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

Общее время выполнения работы – 4 часа.

Общие замечания по проверке

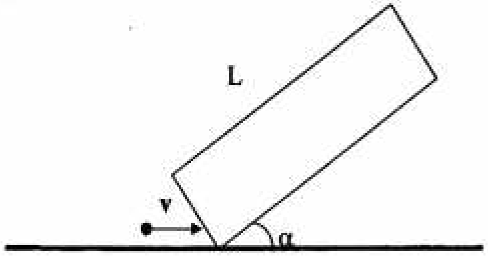
Задачи проверяются на основе 100 – балльной шкалы, что позволит более корректно расставить участников по местам. После распределения мест, при желании, можно вернуться к 10-балльной системе, простым делением полученных баллов на 10. Максимально возможный балл определяется сложностью задачи и приводится отдельно для каждой задачи.

Приводятся возможные решения задач. Если участник предлагает свое решение, которое эквивалентно приведенному, то оно оценивается по тем же критериям. Если же решение участника нерациональное, длинное, то рекомендуется оценивать его на 10 – 15 баллов ниже. Если решение, приведенное участником, более рациональное, чем рекомендуемое (такое бывает), то это следует поощрять начислением дополнительных баллов по общему согласованному решению жюри.

При организации проверки рекомендуется назначать несколько пар экспертов, каждая из которых осуществляет оценивание одной и той же задачи во всех выполненных работах.

Задание 1

В трубу длины L, наклоненную под не очень большим углом α к горизонту, влетает шарик с горизонтальной скоростью v (см. рис.). Определить время пребывания шарика в трубе, если удары об ее стенки упругие.



При решении задачи следует рассмотреть два случая:

1) скорость не очень велика и шарик, не вылетев из трубы, возвращается назад;
2) шарик пролетает трубу насквозь.

Оценим величину скорости, при которой шарик еще может вернуться назад. При упругом ударе не будет меняться проекция скорости на координату x, параллельную поверхности трубы:

$$v_x = v\cos\alpha = \text{const}.$$

Поэтому для зависимости v_x от времени получим:

$$v_x(t) = v\cos\alpha - g\,t\sin\alpha$$

В точке поворота $v_x = 0$, поэтому, если шарик возвращается, то время его пребывания в трубе t_1 будет равно:

$$t_1 = 2v\,\text{ctg}\,\alpha / g \qquad \text{это справедливо пока} \quad v \le \sqrt{L g \sin\alpha} / \cos\alpha$$

Если $v > \sqrt{L g \sin\alpha} / \cos\alpha$, то шарик пролетает трубу насквозь и время нахождения в трубе t_2 определяется из уравнения:

$$L = t_2 v\cos\alpha - g\sin\alpha\ t_2^2/2$$

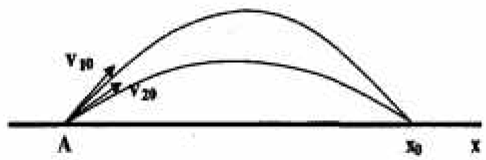
$$t_2 = (v\,\text{ctg}\,\alpha / g) - \sqrt{(v^2\cos^2\alpha - 2gL\sin\alpha)} / g\sin\alpha$$

Знак «+» перед радикалом не подходит.

Максимальный балл – 100. Проведен анализ, получены оба решения, с правильными ответами.
70 – 90 баллов. Рассмотрены оба решения. Ответы получены неверно из-за ошибок в выкладках.
50 баллов. Упущено одно из решений, а один ответ получен верно.
До 40 баллов. Рассмотрено одно решение. Ответ получен неверно из-за ошибок в выкладках.
До 30 баллов, по усмотрению проверяющего, за разумные идеи или формулы.

Задание 2

Из точки A под углом α_1 к горизонту со скоростью v_{10} брошен первый камень. С какой скоростью v_{20} из точки A надо бросить второй камень под углом α_2 к горизонту, чтобы он упал на землю в том же самом месте, что и первый?



Для решения задачи воспользуемся уравнением траектории y(x):

$$y(x) = x\,\text{tg}\,\alpha - gx^2 / (2v_0^2\cos^2\alpha) \qquad (1)$$

для точки падения $y = 0$, а по горизонтали примем $x = x_0$.
Тогда для первого камня:

$$0 = x_0\,\text{tg}\,\alpha_1 - gx_0^2 / (2v_{10}^2\cos^2\alpha_1) \qquad (2)$$

$$\text{и}\quad \text{tg}\,\alpha_1 = gx_0 / (2v_{10}^2\cos^2\alpha_1) \qquad (3);$$

а для второго:

$$\text{tg}\,\alpha_2 = gx_0 / (2v_{20}^2\cos^2\alpha_2) \qquad (4)$$

Для v_{10} и v_{20} получим:

$$v_{10}^2 = gx_0 / (2\cos^2\alpha_1\,\text{tg}\,\alpha_1) = gx_0 / \sin 2\alpha_1 \qquad (5)$$

$$v_{20}^2 = gx_0 / (2\cos^2\alpha_2\,\text{tg}\,\alpha_2) = gx_0 / \sin 2\alpha_2 \qquad (6)$$

$$v_{10} / v_{20} = \sqrt{\sin 2\alpha_2 / \sin 2\alpha_1} \qquad (7)$$

$$v_{20} = v_{10}\sqrt{\sin 2\alpha_1 / \sin 2\alpha_2}$$

Максимальный балл – 80. Получено решение с правильным ответом.
70 баллов. Идея решения верна, но сделаны математические ошибки.
40 баллов. Уравнение траектории написано сразу или выведено из кинематических уравнений (30 баллов) и получены выражения для тангенсов (10 баллов).
До 20 баллов, по усмотрению проверяющего, за разумные идеи или формулы.

