

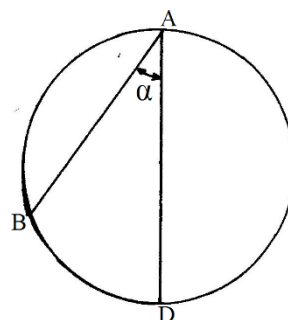
Второй (заключительный) этап XIX олимпиады школьников
«Шаг в будущее» для 8-10 классов по образовательному предмету
«Физика», 9 класс, весна 2017 г.

Вариант №9

1. Десятиклассник Иван Иванов вышел из дома и пошел в школу. Сначала он третью часть своего пути шел со скоростью $v_1 = 4$ км/ч. Поняв, что не успевает, Иван побежал со скоростью $v_2 = 9$ км/ч и бежал с этой скоростью третью часть всего своего времени движения. Устав бежать, десятиклассник оставшуюся часть пути шел со скоростью, равной средней скорости на всем пути. Найдите эту скорость.

(20 баллов)

2. Из верхней точки окружности А одновременно начинают двигаться две одинаковые бусинки. Одна бусинка падает вдоль диаметра AD, другая скользит по абсолютно гладкой хорде AB, составляющей угол $\alpha = 30^\circ$ с вертикалью. Найдите отношение времени, за которое одна бусинка достигнет точки D, ко времени, за которое другая бусинка достигнет точки B.

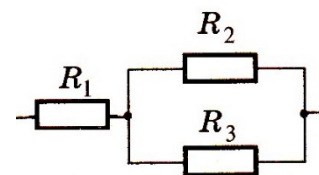


(20 баллов)

3. Три одинаковых бруска, каждый массой m , связанных между собой невесомыми нерастяжимыми нитями, движутся по горизонтальной поверхности под действием силы F , приложенной к первому бруску и направленной вверх под углом α к горизонту. Найдите силу натяжения нити между последними брусками, если коэффициент трения брусков о поверхность μ .

(20 баллов)

4. В схеме, показанной на рисунке, $R_1 = 3$ Ом, $R_2 = 2$ Ом и $R_3 = 4$ Ом. На резисторе R_1 выделяется мощность 27 Вт. Определите, какая мощность выделяется на резисторе R_2 .



(20 баллов)

5. На зимней дороге при температуре снега минус 10°C автомобиль в течение 1 мин буксует, развивая мощность 12 кВт. Какой объем воды образуется при буксировании автомобиля, если считать, что вся энергия, выделившаяся при буксировании, идет на нагревание и плавление снега? Удельная теплоемкость льда $c = 2100$ Дж/(кг \cdot °C), удельная теплота плавления льда $\lambda = 33 \cdot 10^4$ Дж/кг.

(20 баллов)

Решения заданий для 9 класса. Вариант 9.

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАЧ.

- Максимальный балл за каждую задачу – 20.
- За каждую задачу выставляется целое число баллов от 0 до 20. Если задача отсутствует, то в таблице пишется Х.
- Если решение задачи содержит разрозненные записи, присутствует рисунок (хоть частично правильный) и одна- две правильные формулы, но решение, как таковое отсутствует или абсолютно неверное, то можно поставить 1-2 балла.
- Если решение верное, содержит все необходимые формулы и физические законы, имеет понятные пояснения, а также проведены необходимые математические преобразования и получен правильный ответ (ответы) – это 20 баллов.
- Верные решения задач могут отличаться от авторских.
- За отсутствие пояснений, численных расчетов или единиц физических величин при верном решении задачи можно снять 1-2 балла.
- В случае если задача содержит правильный путь решения, но не доведена до ответа или получен неправильный ответ, при этом присутствуют отдельные правильные элементы решения, то оценивание провести по критериям, приведенным ниже после каждой задачи.

1. Десятиклассник Иван Иванов вышел из дома и пошел в школу. Сначала он третью часть своего пути шел со скоростью $v_1 = 4$ км/ч. Поняв, что не успевает, Иван побежал со скоростью $v_2 = 9$ км/ч и бежал с этой скоростью третью часть всего своего времени движения. Устав бежать, десятиклассник оставшуюся часть пути шел со скоростью, равной средней скорости на всем пути. Найдите эту скорость. (20 баллов)

Решение

Обозначения: s – весь путь, t – все время движения школьника.

