Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

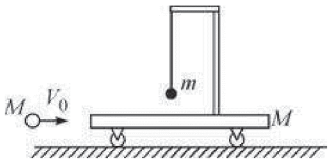
С1 Зимой по краям заснеженных наклонных крыш домов часто образуются сосульки, которые при не слишком морозной погоде быстро растут и могут сорваться и упасть, представляя большую опасность для проходящих внизу людей. На крышах многих современных загородных домов сосульки, однако, не образуются благодаря специальной конструкции этих крыш: они двухслойные, и между верхним и нижним слоями имеется зазор, в котором воздух может свободно циркулировать и выходить наружу.
Объясните, основываясь на известных физических законах и закономерностях, причину образования сосулек в первом случае и их отсутствие во втором случае.

Возможное решение
1. Жилые дома зимой отапливаются, тёплый воздух поднимается вверх, и через крышу, покрытую снегом, постоянно идёт теплоотдача. 2. Слой снега на крыше имеет малую теплопроводность, так что между внутренней и внешней поверхностями этого слоя возникает большая разность температур, и снег, прилегающий к крыше, нагревается до температуры плавления и начинает таять за счёт получения теплоты плавления при теплоотдаче через крышу дома в окружающую среду. 3. Образовавшаяся при таянии снега вода стекает под слоем снега вниз по наклонной крыше и, выходя на её краю наружу, на холод, снова замерзает, образуя лёд, то есть быстро растущие сосульки. 4. При двухслойной крыше с воздушным зазором теплота из дома уносится наружу, вверх, в окружающую среду, за счёт возникающих конвекционных потоков воздуха в зазоре и практически не нагревает снег на верхнем слое крыши. Таким образом, снег не подтаивает, и сосульки не образуются.

Критерии оценки выполнения задания	**Баллы**
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае п.п. 1–4) и исчерпывающие верные рассуждения с указанием наблюдаемых явлений (в данном случае – упоминание явлений теплопроводности и конвекции, плавления и затвердевания льда, а также указание направлений движения тёплого воздуха и воды в поле силы тяжести).	3
Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, и дано правильное объяснение, но содержится **один** из следующих недостатков. В представленных записях содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи. ИЛИ Рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объёме, или в них содержатся логические недочёты.	2

Представлены записи, соответствующие **одному** из следующих случаев. Указаны не все необходимые явления и физические законы, даже если дан правильный ответ на вопрос задания. ИЛИ Указаны все необходимые явления и физические законы, но в некоторых из них допущена ошибка, даже если дан правильный ответ на вопрос задания. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к верному ответу, содержат ошибки.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

С2 На тележке массой $M = 400$ г, которая может кататься без трения по горизонтальной плоскости, имеется лёгкий кронштейн, на котором подвешен на нити маленький шарик массой $m = 100$ г. На тележку по горизонтали налетает и абсолютно упруго сталкивается с ней шар массой M, летящий со скоростью $V_0 = 2$ м/с (см. рисунок). Чему будет равен модуль скорости тележки в тот момент, когда нить, на которой подвешен шарик, отклонится на максимальный угол от вертикали? Длительность столкновения шара с тележкой считать очень малой.



Возможное решение
Согласно условию, за время столкновения тележка практически не сместится, а нить останется вертикальной. В силу этого горизонтальная проекция силы натяжения нити во время столкновения отсутствует, и горизонтальная проекция импульса системы «шар + тележка» сохраняется: $MV_0 = Mu_1 + Mu_2$, где u_1 и u_2 – модули скоростей шара и тележки после столкновения. При абсолютно упругом столкновении шара и тележки сохраняется и их механическая энергия: $\frac{MV_0^2}{2} = \frac{Mu_1^2}{2} + \frac{Mu_2^2}{2}$. Отсюда следует, что шар и тележка «обмениваются» скоростями: после столкновения шар останавливается и падает на плоскость, а тележка приобретает скорость V_0. При дальнейшем движении тележка «уезжает» из-под подвешенного шарика, и нить начинает отклоняться от вертикали, постепенно тормозя тележку. В момент максимального отклонения нити от вертикали скорости V тележки и шарика будут одинаковы, так как в противном случае, при скорости тележки большей, чем у шарика, отклонение нити будет продолжаться. В данном процессе сохраняется горизонтальная проекция импульса системы «шарик + тележка»: $MV_0 = (M+m)V$. Отсюда $V = \frac{MV_0}{M+m} = 1,6$ м/с.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – *законы сохранения импульса и механической энергии, и правильно обосновано их применение на разных этапах движения данной системы тел*); II) описаны все вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (*за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи*); III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования, и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется **один** из следующих недостатков. Записи, соответствующие одному или всем пунктам: II и III, – представлены не в полном объёме или отсутствуют.	2

