 км. Считаем, что вся информация правдивая. Тогда скорость голубя из Франции составляет почти ровно, (т.е. скорее всего, чуть меньше) чем 54 км/ч, из России – как минимум 53 км/ч, а из Англии – «чуть-чуть не дотягивает» до 53.7 км/ч. Рассчитать величину погрешности оценок голубей по приведенным данным нельзя, но можно ее грубо оценить, используя детали разговора. Например, фразу «8 с четвертью верст» можно понимать так, что если бы было хотя бы еще на четверть версты больше, то голубь сказал бы «8 с половиной верст», т.е. голубь оценивает свою скорость от 53 км/ч до 54.4 км/ч. Фразу «чуть-чуть не дотягивает до 29 морских миль» можно понимать так, что истинное расстояние ближе к 29 милям, чем к 28. Если погрешность в определении расстояния составляет около 0.5 мили, то ошибка в скорости составит примерно 1 км/ч.

Таким образом, приведенной информации недостаточно для выбора самого быстрого голубя, поскольку разница в расчетных значениях скорости голубей меньше предполагаемых ошибок.

(Правильный пересчет расстояний в метрическую систему мер +3 балла, расчет скоростей +3 балла, оценка погрешностей +3 балла, правильный вывод +1 балл)

2) На одной и той же реке находятся деревни А, В и С, считая вниз по течению. В деревне В река расширяется и скорость реки уменьшается вдвое. По этой причине, если лодка на максимальной скорости плывет из С в В 1 час, то поездка из В в А на той же лодке требует минимум 2 часа. На сколько быстро можно доплыть на той же самой лодке из А в С? Деревни находятся на одинаковых расстояниях друг от друга, если считать вдоль реки.

Решение: обозначим скорость реки от B до C как V1, скорость лодки относительно воды V2, расстояние от A до B (или от B до C) как L. Тогда искомое время t=L/(V1+V2)+L/(2V1+V2).

Из условия задачи нам известно, что L/(V2-V1)=t1=1 ч, L/(V2-2*V1)=t2=2 ч. Отсюда мы найдем, что V2=3*V1 и что L/V1=t2. Следовательно, t=0.25*L/V1+0.2*L/V1=0.9 ч.

(Запись уравнений на основе данных задачи для различных участков +4 балла, запись уравнения для искомого времени (+3) балла, решение +2 балла, ответ +1 балл)

3) Школьники побывали на олимпиаде в г. Новосибирске и возвращались домой в г. Барнаул на автобусе. Водитель поддерживал скорость 70 км/ч до тех пор, пока не пошел сильный дождь. Из-за дождя скорость автобуса снизилась до 50 км/ч. Когда дождь кончился, автобус поехал с прежней скоростью. Когда до Барнаула оставалось 40 км, водитель увеличил скорость до 80 км/ч и прибыл в Барнаул в точно запланированное время. Сколько времени шел дождь? Чему равна средняя скорость автобуса? Считайте, что автобус в пути не останавливался.

Решение: Из условия задачи следует, что автобус прибыл точно по расписанию, т.е. весь путь занял то же самое время, что водитель планировал затратить, двигаясь со скоростью 70 км/ч (+1). Значит, средняя скорость равна этому значению (+1). Если дождь шел время t, то водитель отстал от прежнего графика на расстояние ΔVt, где ΔV=70-50=20 км/ч – это величина изменения скорости движения во время дождя (+2). Это расстояние ему надо было наверстать на участке более быстрого движения, который длился 0.5 часа по времени (+2). Все это время водитель ехал со скоростью, большей средней на 10 км/ч, т.е. на этом участке он наверстал 5 км (+1). Таким образом, дождь шел в течение ? часа, т.е. 15 минут (+2 балла). Ответ: +1 балл

4) Довольно часто в технике применяются т.н. эмульсии, смеси двух (или более) жидкостей, которые полностью не смешиваются, но могут некоторое время существовать как взвесь очень мелких капелек одной жидкости в другой. Предположим, что в сосуд залили 1.6 кг подобной эмульсии и оставили в покое. Эмульсия расслоилась на воду и более плотную неизвестную жидкость. За долгое время стояния половина воды испарилась, и после взбалтывания сосуда получился только 1 литр эмульсии.

