



Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда»
по естественным наукам

Заключительный этап
2016-2017 уч. год

Задания, ответы и критерии оценивания

9 класс
Вариант 1

физика

Задача № 5 (15 баллов)

Человек строил себе дом. Осталось только сделать крышу. Строитель захотел добиться того, чтобы капли дождя попадающие на крышу скатывались с неё как можно быстрее. Определите угол наклона крыши, необходимый для достижения данной цели. Трением капель о крышу пренебречь.



Ответ: $\alpha = 45^\circ$

Решение и критерии оценивания:

Второй закон Ньютона для скатывающейся капли: $mg \sin \alpha = ma$. (4 балла)

Проходимое каплей расстояние: $S = \frac{1}{2} \frac{x}{\cos \alpha}$, где x – ширина дома.

(4 балла)

$$\text{Время скатывания: } t = \sqrt{\frac{2S}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot \frac{1}{2} \frac{x}{\cos \alpha}}{g \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{2x}{g \sin 2\alpha}}.$$

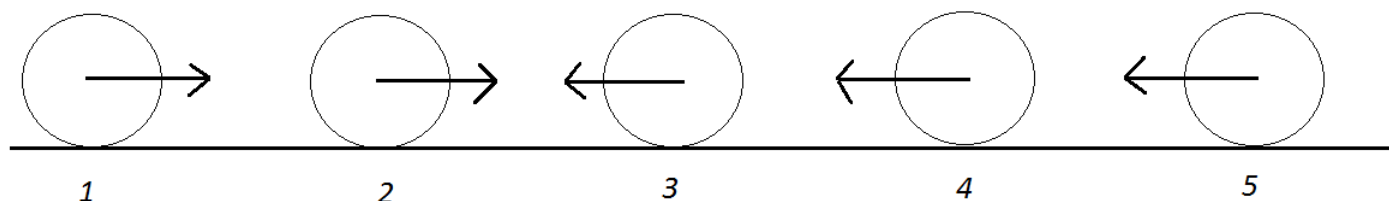
(4 балла)

Время скатывания будет минимальным, если $\sin 2\alpha = 1$, т.е. $\alpha = 45^\circ$.

(3 балла)

Задача № 6 (10 баллов)

Пять одинаковых шариков катятся по гладкой горизонтальной поверхности навстречу друг другу. Скорости первого и второго $v_1 = v_2 = 0,5 \text{ м/с}$, а остальных $v_3 = v_4 = v_5 = 0,3 \text{ м/с}$. Начальные расстояния между шарами одинаковые $l = 1 \text{ м}$. Все столкновения – абсолютно упругие. Через какое время произойдет последнее столкновение в данной системе?



Ответ: 5 с

Решение и критерии оценивания:

В результате абсолютно упругого удара одинаковые шарики «обмениваются» скоростями.

(4 балла)

Следовательно, ситуацию можно рассматривать таким образом, как будто шарики проходят с неизменной скоростью «сквозь» друг друга. Последнее столкновение произойдет в момент «прохождения» первого шарика мимо пятого.

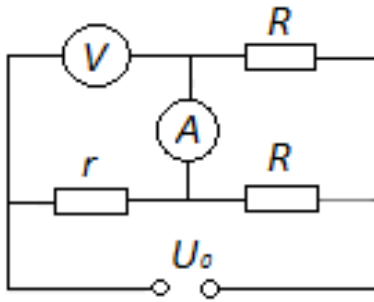
(4 балла)

Соответствующее время: $t = \frac{4l}{v_1 + v_5} = \frac{4}{0,8} = 5 \text{ с}$

(2 балла)

Задача № 7 (15 баллов)

Источник питания и измерительные приборы в представленной схеме считать идеальными. Определите, на сколько изменятся показания приборов, если вольтметр и амперметр поменять местами. Известно, что напряжение, выдаваемое источником питания $U_0 = 45 \text{ В}$, сопротивления $R = 50 \text{ Ом}$ и $r = 20 \text{ Ом}$.