ИЛИ При полном правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.). ИЛИ При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие **одному** из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

С3 В теплоизолированном цилиндре, разделённом на две части тонким невесомым теплопроводящим поршнем, находится идеальный одноатомный газ. В начальный момент времени поршень закреплён, а параметры состояния газа – давление, объём и температура – в одной части цилиндра равны $p_1 = 1$ атм, $V_1 = 2$ л и $T_1 = 300$ К, а в другой, соответственно, $p_2 = 2$ атм, $V_2 = 1$ л и $T_2 = 600$ К. Поршень отпускают, и он начинает двигаться без трения. Какая температура газа установится в цилиндре спустя достаточно долгое время, когда будет достигнуто состояние равновесия? Теплоёмкостями цилиндра и поршня можно пренебречь.

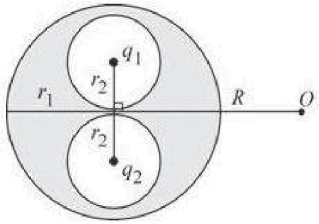
Возможное решение

Запишем уравнение Клапейрона–Менделеева для газа в обеих частях цилиндра в начальный момент времени: $p_1V_1 = \nu_1RT_1$, $p_2V_2 = \nu_2RT_2$. Отсюда следует, что количество вещества (число молей ν газа) в этих частях цилиндра равно, соответственно, $\nu_1 = \dfrac{p_1V_1}{RT_1}$ и $\nu_2 = \dfrac{p_2V_2}{RT_2}$.

Из первого начала термодинамики следует, что внутренняя энергия газа в этом процессе сохраняется, так как газ не обменивается теплотой с окружающими телами и не совершает работы. Поэтому приравняем выражения для внутренней энергии в начальный момент времени и в установившемся состоянии равновесия: $\dfrac{3}{2}\nu_1 R\,T_1 + \dfrac{3}{2}\nu_2 R\,T_2 = \dfrac{3}{2}\left(\nu_1 + \nu_2\right)RT$. Отсюда установившаяся температура в цилиндре равна $T = \dfrac{\nu_1T_1 + \nu_2T_2}{\nu_1 + \nu_2}$, и с учетом полученных выше выражений для ν_1 и ν_2 получаем окончательно: $T = \dfrac{\left(p_1V_1 + p_2V_2\right)T_1T_2}{p_1V_1T_2 + p_2V_2T_1} = 400$ К.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – *записаны уравнение Клапейрона–Менделеева, выражение для внутренней энергии идеального одноатомного газа, первое начало термодинамики*); II) описаны все вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (*за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи*); III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования, и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется **один** из следующих недостатков. Записи, соответствующие одному или обоим пунктам: II и III, – представлены не в полном объёме или отсутствуют. ИЛИ При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.). ИЛИ При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие **одному** из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

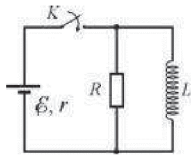
C4 Внутри незаряженного металлического шара радиусом $r_1 = 40$ см имеются две сферические полости радиусами $r_2 < \frac{r_1}{2}$, расположенные таким образом, что их поверхности почти соприкасаются в центре шара. В центре одной полости поместили заряд $q_1 = +1$ нКл, а затем в центре другой – заряд $q_2 = +2$ нКл (см. рисунок). Найдите модуль и направление вектора напряжённости $\vec{E}$ электростатического поля в точке O, находящейся на расстоянии $R = 1$ м от центра шара на перпендикуляре к отрезку, соединяющему центры полостей.