Какова плотность неизвестной жидкости, если

а) получился литр эмульсии с плотностью на 10 % больше, чем у воды.

б*) получилась эмульсия с плотностью на 5 % больше, чем была вначале, и известно, что вода составляла меньшую по объему часть эмульсии.

Считать плотность воды равной 1 кг/л.

Решение:

а) Обозначим плотность воды ρ1, ее первоначальный объем V1, плотность неизвестной жидкости ρ2, ее объем V2. Пусть масса воды в первоначальном составе была равна m1=ρ1·V1, а масса неизвестной жидкости m2=ρ2·V2. В этих обозначениях в получившейся эмульсии масса воды составляет m1/2, объем воды V1/2.

Тогда верны уравнения

V1/2+V2=1;

m1+m2=ρ1·V1+ρ2·V2=1.6;

$$\frac{\rho 1 \cdot V1/2 + \rho 2 \cdot V2}{V2 + V1/2} = 1.1 \cdot \rho 1 \qquad (+2)$$

(объем измеряем в литрах, массу – в килограммах).

При преобразованиях, в частности,

получаем V2=(0.1·ρ1)/(ρ2-ρ1); V1= 2· (ρ2-1.1·ρ1)/(ρ2-ρ1). Ответ: ρ2=2 кг/л. (+2) б) Незначительное, на первый взгляд, изменение условия приводит к тому, что решение становится заметно более сложным. Используем те же обозначения, что и в варианте а). Тогда первые два уравнения V1/2+V2=1; ρ1·V1+ρ2·V2=1.6 по-прежнему, верны. Третье уравнение имеет вид

$$\frac{m1/2+m2}{V2+V1/2}=1.05\cdot\frac{m1+m2}{V2+V1} \qquad (+2)$$

Удобно переписать его так, чтобы сначала найти объем испарившейся воды, т.е. величину V1/2:

$$\frac{(m1+m2)-m1/2}{V2+V1/2}=1.05\cdot\frac{m1+m2}{(V2+V1/2)+V2/2} \qquad (+2)$$

$$\frac{1.6-1\cdot(V1/2)}{1}=1.05\cdot\frac{1.6}{1+V2/2}$$

Переписывая для краткости в виде (x=V1/2), получаем квадратное уравнение

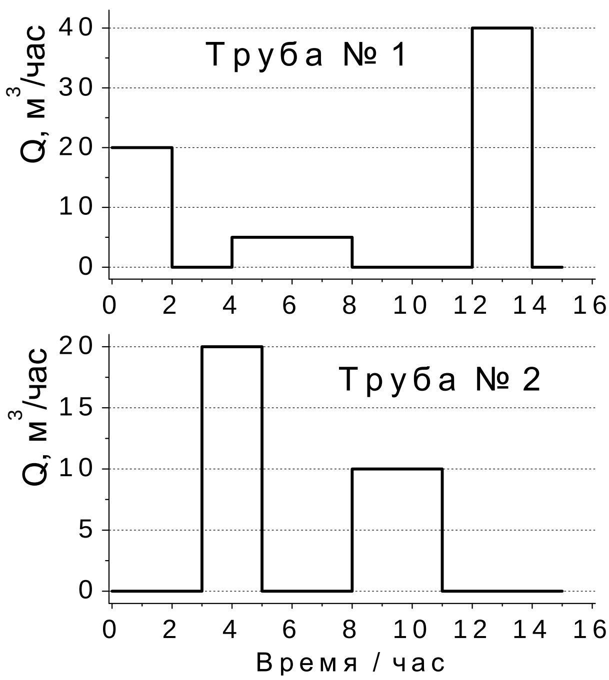
$(1.6-x)(1+x)=1.68$ или

$x^2-0.6x+0.08=0$

Решая его, получим два корня x=0.2 и x=0.4. Легко проверить, что второй корень не отвечает условию, что вода составляла меньшую по объему часть в исходной эмульсии. Таким образом, вначале было 0.4 л воды и 0.8 л неизвестной жидкости, а плотность жидкости ρ2=1.5 кг/л. (+2)

5) В цистерну с жидкостью проведены две трубы. Через трубу №1 жидкость вытекает из цистерны, а по трубе №2 втекает в нее. Имеются графики зависимости объемного расхода жидкости Q через трубы в зависимости от времени, считая от начала работы. Известно, что через 16 часов работы цистерна была пустая. Сколько жидкости было в ней в начале рабочего дня?