Ответ: показания амперметра увеличились на $0,4\text{ A}$, а вольтметра уменьшились на $7,14\text{ B}$

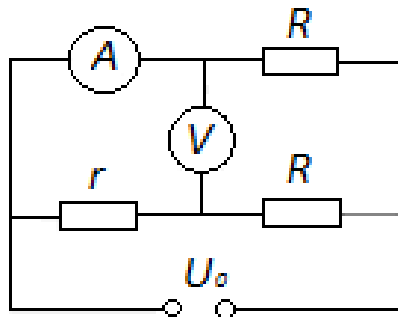
Решение и критерии оценивания:

В исходной схеме общее сопротивление: $R_{\text{общ}} = \frac{R}{2} + r = 45\text{ Ом}$. **(2 балла)**

Следовательно, общий ток: $I_{\text{общ}} = \frac{U_0}{R_{\text{общ}}} = 1\text{ A}$. **(2 балла)**

Т.е. начальные показания приборов: $U_1 = I_{\text{общ}}r = 20\text{ B}$ и $I_1 = \frac{I_{\text{общ}}}{2} = 0,5\text{ A}$ **(2 балла)**

Если приборы поменять местами, то:



Показание амперметра: $I_2 = \frac{U_0}{R} = \frac{45}{50} = 0,9\text{ A}$. **(2 балла)**

Ток, который будет протекать через резистор r : $I = \frac{U_0}{R+r} = \frac{45}{70}$, **(2 балла)**

Следовательно, новые показания вольтметра: $U_2 = Ir = \frac{45}{70} \cdot 20 \approx 12,86\text{ B}$ **(2 балла)**

Т.е. показания амперметра увеличились на $0,4\text{ A}$, а вольтметра уменьшились на $7,14\text{ B}$ **(3 балла)**

Задача № 8 (10 баллов)

С помощью электроплитки мощностью $P = 1000 \text{ Вт}$ нагревается некоторое количество воды. При включении электроплитки на $t_1 = 2 \text{ мин}$ температура воды увеличилась на $\Delta T = 2^\circ\text{C}$, а после отключения нагревателя температура уменьшилась до исходного значения за $t_2 = 1 \text{ мин}$. Определите массу нагреваемой воды, если тепловая мощность тепловых потерь постоянна. Удельная теплоемкость воды $c_B = 4200 \text{ Дж/кг}\cdot^\circ\text{C}$

Ответ: 4,76 кг

Решение и критерии оценивания:

Закон сохранения энергии, в ходе нагрева воды: $P \cdot t_1 = cm\Delta T + P_{\text{потерь}} \cdot t_1$. **(4 балла)**

При отключенной плитке: $P_{\text{потерь}} = \frac{cm\Delta T}{t_2}$. **(3 балла)**

В результате получаем: $m = \frac{P \cdot t_1 \cdot t_2}{c\Delta T(t_1 + t_2)} = \frac{1000 \cdot 120 \cdot 60}{4200 \cdot 2 \cdot (120 + 60)} = 4,76 \text{ кг}$ **(3 балла)**



Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда»
по естественным наукам

Заключительный этап
2016-2017 уч. год

Задания, ответы и критерии оценивания

9 класс
Вариант 2

физика

Задача № 5 (15 баллов)

Человек строил себе дом. Осталось только сделать крышу. Строитель захотел добиться того, чтобы капли дождя попадающие на крышу скатывались с неё как можно быстрее. Определите угол наклона крыши, необходимый для достижения данной цели. Трением капель о крышу пренебречь.



Ответ: $\alpha = 45^\circ$

Решение и критерии оценивания:

Второй закон Ньютона для скатывающейся капли: $mg \sin \alpha = ma$ **(4 балла)**

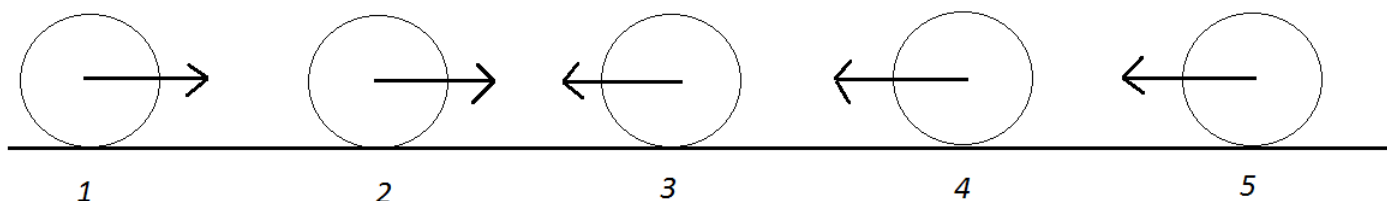
Проходимое каплей расстояние: $S = \frac{1}{2} \frac{x}{\cos \alpha}$, где x – ширина дома. **(4 балла)**

Время скатывания: $t = \sqrt{\frac{2S}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot \frac{1}{2} \frac{x}{\cos \alpha}}{g \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{2x}{g \sin 2\alpha}}$. **(4 балла)**

Время скатывания будет минимальным, если $\sin 2\alpha = 1$, т.е. $\alpha = 45^\circ$. **(3 балла)**

Задача № 6 (10 баллов)

Пять одинаковых шариков катятся по гладкой горизонтальной поверхности навстречу друг другу. Скорости первого и второго $v_1 = v_2 = 0,5 \text{ м/с}$, а остальных $v_3 = v_4 = v_5 = 0,1 \text{ м/с}$. Начальные расстояния между шарами одинаковые $l = 2 \text{ м}$. Все столкновения – абсолютно упругие. Сколько времени пройдет между первым и последним столкновениями в данной системе?