Возможное решение
В электростатике считается, что электрическое поле внутри металла отсутствует, так как иначе свободные заряды внутри металла двигались бы. Поэтому при помещении заряда q_1 в первую полость на её стенках индуцируется заряд $-q_1$, и по принципу суперпозиции суммарное поле этих двух зарядов в металле шара равно нулю. По закону сохранения электрического заряда и в силу электронейтральности шара избыточный заряд равен q_1. Он вытесняется на поверхность шара и равномерно распределяется по ней, так как заряды внутри металла не создают поля и не влияют на распределение зарядов на поверхности шара. После помещения заряда q_2 во вторую полость все происходит аналогичным образом, и на поверхность шара вытесняется дополнительно заряд q_2, так что теперь на поверхности шара равномерно распределяется суммарный заряд $q_1 + q_2$. Поле равномерно заряженного шара вне его совпадает с полем точечного заряда, помещённого в центр шара, поэтому, согласно закону Кулона, поле в точке O, находящейся на расстоянии R от центра шара, по модулю равно $E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q_1 + q_2}{R^2} = 27$ В/м и направлено вдоль радиуса от центра шара к точке O. Здесь ε_0 – электрическая постоянная. ***Ответ***: $E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q_1 + q_2}{R^2} = 27$ В/м, вектор $\vec{E}$ направлен от центра шара к точке O.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – *отсутствие электростатического поля внутри металлических проводников, принцип суперпозиции электрических полей, закон сохранения электрического заряда и закон Кулона*); II) описаны все вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (*за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи*); III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется **один** из следующих недостатков. Записи, соответствующие одному или обоим пунктам: II и III – представлены не в полном объёме или отсутствуют. ИЛИ При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.). ИЛИ При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие **одному** из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

C5 В цепи, схема которой изображена на рисунке, вначале замыкают ключ K на время, за которое ток в катушке индуктивности достигает максимально возможного значения, а затем размыкают его. Какое количество теплоты выделится после этого в резисторе R? Параметры цепи: $\mathcal{E} = 3$ В, $r = 1$ Ом, $R = 10$ Ом, $L = 10$ мГн. Сопротивление катушки индуктивности очень мало.



Возможное решение
После замыкания ключа K в общей части цепи установится, согласно закону Ома для полной электрической цепи, максимально возможный ток $I = \dfrac{\mathcal{E}}{r}$, поскольку сопротивление правой части цепи, в соответствии с формулой для сопротивления параллельно соединенных резисторов, близко к нулю. Этот ток будет проходить только через катушку индуктивности, ввиду её очень малого сопротивления по сравнению с сопротивлением резистора R. В катушке индуктивности при токе через неё, равном максимальному, будет запасена энергия магнитного поля, равная $W = \dfrac{LI^2}{2} = \dfrac{L\mathcal{E}^2}{2r^2}$, которая после размыкания ключа K выделится, согласно закону Джоуля–Ленца, в виде теплоты в правой части цепи в резисторе R. Согласно закону сохранения энергии, это количество теплоты будет равно энергии магнитного поля: $Q = W = \dfrac{L\mathcal{E}^2}{2r^2}$. Подставляя численные значения параметров цепи и проверяя размерность, получаем: $Q = \dfrac{L\mathcal{E}^2}{2r^2} = \dfrac{10^{-2} \cdot 3^2}{2 \cdot 1^2}$ Дж $= 4{,}5 \cdot 10^{-2}$ Дж $= 45$ мДж.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – *закон Ома для полной цепи, правило подсчета сопротивления параллельно соединённых резисторов, выражение для энергии магнитного поля, запасённой в катушке индуктивности, закон Джоуля–Ленца*); II) описаны все вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (*за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи*); III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования, и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется **один** из следующих недостатков. Записи, соответствующие одному или обоим пунктам: II и III, – представлены не в полном объёме или отсутствуют. ИЛИ При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.). ИЛИ При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие **одному** из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

С6 Точечный источник мощностью $P = 1$ мВт излучает монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 600$ нм равномерно во всех направлениях (такой источник называется изотропным). На каком расстоянии r от него концентрация фотонов (то есть число фотонов в единице объёма) равна $n = 2 \cdot 10^5$ м$^{-3}$?

Объём сферического слоя радиусом r и толщиной Δr равен $4\pi r^2 \Delta r$.