Задание 3.

В дне цилиндрического сосуда просверлили отверстие площадью S_1, перевернули сосуд вверх дном и плотно вставили длинную тонкостенную трубку. Сосуд поставили на ровный резиновый лист. Масса сосуда - M, трубки – m, площадь дна сосуда - S_2, высота – h. Сверху в трубку наливают воду. До какой высоты H можно налить воду, чтобы она не вытекала из сосуда?

Вода будет вытекать из сосуда при условии, что сила давления жидкости на дно перевернутого сосуда будет не меньше его веса вместе с трубкой.

$$p_1 (S_1 - S_2) \geq (M + m) g,$$

$$\text{где } p_1 = \rho g h_1 = \rho g(H - h)$$

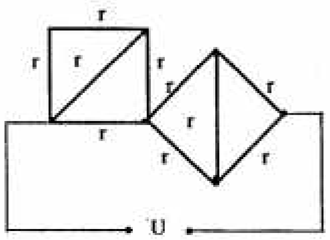
$$\rho g(H - h) (S_1 - S_2) \geq (M + m) g$$

$$H = h + (M + m) / [\rho (S_1 - S_2)]$$

Максимальный балл – 60. Получено решение с правильным ответом.
50 баллов. Идея решения верна, но допущены ошибки в расчетах.
30 баллов. Определено условие, при котором вода будет вытекать.
До 15 баллов, по усмотрению проверяющего, за разумные идеи или формулы.

Задание 4.

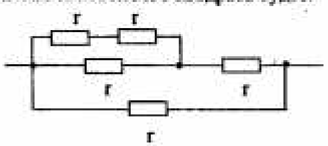
Найти ток в цепи, если сопротивление каждой стороны квадратов, а также сопротивление диагоналей равно r = 4 Ом. Напряжение, приложенное к схеме U = 19,5 В.



Сопротивление правого квадрата R_2 считается просто, так как диагональ можно убрать.

$$\text{Тогда } R_2 = 2r \cdot 2r / (2r + 2r) = r$$

Эквивалентная схема левого квадрата будет:



$$\text{Сопротивление верней части } 2/3\, r + r = 5/3\, r$$

$$\text{Общее сопротивление квадрата } R_1 = (5/3\, r \cdot r) / (5/3 r + r) = 5/8\, r$$

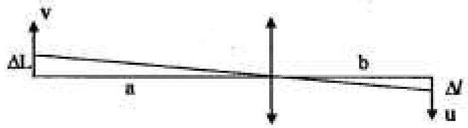
$$\text{Общее сопротивление цепи } R = 5/8\, r + r = 13/8\, r = 13/2 \text{ Ом}$$

$$\text{Ток в цепи } I = U/R = 3 \text{ А}$$

Максимальный балл – 100. Получено решение и численный ответ
80 баллов. Идея решения верна, но сделаны математические ошибки.
70 баллов. Правильно найдено сопротивление, не рассчитана величина тока.
50 баллов. Неверно решен любой из квадратов.
До 30 баллов, по усмотрению проверяющего, за разумные идеи или формулы.

Задание 5

Точка движется со скоростью v = 1 м/с перпендикулярно главной оптической оси собирающей линзы с фокусным расстоянием F = 20 см, пересекая ось на расстоянии a = 60 см от линзы. С какой скоростью u движется изображение точки? Будет ли меняться скорость движения изображения по мере удаления от оси, если скорость точки будет оставаться постоянной? Ответ обосновать.



$$\Delta L = v\, \Delta t \quad \text{и} \quad \Delta l = u\, \Delta t$$

$$\Delta L / \Delta l = v / u = a / b \quad b \text{ из формулы линзы } 1/F = 1/a + 1/b$$

$$b = F a / (a - F)$$

$$u = F v / (a - F) = 0{,}5 \text{ м/с}$$

При удалении точки от оси скорость u будет неизменной, если скорость v не меняется. Пусть точка находится на расстоянии L от оси, а ее изображение на расстоянии *l*.

Тогда расстояние до центра линзы: у точки – $d_1 = \sqrt{a^2 + L^2}$;

$$\text{у изображения - } d_2 = \sqrt{b^2 + l^2}$$

$$L = v\, t \quad l = u\, t \quad \Delta L / \Delta l = v\, \Delta t / u\, \Delta t = d_1 / d_2$$

$$u / v = d_2 / d_1$$

Это отношение будет неизменным:

$$u^2 / v^2 = (b^2 + u^2 t^2) / (a^2 + v^2 t^2)$$

$$u^2 a^2 / v^2 + u^2 t^2 = b^2 + u^2 t^2$$

$$u / v = b / a$$

Максимальный балл – 100. Получено решение и численный ответ, показано, что скорость движения изображения будет неизменной при постоянной скорости движения предмета.
80 баллов. Идея решения верна в обеих частях задачи, но допущены ошибки в расчетах.
50 баллов. Не получено доказательство постоянства скорости движения изображения.
40 баллов. Идея решения верна в первой части задачи, но допущены ошибки в расчетах.
До 30 баллов, по усмотрению проверяющего, за разумные идеи или формулы.