Всероссийская олимпиада школьников
II (муниципальный) этап
Физика
9класс
Решения. Критерии проверки

Общее время выполнения работы – 4 часа.

Задание 1

Какое расстояние по горизонтали пролетит мяч, брошенный со скоростью v_0 =10 м/с под углом α = 60° к горизонту, если он ударится о потолок (рис. 1.)? Высота потолка h = 3 м, удар упругий. Сопротивлением воздуха пренебречь.

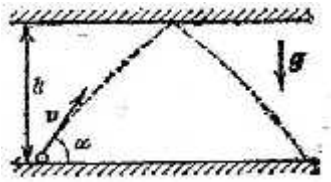

Рис.1

Решение

Если ввести время удара мяча в потолок t_1, то можем записать:

$$h = v_0 \sin\sim \cdot t_1 - g\frac{t_1^{\,2}}{2} \quad \text{или} \quad t_1^2 - \frac{2v_0 \sin\sim}{g}t + \frac{2h}{g} = 0$$

$$t_1 = \frac{v_0 \sin\sim \; - \sqrt{v_0^2 \sin^2\sim \; - 2gh}}{g}$$

Решение с «+» соответствует области снижения мяча, если бы удара о потолок не было. Полное время движения равно

$$t_0 = 2t_1$$

Тогда для дальности полета получим:

$$l = 2t_1 \cdot v_0 \cos\sim$$

$$l = \frac{2v_0^2 \cos\sim \cdot \sin\sim \; - 2v_0 \cos\sim \sqrt{v_0^2 \sin^2\sim \; - 2gh}}{g}$$

$$l = \frac{v_0^2 \sin 2\sim}{g}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2gh}{v_0^2 \sin^2\sim}}\right) = \; 4{,}8\text{м}$$

Максимальный балл – 80. Получено решение с правильным ответом.
60 баллов. Идея решения верна, но сделаны математические ошибки.
40 баллов. Не отброшено решение с «+».
До 15 баллов, по усмотрению проверяющего, за разумные идеи или формулы.

Задание 2

На тело массы m, вначале покоившееся на горизонтальной плоскости, в течение времени t_1 действует горизонтальная сила F. Коэффициент трения тела о плоскость равен μ. Какое расстояние пройдет тело за время движения?

Решение

Следует рассмотреть два случая:

1) $F \leq$ « mg , тогда $S = 0$

2) $F > « mg$, тогда $S = S_1 + S_2$

$S_1 = \frac{a_1 t_1^2}{2}$, а путь S_2 тело пройдет после прекращения действия силы *F*.

Во время действия силы ускорение равно:

$$a_1 = \frac{F - « mg}{m} ,$$

а после прекращения действия силы *F* ускорение отрицательно и равно:

$$a_2 = « g$$

Максимальная скорость $v_{max} = at_1 = \frac{F - « mg}{m} t_1$, тогда $2a_2 S_2 = v_{max}^2$, так как конечная скорость равна нулю.

$$S_2 = \frac{v_{max}^2}{2a_2} = \left(\frac{F - « mg}{m} t_1 \right)^2 \frac{1}{2« g}$$

$$S = S_1 + S_2 = \frac{F - « mg}{2m} t_1^2 + \left(\frac{F - « mg}{m} t_1 \right)^2 \frac{1}{2« g} =$$

$$= t_1^2 \frac{F - « mg}{2m} \left(1 - \frac{F - « mg}{« mg} \right)$$

$$S = \frac{F - « mg}{2« m^2 g} F t_1^2$$

Максимальный балл – 100. Проведен анализ, Получено решение с правильным ответом.
80 баллов. Не проведен анализ, задача решена для второго случая.
60 баллов. Идея решения верна. Ответ получен неверно из-за ошибок в выкладках.
До 30 баллов, по усмотрению проверяющего, за разумные идеи или формулы.

Задание 3

На горизонтальную поверхность льда при температуре $t_1 = 0^0$ С кладут однокопеечную монету нагретую до температуры $t_2 = 50^0$ С. Монета проплавляет лед и опускается в образовавшуюся лунку. На какую часть своей толщины она погрузится в лед? Удельная теплоемкость материала монеты *c* = 380 Дж/ (кг · К), его плотность ρ = 8,9 г/см^3. Удельная теплота плавления льда 3,4 ·10^5 Дж/кг, плотность льда $\rho_л$ = 900 кг/м^3.

Решение

Теплота, отданная монетой при остывании

$$Q_1 = cm_1 \Delta t$$

Теплота, затраченная на плавление льда

$$Q_2 = ª m_л$$

Тогда из уравнения теплового баланса можем записать:

$$cm_1 \Delta t = ª m_л$$

Пусть *S* - площадь одной из сторон монеты, *d* – ее толщина, а d_1 – глубина лунки, тогда

$$m_1 = V_1 ° = Sd° \qquad m_л = Sd_1 °_л$$

Подставив выражения для масс, получим

$$cSd° \Delta t = ª Sd_1 °_л$$

Отношение

$$\frac{d_1}{d} = \frac{c° \Delta t}{ª °_л} = 0{,}55$$

Максимальный балл – 80. Получено решение с правильным ответом.
60 баллов. Идея решения верна, но сделаны математические ошибки.
30 баллов. Написано уравнение теплового баланса.
До 15 баллов, по усмотрению проверяющего, за разумные идеи или формулы.