Возможное решение

Энергия одного фотона равна $E = h\nu = h\frac{c}{\lambda}$, где ν – частота, h – постоянная Планка, а λ – длина волны света.

За время Δt источник излучает $\Delta N = \frac{P\Delta t}{E} = \frac{P\lambda}{hc}\Delta t$ фотонов, разлетающихся изотропно во все стороны со скоростью света c.

На расстоянии r от источника в тонком сферическом слое объёмом $\Delta V = 4\pi r2\Delta r = 4\pi r2c\Delta t$ концентрация фотонов будет равна $n = \frac{\Delta N}{\Delta V} = \frac{P\lambda\Delta t}{hc \cdot 4\pi r^2 c\Delta t} = \frac{P\lambda}{4\pi hc^2 r^2}$.

Таким образом, искомое расстояние равно $r = \sqrt{\frac{P\lambda}{4\pi hc^2 n}} \approx 2$ м.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – *формула Планка для связи энергии и частоты фотона, формула для связи частоты с длиной волны света, а также формула для определения концентрации частиц*); II) описаны все вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (*за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи*); III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины;	3
Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования, и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется **один** из следующих недостатков. Записи, соответствующие одному или обоим пунктам: II и III, – представлены не в полном объёме или отсутствуют. ИЛИ При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.). ИЛИ При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие **одному** из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

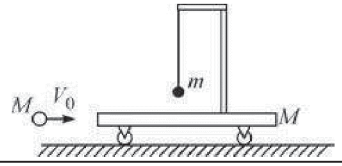
Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

С1 Зимой по краям заснеженных наклонных крыш домов часто образуются сосульки, которые при не слишком морозной погоде быстро растут и могут сорваться и упасть, представляя большую опасность для проходящих внизу людей. Крыши многих современных загородных домов имеют специальную конструкцию: они двухслойные, и между верхним и нижним слоями имеется зазор, в котором воздух может свободно циркулировать и выходить наружу. Объясните, основываясь на известных физических законах и закономерностях, причину образования сосулек в первом случае и влияние на них воздушного зазора между нижним и верхним слоями крыши во втором случае.

Возможное решение
1. Жилые дома зимой отапливаются, тёплый воздух поднимается вверх, и через крышу, покрытую снегом, постоянно идёт поток теплоотдача. 2. Слой снега на крыше имеет малую теплопроводность, так что между внутренней и внешней поверхностями этого слоя возникает большая разность температур, и снег, прилегающий к крыше, нагревается до температуры плавления и начинает таять за счёт получения теплоты плавления при теплоотдаче через крышу дома в окружающую среду. 3. Образовавшаяся при таянии снега вода стекает под слоем снега вниз по наклонной крыше, и, выходя на её краю наружу, на холод, снова замерзает, образуя лёд, то есть быстро растущие сосульки. 4. При двухслойной крыше с воздушным зазором теплота из дома уносится наружу, вверх, в окружающую среду, за счёт возникающих конвекционных потоков воздуха в зазоре, и практически не нагревает снег на верхнем слое крыши. Таким образом, снег не подтаивает, и сосульки у краёв такой крыши не образуются.

Критерии оценки выполнения задания	**Баллы**
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае п.п. 1–4) и исчерпывающие верные рассуждения с указанием наблюдаемых явлений (в данном случае – *упоминание явлений теплопроводности и конвекции, плавления и затвердевания льда, а также указание направлений движения тёплого воздуха и воды в поле силы тяжести*).	3
Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, и дано правильное объяснение, но содержится **один** из следующих недостатков. В представленных записях содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи. ИЛИ Рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объёме, или в них содержатся логические недочёты	2
Представлены записи, соответствующие **одному** из следующих случаев. Указаны не все необходимые явления и физические законы, даже если дан правильный ответ на вопрос задания. ИЛИ Указаны все необходимые явления и физические законы, но в некоторых из них допущена ошибка, даже если дан правильный ответ на вопрос задания. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к верному ответу, содержат ошибки.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

C2 На тележке массой $M = 400$ г, которая может кататься без трения по горизонтальной плоскости, имеется лёгкий кронштейн, на котором подвешен на нити маленький шарик массой $m = 200$ г. На тележку по горизонтали налетает и абсолютно неупруго сталкивается с ней шар массой M (см. рисунок). После столкновения, в тот момент, когда нить, на которой подвешен шарик, отклонилась на максимальный угол от вертикали, скорость тележки была равна $V = 4$ м/с. Какова была скорость V_0 шара до столкновения? Длительность столкновения шара с тележкой считать очень малой.



