

Московская олимпиада школьников по физике, 2014/15, второй тур, 7-10 классы

Задачи, ответы и критерии оценок

Авторы задач:

*С.Д. Варламов, Е.А. Вишнякова, А. Коваленко, Е.А. Мажник, И.В. Маслов,
М.Ю. Ромашка, А.В. Фролов, Д.Э. Харабадзе, А.А. Якута*

Каждая задача оценивается из 10 баллов. Всего участник по 7-9 классам может набрать до 40 баллов, по 10 классу - до 50 баллов. Полностью правильное решение задачи оценивается в 10 очков вне зависимости от способа решения. Ответ, данный без решения, не оценивается.

9 класс

Задача 1. Школьница Варвара изучает равноускоренное движение бруска по наклонной плоскости вдоль оси x . С помощью специальных датчиков она исследует, в какие моменты времени t от начала движения передняя грань бруска проходит через точки с различными координатами x . Результаты измерений Варвара внесла в таблицу:

x, см	10	20	30	40
t, с	0,26	0,37	0,45	0,52

Погрешность измерения координаты составляет 0,1 см, точность показаний электронного секундомера 0,01 с. Брусок начинает двигаться без начальной скорости.

1) Каким может быть модуль ускорения бруска при движении по данной наклонной плоскости?

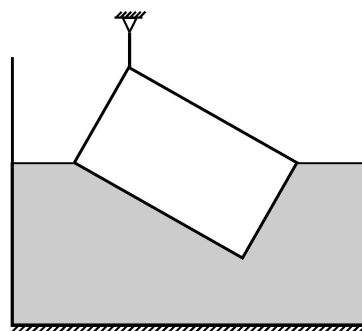
2) Какой результат можно получить при измерении координаты передней грани бруска в момент его остановки (из-за препятствия на наклонной плоскости), если секундомер в этот момент показал 0,69 с?

Ответ: ускорение может быть в интервале от $2,72 \text{ м/с}^2$ до $3,23 \text{ м/с}^2$; при измерении координаты можно получить результат от 64,6 см до 77,2 см.

Критерии оценок: Первый вопрос оценивается из 5 баллов. Участник, давший обоснованный правильный ответ на вопрос (нижняя граница ускорения $2,72 \text{ м/с}^2 - 2,73 \text{ м/с}^2$, верхняя граница $3,22 \text{ м/с}^2 - 3,23 \text{ м/с}^2$), получает 5 баллов. При частично правильном ответе (нижняя граница ускорения $2,7 \text{ м/с}^2 - 2,8 \text{ м/с}^2$, верхняя граница $3,2 \text{ м/с}^2 - 3,3 \text{ м/с}^2$) участник получает 4 балла. Если интервал участника перекрывается с интервалом $2,7-3,3 \text{ м/с}^2$ хотя бы частично, участник получает 3 балла. Если участник указал только одно возможное значение ускорения в данном интервале, он получает 2 балла.

Второй вопрос оценивается из 5 баллов. Участник, давший обоснованный правильный ответ на вопрос (нижняя граница 64,6 см, верхняя граница 77,2 см), получает 5 баллов. Если интервал участника перекрывается с интервалом 64,6 - 77,2 см хотя бы частично, участник получает 3 балла. Если участник указал только одно возможное значение ускорения в данном интервале, он получает 2 балла.

Задача 2. Длинный однородный брусок с поперечным сечением в виде прямоугольника со сторонами $a \neq b$ подвешен на двух вертикальных нитях, прикрепленных к одному из ребер, над сосудом, в который наливают воду. Когда в сосуд налили некоторое количество воды, два ребра бруска оказались точно на поверхности воды (вид сбоку, со стороны вышеупомянутого поперечного сечения, показан на рисунке). Найдите плотность материала, из которого сделан брусок. Плотность воды $\rho = 1 \text{ г/см}^3$.

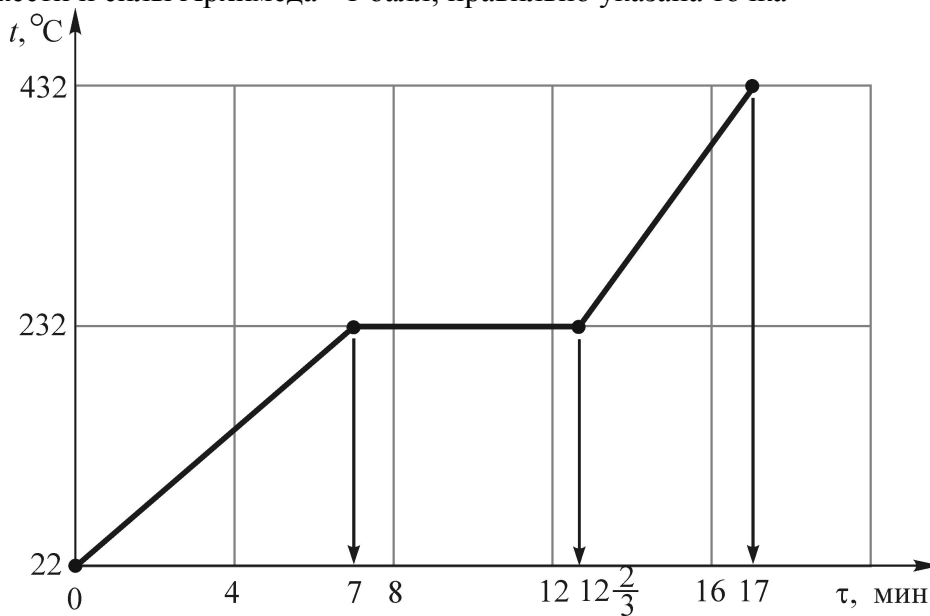


Примечание: центр масс однородного треугольника расположен на пересечении его медиан.