1. Средняя скорость на третьем участке и, соответственно на всем пути

$$V_{\text{cp}} = V_3 = \frac{s}{t}$$

2. Параметры движения школьника на каждом участке его пути представлены в таблице

Участок пути	Скорость	Путь	Время
1	v_1	$\frac{s}{3}$	$\frac{s}{3v_1}$
2	v_2	$\frac{v_2 t}{3}$	$\frac{t}{3}$
3	$v_3 = \frac{s_3}{t_3} = \frac{s}{t}$	s_3	t_3

3. Пользуясь таблицей, найдём путь и время движения на третьем участке:

$$s_3 = s - \frac{s}{3} - v_2 \frac{t}{3} = \frac{2s}{3} - \frac{v_2 t}{3},$$

$$t_3 = t - \frac{t}{3} - \frac{s}{3v_1} = \frac{2t}{3} - \frac{s}{3v_1}.$$

4. Уравнение для нахождения средней скорости

$$V_{cp} = V_3 = \frac{s}{t} = \frac{s_3}{t_3}$$

$$\frac{s}{t} = \frac{\frac{2}{3}s - \frac{1}{3}v_2 t}{\frac{2}{3}t - \frac{s}{3v_1}}, \quad \Rightarrow \quad v_{cp} = \frac{\frac{2}{3}v_{cp} - \frac{1}{3}v_2}{\frac{2}{3} - \frac{v_{cp}}{3v_1}} \quad \Rightarrow \quad v_{cp} = \frac{(2v_{cp} - v_2)v_1}{2v_1 - v_{cp}}.$$

5. Решая полученное уравнение для v_{cp} , найдем $v_{cp} = \sqrt{v_1 v_2}$.

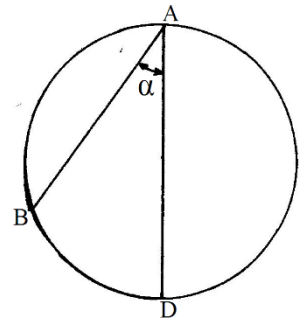
6. Расчет средней скорости $v_{cp} = \sqrt{4 \cdot 9} = 6$ км/ч.

Критерии оценивания задачи 1.

	Решение содержит следующие верные элементы решения. Баллы за каждый верный элемент решения суммируются	Мах. балл ставится, когда данный элемент решения сделан верно и полно.
1	Рассчитана скорость на 3 участке	от 1 до 3 баллов
2	Найден путь на третьем участке	от 1 до 3 баллов

3	Рассчитано время движения на третьем участке	от 1 до 4 баллов
4	Получено уравнение для расчета средней скорости	от 1 до 4 баллов
5	Получено выражение для средней скорости	от 1 до 3 баллов
6	Рассчитана средняя скорость	от 1 до 3 баллов

3. Из верхней точки окружности А одновременно начинают двигаться две одинаковые бусинки. Одна бусинка падает вдоль диаметра AD, другая скользит по абсолютно гладкой хорде АВ, составляющей угол $\alpha=30^0$ с вертикалью. Найдите отношение времени, которое одна бусинка достигнет точки D, ко времени, за которое другая бусинка достигнет точки В.



за

(20 баллов)

Решение

Пусть диаметр окружности равен D . Тогда время движения по диаметру AD равно

$$t_1 = \sqrt{\frac{2D}{g}}$$

Время движения по хорде АВ равно

$$t_2 = \sqrt{\frac{2D \cos \alpha}{g \cos \alpha}} = t_1$$

Критерии оценивания задачи 2.

	Решение содержит следующие верные элементы решения. Баллы за каждый верный элемент решения суммируются	Мах. балл ставится, когда данный элемент решения сделан верно и полно.
1	Рассчитано время движения по диаметру	от 1 до 8 баллов
2	Рассчитано время движения по хорде	от 1 до 8 баллов
3	Сделан вывод о равенстве времен движения	от 1 до 4 баллов

4. Три одинаковых бруска, каждый массой m , связанных между собой невесомыми нерастяжимыми нитями, движутся по горизонтальной поверхности под действием силы F , приложенной к первому бруску и направленной вверх под углом α к горизонту. Найдите силу натяжения нити между последними брусками, если коэффициент трения брусков о поверхность μ .
(20 баллов)