Ответ: 10 с

Решение и критерии оценивания:

В результате абсолютно упругого удара одинаковые шарики «обмениваются» скоростями. **(4 балла)**

Следовательно, ситуацию можно рассматривать таким образом, как будто шарики проходят с неизменной скоростью «сквозь» друг друга. Первое столкновение происходит между вторым и третьим шариком. Последнее столкновение произойдет в момент «прохождения» первого шарика мимо пятого.

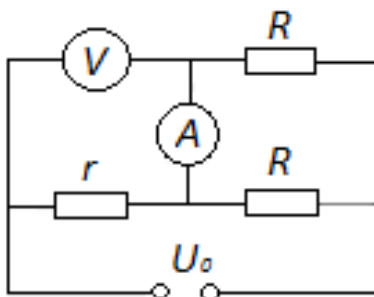
(4 балла)

Соответствующее время: $t = \frac{3l}{v_1 + v_5} = \frac{3 \cdot 2}{0,6} = 10 \text{ с}$

(2 балла)

Задача №7 (15 баллов)

Источник питания и измерительные приборы в представленной схеме считать идеальными. Определите, на сколько изменятся показания приборов, если вольтметр и амперметр поменять местами. Известно, что напряжение, выдаваемое источником питания $U_0 = 90 \text{ В}$, сопротивления $R = 50 \text{ Ом}$ и $r = 20 \text{ Ом}$.



Ответ: показания амперметра увеличились на $0,8\text{ A}$, а вольтметра уменьшились на $14,3\text{ В}$

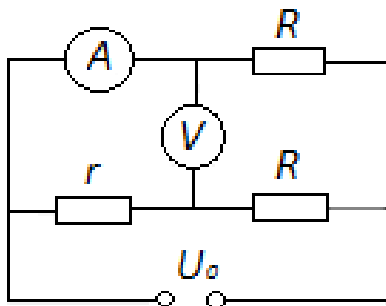
Решение и критерии оценивания:

В исходной схеме общее сопротивление: $R_{\text{общ}} = \frac{R}{2} + r = 45\text{ Ом}$. (2 балла)

Следовательно, общий ток: $I_{\text{общ}} = \frac{U_0}{R_{\text{общ}}} = 2\text{ A}$. (2 балла)

Т.е. начальные показания приборов: $U_1 = I_{\text{общ}}r = 40\text{ В}$ и $I_1 = \frac{I_{\text{общ}}}{2} = 1\text{ A}$ (2 балла)

Если приборы поменять местами, то:



Показание амперметра: $I_2 = \frac{U_0}{R} = \frac{90}{50} = 1,8\text{ A}$. (2 балла)

Ток, который будет протекать через резистор r : $I = \frac{U_0}{R+r} = \frac{90}{70}$, (2 балла)

Следовательно, новые показания вольтметра: $U_2 = Ir = \frac{90}{70} \cdot 20 \approx 25,7\text{ В}$ (2 балла)

Т.е. показания амперметра увеличились на $0,8\text{ A}$, а вольтметра уменьшились на $14,3\text{ В}$ (3 балла)

Задача № 8 (10 баллов)

С помощью электроплитки мощностью $P = 500\text{ Вт}$ нагревается некоторое количество воды. При включении электроплитки на $t_1 = 1\text{ мин}$ температура воды увеличилась на $\Delta T = 2^\circ\text{C}$, а после отключения нагревателя температура уменьшилась до исходного значения за $t_2 = 2\text{ мин}$. Определите массу нагреваемой воды, если тепловых мощность тепловых потерь постоянна. Удельная теплоемкость воды $c_B = 4200\text{ Дж/кг}\cdot^\circ\text{C}$

Ответ: $2,38\text{ кг}$

Решение и критерии оценивания:

Закон сохранения энергии, в ходе нагрева воды: $P \cdot t_1 = cm\Delta T + P_{\text{потерь}} \cdot t_1$. **(4 балла)**

При отключенной плитке: $P_{\text{потерь}} = \frac{cm\Delta T}{t_2}$. **(3 балла)**

В результате получаем: $m = \frac{P \cdot t_1 \cdot t_2}{c\Delta T(t_1 + t_2)} = \frac{500 \cdot 120 \cdot 60}{4200 \cdot 2 \cdot (120 + 60)} = 2,38 \text{ кг}$ **(3 балла)**