Ответ: плотность материала бруска $\rho_0 = \frac{2}{3}\rho \approx 0,67 \text{ г/см}^3$.

Критерии оценок: Участник, давший обоснованный правильный ответ, получает 10 баллов. Если решение не доведено до правильного ответа, участник может получить до 3 утешительных баллов по следующим основаниям: использована идея применить правило рычага или правило моментов относительно любой оси - 1 балл; правильно указаны выражения для силы тяжести и силы Архимеда - 1 балл; правильно указана точка приложения силы Архимеда - 1 балл.

Задача 3. По «счастливой» случайности отличнику Руслану и первой красавице Людмиле выпало вместе делать простейшую лабораторную работу



по физике – «Определение удельной теплоты плавления неизвестного вещества». Руслан включил печь, установив некоторую определенную мощность нагревания, поместил в капсулу кусочек исследуемого вещества, и ровно в 10⁰⁰ по московскому времени начал измерения. Когда Руслан отошел к учителю, скужающая Людмила тайком переключила тумблер установки мощности печи в другое положение (которое, естественно, не запомнила) и более его не меняла.

К великому удивлению Руслана, результат работы был совершенно неверным, и тогда, под угрозой двойки, Людмила созналась в содеянном. Учитель пожалел ребят и, сообщив им справочные данные, попросил определить: 1) установленную Людмилой мощность печи; и 2) точное московское время переключения Людмилой тумблера установки мощности. Используя полученный Русланом при «помощи» Людмилы график зависимости температуры t вещества от времени τ , помогите школьникам справиться с заданием учителя.

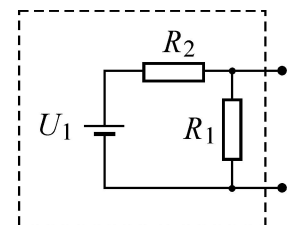
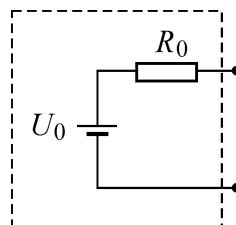
Справочные данные: удельная теплоемкость исследуемого вещества в жидком состоянии $c_{ж}=260$ Дж/(кг $^{\circ}$ С); удельная теплота плавления этого вещества $\lambda = 60$ кДж/кг; масса кусочка вещества $m = 50$ г; мощность печи, первоначально установленная Русланом, $P_1 = 6$ Вт.

Ответ: 1) мощность печи, установленная Людмилой, 10 Вт;
2) точное московское время переключения Людмилой тумблера установки мощности 10 часов 8 минут 40 секунд.

Критерии оценок: Первый вопрос оценивается из 5 баллов. Участник, давший обоснованный правильный ответ, получает 5 баллов. Если решение не доведено до правильного ответа, участник может получить до 2 утешительных баллов (если оснований больше двух - участник получает 2 балла) по следующим основаниям: из графика определены время нагревания и изменение температуры на последнем участке; отмечено, что получаемое количество теплоты равно произведению мощности на время; отмечено, что количество теплоты равно произведению удельной теплоемкости на массу и изменение температуры.

Второй вопрос оценивается из 5 баллов. Участник, давший обоснованный правильный ответ (момент времени), получает 5 баллов. Если момент времени правильно указан только относительно другого момента (8 минут 40 секунд после начала эксперимента, 1 минута 40 секунд после начала плавления), участник получает 4 балла. Если участник не дал правильного ответа, но указал, что момент изменения мощности приходится на горизонтальный участок графика, он получает 2 балла.

Задача 4. В «черном ящике» находится схема, состоящая из последовательно соединенных идеальной батарейки с напряжением $U_0 = 3,3$ В и резистора сопротивлением $R_0 = 1500$ Ом (рисунок слева). При попытке изготовить второй такой же «черный ящик» оказалось, что батареек с нужным напряжением 3,3 В в лаборатории больше нет, зато есть другая идеальная батарейка с напряжением $U_1 = 5$ В. По этой причине решили собрать схему, состоящую из имеющейся батарейки и двух резисторов, соединив эти элементы так, как изображено на рисунке справа. Найдите, какими должны быть сопротивления резисторов R_1 и R_2 для того, чтобы два этих «черных ящика» оказались эквивалентными друг другу.



Ответ: сопротивления резисторов должны быть равными $R_1=R_0U_1/(U_1-U_0)\approx 2,3$ кОм, $R_2=R_0U_1/U_0\approx 4,4$ кОм.

Критерии оценок: Участник, давший обоснованный правильный ответ, получает 10 баллов.

Если нет доказательства эквивалентности черных ящиков при произвольном подключаемом сопротивлении, оценка снижается до 9 баллов. Если участник не пришел к правильному ответу, но правильно записал два уравнения из трех $U_0=U_1R_1/(R_1+R_2)$, $U_0/R_0=U_1/R_2$, $R_0=R_1R_2/(R_1+R_2)$ (полную систему уравнений), он получает 6 баллов. Если верно записано только одно уравнение из трех, участник получает 3 балла. Если участник не довел решение ни до одного из этих уравнений, он может получить 1 балл, если хотя бы раз применил закон Ома или законы последовательного или параллельного соединения проводников.