Решение

Запишем уравнения динамики движения для третьего, второго и первого тел соответственно:

$$T - \mu mg = ma$$

$$T' - T - \mu mg = ma$$

$$F \cos \alpha - T' - \mu(mg - F \sin \alpha) = ma$$

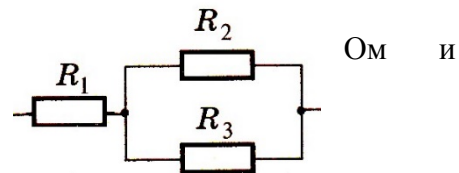
Решая эту систему уравнений относительно T , получим

$$T = \frac{F(\cos \alpha + \mu \sin \alpha)}{3}$$

Критерии оценивания задачи 3.

	Решение содержит следующие верные элементы решения. Баллы за каждый верный элемент решения суммируются	Мах. балл ставится, когда данный элемент решения сделан верно и полно.
1	Составлены уравнения динамики движения системы брусков	от 1 до 5 баллов за каждое уравнение
2	Получено выражение для искомой силы	от 1 до 5 баллов

5. В схеме, показанной на рисунке, $R_1 = 3$ Ом, $R_2 = 2$ Ом, $R_3 = 4$ Ом. На резисторе R_1 выделяется мощность 27 Вт. Определите, какая мощность выделяется на резисторе R_2 .



(20 баллов)

Решение

Напряжение на первом резисторе равно

$$U_1 = \sqrt{P_1 R_1}$$

Отношение напряжений на первом и втором резисторах равно

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{R_2 R_3}{R_1 (R_2 + R_3)}$$

Мощность на втором резисторе равна

$$P_2 = \frac{P_1 R_2 R_3^2}{R_1 (R_2 + R_3)^2} = 8 \text{ Вт}$$

Критерии оценивания задачи 4.

	Решение содержит следующие верные элементы решения. Баллы за каждый верный элемент решения суммируются	Мах. балл ставится, когда данный элемент решения сделан верно и полно.
1	Рассчитано напряжение на первом резисторе равно	от 1 до 8 баллов
2	Рассчитано отношение напряжений на первом и втором резисторах	от 1 до 8 баллов
3	Рассчитана мощность на втором резисторе	от 1 до 4 баллов

б. На зимней дороге при температуре снега минус 10°C автомобиль в течение 1 мин буксует, развивая мощность 12 кВт. Какой объем воды образуется при буксировании автомобиля, если считать, что вся энергия, выделившаяся при буксировании, идет на нагревание и плавление снега? Удельная теплоемкость льда $c = 2100 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 33 \cdot 10^4 \text{ Дж}/\text{кг}$.

(20 баллов)

Решение

Согласно закону сохранения энергии имеем:

$$A = Q_1 + Q_2, \text{ где } A = N \cdot t$$

$$Q_1 = cm (t_{пл} - t_1)$$

$$Q_2 = \lambda m$$

$$N \cdot t = cm (t_{пл} - t_1) + \lambda m$$

$$m = N \cdot t / (c \cdot (t_{пл} - t_1) + \lambda)$$

$$m = 12000 \cdot 60 / (2100 \cdot (0 + 10) + 330000); m \approx 2,05 \text{ кг, искомый объем } 2,05 \text{ л.}$$

Решение

Согласно закону сохранения энергии имеем:

$$A = Q_1 + Q_2, \text{ где } A = N \cdot t$$

$$Q_1 = cm (t_{пл} - t_1)$$

$$Q_2 = \lambda m$$

$$N \cdot t = cm (t_{пл} - t_1) + \lambda m$$

$$m = N \cdot t / (c \cdot (t_{пл} - t_1) + \lambda)$$

$$m = 12000 \cdot 60 / (2100 \cdot (0 + 10) + 330000); m \approx 2,05 \text{ кг, искомый объем } 2,05 \text{ л.}$$

Критерии оценивания задачи 5.

	Решение содержит следующие верные элементы решения. Баллы за каждый верный элемент решения суммируются	Мах. балл ставится, когда данный элемент решения сделан верно и полно. (МАХ = 20 баллов)
1	Составлено уравнение теплового баланса	от 1 до 5 баллов
2	Посчитаны слагаемые, входящие в уравнение теплового баланса	от 1 до 5 баллов
3	Рассчитан объем воды	от 1 до 10 баллов