Задание 4

Провод *ACB* изогнут так, что точки *A, C* и *B* находятся в вершинах правильного треугольника (рис. 2). К серединам сторон *AC* и *BC* подключена перемычка *EF* из провода с вдвое меньшей площадью сечения. К точкам *A* и *B* подано напряжение U = 3 В. Найти падение напряжения на перемычке.

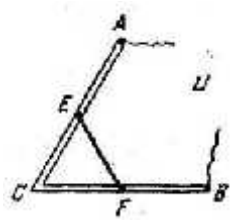

Рис.2

Решение

Обозначим через R сопротивление любого из участков *AE, EC, CF, FB*. Найдем сопротивление участка *EF* – R_1. Если S – площадь сечения любого из участков *AE, EC, CF, FB*, то площадь сечения участка *EF* будет $S/2$. Тогда R равно

$$R = \frac{\rho l}{S}$$

а для R_1 получим

$$R_1 = \frac{\rho l \cdot 2}{S} = 2R$$

Тогда схема, эквивалентная нашему соединению представлена на рисунке 3:

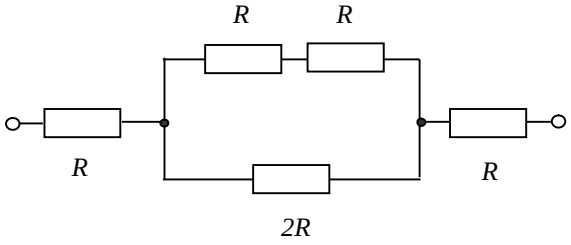

Рис.3

Сопротивление среднего участка равно R, а общее сопротивление цепи $3R$, поэтому падение напряжения на этом участке, а следовательно, и на перемычке будет

$$U_{EF} = I \cdot R = \frac{U}{3R} \cdot R = \frac{U}{3} = 1 \text{ В}$$

Максимальный балл – 60. Получено решение с правильным ответом .
Идея решения верна, но допущены ошибки в выводах и расчетах 40 баллов.
До 15 баллов, по усмотрению проверяющего, за разумные идеи или формулы.

Задание 5

Пассажир автобуса, едущего вдоль прямого канала с водой, наблюдает за световым бликом, который отбрасывается спокойной поверхностью воды от фонаря, стоящего на противоположном берегу канала. Найдите скорость движения блика по поверхности воды относительно берегов канала, если высота фонаря над поверхностью воды H, высота глаз пассажира над поверхностью воды h, скорость автобуса v.

Решение

Нарисуем вид канала сверху (см. рис. 4) и обозначим на нём положения автобуса, блика и столба буквами A, B и C соответственно. Пусть в момент времени $t = 0$ автобус находился в начале системы координат XOY — точке O, причём прямая OC была перпендикулярна берегам канала. Тогда $OA = vt$. Обозначим также $OC = L$, $AC = l$, $AB = l_1$, $BC = l_2$.

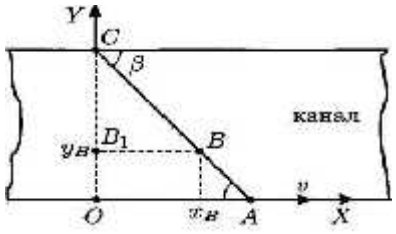

Рис. 4

Рассмотрим вид сбоку в плоскости ACB (см. рис. 5) и обозначим местонахождение глаз пассажира A_1, а вершину столба C_1. Так как при отражении угол A_1BA равен углу C_1BC, то треугольники A_1BA и C_1BC подобны.

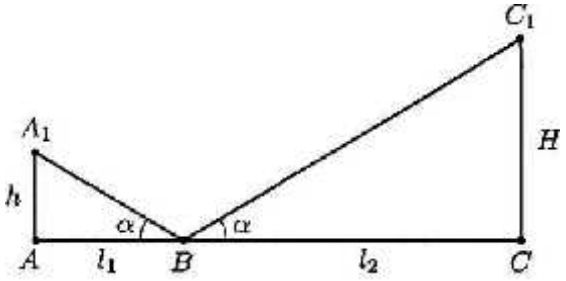

Рис. 5

Поэтому

$$\frac{BC}{AB} = \frac{H}{h}$$

Отсюда следует, что

$$\frac{BC}{AC} = \frac{BC}{AB + BC} = \frac{H}{h + H}$$

Проведём через точку B на рисунке 4 прямую, параллельную берегам канала; она пересечёт перпендикуляр CO в точке B_1. Из подобия треугольников CBB_1 и CAO получаем

$$\frac{B_1C}{OC} = \frac{BC}{AC} = \frac{H}{H + h}$$

то есть отношение $\frac{B_1C}{OC}$ есть постоянная величина. Это означает, что точка B_1 не меняет своего положения по координате y со временем. Таким образом, блик движется по прямой, проходящей через точку B_1 параллельно берегам канала. Найдём его скорость. Длины отрезков B_1B и OA равны ut и vt соответственно. Из подобия треугольников CBB_1 и CAO следует
отношение:

$$\frac{B_1B}{OA} = \frac{ut}{vt} = \frac{BC}{AC} = \frac{H}{H+h}$$

из которого получается выражение для скорости блика:

$$u = v\frac{H}{H+h}$$

Максимальный балл – 100. Сделаны построения и получено решение.
80 баллов. Идея решения верна, но допущены ошибки в расчетах.
50 баллов. Сделаны построения.
До 30 баллов, по усмотрению проверяющего, за разумные идеи или формулы.