(*Примечание*: То, что объемный расход равен 1 м^3/час означает, что за 1 час через трубу протек 1 кубометр жидкости. В решении задачи необходимо описать способ расчета, если указан только ответ, задача не считается решенной)



Решение:

Объем жидкости, протекшей через трубу за определенный промежуток времени, может быть вычислен как площадь под графиком зависимости объемного расхода от времени (в соответствующих единицах) (+3 балла). График №1 показывает, что всего из цистерны вытекло 2x20+4x5+2x40=140 м^3 жидкости (+3 балла), а втекло 2x20+3x10=70 м^3 (+3 балла). Таким образом, в начале дня в цистерне было 70 м^3 жидкости. (+1 балл)

6) В зоомагазине, в аквариуме живут две одинаковых черепашки. В этом же аквариуме плавает плотик, погруженный на 2/5 своего объема. Когда на плотик забирается одна черепашка, он погружается на 2/3 своего объема. Могут ли обе черепашки полностью вылезти из воды на плотик одновременно, если на плоту достаточно места? Если да, то какая часть плотика будет при этом погружена в воду?

Решение:

Обозначим массу одной черепашки m, плотность воды ρ, весь объем плота V. По условию, увеличение выталкивающей силы, действующей на плот, после того как на него забралась первая черепашка, составило $\rho g(2/3 \cdot V - 2/5 \cdot V) = 4/15 \cdot \rho g V$ (+3 балла). Ровно столько весит одна черепашка mg (+2). Если вторая черепашка тоже заберется на плотик, то в равновесии выталкивающая сила снова должна увеличиться на $mg = 4/15 \cdot \rho g V$ (+3). Тогда объем погруженной части составил бы $2/3 + 4/15 = 14/15 < 1$ (+1). Значит, обе черепашки смогли бы выбраться из воды на плот. (+1)

7) В данной задаче предлагается провести эксперимент с использованием подручных материалов (пластиковая бутылка, скотч, иголки, гвозди и т.п.), который можно проводить дома или в школе. ***Решением задачи является описание результатов этого эксперимента***. Если, на Ваш взгляд, для большей ясности описания требуется приведение каких-либо формул, описывающих изучаемое явление, то их можно привести.

В описании должно быть ясно изложено, что и каким образом делалось и измерялось, а также то, какие наблюдения и качественные выводы удалось сделать при проведении эксперимента. Разумеется, неразборчивый почерк и грамматические ошибки будут сильно затруднять проверку. Оцениваться будут, прежде всего, наблюдательность и физическая ясность описания. Желательно, чтобы объем описания не превышал 2-3 страницы.

Цель работы: изучение вытекания воды через небольшие отверстия в стенке сосуда.

Пояснения: Составителям задачи удалось заметить следующие особенности вытекания воды из бутылки с небольшими отверстиями: Из нижнего отверстия вода вытекает только тогда, когда в объем бутылки над водой может попадать воздух – либо через открытое горлышко, либо через верхнее открытое отверстие (+2 балла). При открытой крышке вода может выливаться из обоих отверстий (+1). Если крышка закрыта, а оба отверстия открыты, то воздух внутрь бутылки попадает небольшими пузырьками (+1), а вода вытекает немного пульсирующей (+1) струей из нижнего отверстия (+1). Как только уровень воды становится ниже верхнего отверстия, течение струи становится ровным (+1). При понижении уровня воды скорость истечения уменьшается (+1). Также удалось заметить, что при затыкании верхнего отверстия пальцем скорость вытекающей из нижнего отверстия струи падает не сразу. Быстрее всего это происходит, когда уровень воды либо максимально высокий (быстро падает давление в малом объеме воздуха в бутылке), либо очень низкий (перепад давления, который должен быть компенсирован, очень мал). В промежуточной ситуации вода вытекает еще несколько секунд после затыкания верхнего отверстия пальцем (+2).