Возможное решение
Согласно условию, за время столкновения тележка практически не сместится, а нить останется вертикальной. В силу этого горизонтальная проекция силы натяжения нити во время столкновения отсутствует, и горизонтальная проекция импульса системы «шар + тележка» сохраняется: $MV_0 = 2Mu$, где u – модуль скорости тележки с прилипшим к ней шаром после соударения. При дальнейшем движении тележка «уезжает» из-под подвешенного шарика, и нить начинает отклоняться от вертикали, постепенно тормозя тележку. В момент максимального отклонения нити от вертикали скорости V тележки и шарика будут одинаковы, так как в противном случае, при скорости тележки большей, чем у шарика, отклонение нити будет продолжаться. В данном процессе сохраняется горизонтальная проекция импульса системы «шарик + тележка»: $2Mu = (M + m)V$. Отсюда $V_0 = \dfrac{2M + m}{M} V = 10$ м/с.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – *закон сохранения импульса, и правильно обосновано его применение на разных этапах движения данной системы тел*); II) описаны все вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (*за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи*); III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования, и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется **один** из следующих недостатков. Записи, соответствующие одному или всем пунктам: II и III, – представлены не в полном объёме или отсутствуют. ИЛИ При полном правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.). ИЛИ При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие **одному** из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

C3 В теплоизолированном цилиндре, разделённом на две части тонким невесомым теплопроводящим поршнем, находится идеальный одноатомный газ. В начальный момент времени поршень закреплён, а параметры состояния газа – давление, объём и температура – в одной части цилиндра равны $p_1 = 2$ атм, $V_1 = 2$ л и $T_1 = 300$ К, а в другой, соответственно, $p_2 = 4$ атм, $V_2 = 3$ л и $T_2 = 450$ К. Поршень отпускают, и он начинает двигаться без трения. Какое давление газа установится в цилиндре спустя достаточно долгое время, когда будет достигнуто состояние равновесия? Теплоёмкостями цилиндра и поршня можно пренебречь.

Возможное решение

Запишем уравнение состояния (уравнение Клапейрона–Менделеева) для газа в обеих частях цилиндра в начальный момент времени: $p_1V_1 = \nu_1 RT_1$, $p_2V_2 = \nu_2 RT_2$.

Из первого начала термодинамики следует, что внутренняя энергия газа в этом процессе сохраняется, так как газ не обменивается теплотой с окружающими телами и не совершает работы. Запишем выражения для внутренней энергии U газа. В начальный момент $U_1 = \frac{3}{2}\nu_1 R T_1 = \frac{3}{2}p_1V_1$, $U_2 = \frac{3}{2}\nu_2 R T_2 = \frac{3}{2}p_2V_2$, а в установившемся состоянии равновесия:

$$U = \frac{3}{2}p\left(V_1 + V_2\right) = U_1 + U_2 = \frac{3}{2}\left(p_1V_1 + p_2V_2\right).$$

Отсюда окончательно получаем: $p = \frac{p_1V_1 + p_2V_2}{V_1 + V_2} = 3{,}2$ атм.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – *записаны уравнение Клапейрона–Менделеева, выражение для внутренней энергии идеального одноатомного газа, первое начало термодинамики*); II) описаны все вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (*за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи*); III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования, и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется **один** из следующих недостатков. Записи, соответствующие одному или обоим пунктам: II и III, – представлены не в полном объёме или отсутствуют. ИЛИ При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).	2
Представлены записи, соответствующие **одному** из следующих случаев.	

Ответы к заданиям

Вариант ФИ1401

№ задания	Ответ
B1	122
B2	222

№ задания	Ответ
B3	23
B4	23

Ответы к заданиям

Вариант ФИ1402

№ задания	Ответ
B1	212
B2	131

№ задания	Ответ
B3	41
B4	32

© СтатГрад 2013 г. Публикация в Интернете или печатных изданиях без письменного согласия СтатГрад запрещена