МЕЖДИСЦИПЛИНАРНАЯ МНОГОПРОФИЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА

«ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО»

Профиль «Авиатехнологии»

Заключительный этап

2021 – 2022 учебный год

Задания для 8-9 класса

1. Решить задачу (10 баллов)

Во второй мировой войне из корабельного артиллерийского орудия с линкора «Ришелье» были обстреляны японские укрепления. Выстрелы производились под углом 35° к горизонту, снарядами массой 890 кг с начальной скоростью 820 м/с. Если удельная теплота сгорания пороха равна 1,04 МДж/кг, то определите массу пороха, которая потребовалась для такого выстрела. Потерями энергии пренебречь. Ответ представьте в кг и округлите до целого.

Решение:

Дано: $\alpha = 35^{\circ}$, M = 890 кг, V0 = 820 м/с, q = 6∙106 Дж/кг. Найти: m -?

Так как потерями можно пренебречь, то по закону сохранения энергии всё тепло, выделившееся при сгорании пороха, перейдет в кинетическую энергию снаряда

$qm = \frac{MV^2}{2}$. (5 б.)

Выразим массу пороха: $m = \frac{MV^2}{2q} = \frac{890 \cdot 820^2}{2 \cdot 1{,}04 \cdot 10^6} = 288$ кг. (5 б)

Ответ: m = 288 кг.

2. Решить задачу (10 баллов)

В схеме электроснабжения самолета два резистора R_1 = 3 Ом и R_2 = 6 Ом включены последовательно в цепь постоянного тока. Найдите отношение количества теплоты, выделяющегося на резисторе R_1, к количеству теплоты, выделяющемуся на резисторе R_2 за одинаковое время.

Решение.

В цепи постоянного тока I = const и так как резисторы соединены последовательно, ток в неразветвленной цепи одинаковый, следовательно, через каждый резистор течет одинаковый ток. (2 б)

Согласно закону Джоуля - Ленца, количество теплоты, выделяемое на каждом резисторе за одинаковое время, будет равно

$$Q_1 = I^2 R_1 t \quad \text{и} \quad Q_2 = I^2 R_2 t. \qquad (5 б)$$

Найдем отношение $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{3}{6} = 0{,}5$ (3 б)

Ответ: 0,5

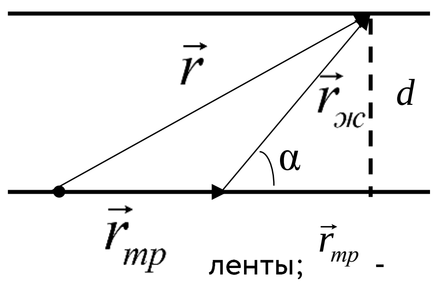
3. Решить задачу (25 баллов)

Жук переползает горизонтальную ленту транспортера, движущуюся с багажом в зале аэропорта. Жук ползет относительно ленты шириной 1 м под постоянным углом 60° к направлению движения ленты. За время его передвижения от одного края транспортера к другому краю, лента сдвинулась относительно Земли на 2 м. На какое расстояние сместился жук относительно Земли? Ответ записать в СИ и округлить до десятых.

Решение.

Дано: d = 1 м, rтр =2 м, α = 60° Найти: r - ?

Сделаем рисунок (5 б)



d – ширина транспортерной ленты;

$\vec{r}$ - перемещение жука относительно Земли; $\vec{r}_{ж}$ - перемещение жука относительно транспортерной ленты; $\vec{r}_{тр}$ - перемещение транспортерной ленты.

По правилу сложения векторов: $\vec{r} = \vec{r}_{тр} + \vec{r}_{ж}$ (5 б)

Из рисунка определим rж. $\sin\alpha = \frac{d}{r_{ж}} \Rightarrow r_{ж} = \frac{d}{\sin\alpha} = \frac{1\cdot 2}{\sqrt{3}} = \frac{2}{\sqrt{3}}$ м. (5 б)

По теореме косинусов найдем модуль вектора $\vec{r}$

$$r = \sqrt{r_{тр}^2 + r_{ж}^2 + 2\cdot r_{тр}\cdot r_{ж}\cdot\cos\alpha} = \sqrt{4 + \frac{4}{3} + 2\cdot 2\cdot\frac{2}{\sqrt{3}}\cdot\frac{1}{2}} \approx 2{,}8$$ м. (10 б)

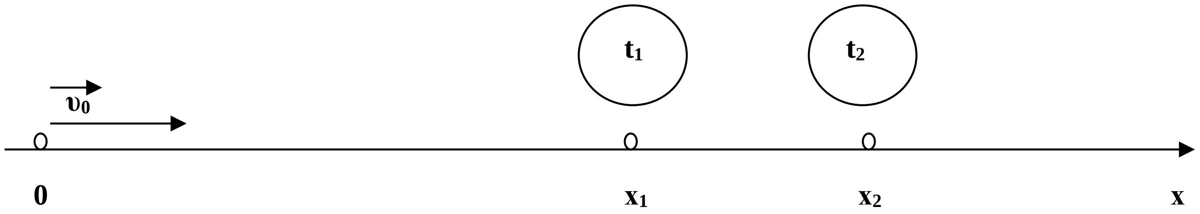
Ответ: 2,8 м

4. Решить задачу (25 баллов)

Реактивный самолёт летит со скоростью **υ0**. С некоторого момента времени самолёт движется с постоянным ускорением в течение времени **t0** и в последнюю секунду равноускоренного движения проходит путь S. Определите ускорение и конечную скорость самолёта на этом участке пути.

Решение.

Сделаем рисунок. (5 б)



Начало системы отсчета выбираем в той точке пространства, в которой самолёт начал двигаться с ускорением, время отсчитываем с того же момента, то есть одновременно с включением ускорения включается секундомер. Обозначим t_1 – начало последней секунды равноускоренного движения, t_2 – конец последней секунды равноускоренного движения.

Кинематическое уравнение для координаты самолета:

$$x = \upsilon_{0x}\cdot t + \frac{a_x\cdot t^2}{2} \quad (1).$$

Так как знак проекции ускорения самолета на ось OX не известен (то есть, ускоряется самолёт или тормозит), величина проекции может быть как положительной, так и отрицательной. Проекция υ0x – положительная.

Тогда уравнение (1) для моментов времени t_1 и t_2 примет вид:

$$x_1 = \upsilon_0 \cdot t_1 + \frac{a_x \cdot t_1{}^2}{2} \quad (2),$$

$$x_2 = \upsilon_0 \cdot t_2 + \frac{a_x \cdot t_2{}^2}{2} \quad (3). \qquad (5\ б)$$

По условию задачи:

$$t_2 = t_0 \quad (4)$$

$$t_2 - t_1 = \Delta t \quad (5), \text{ где } \Delta t = 1 \text{ с}.$$

$$x_2 - x_1 = S \quad (6),$$

В условии задачи идет речь о скорости в разные моменты времени, поэтому кинематическое уравнение для скорости: $\upsilon_x = \upsilon_{0x} + a_x \cdot t$ запишем для момента времени t_2, с учетом того, что проекция скорости υ_{2x} - положительная

$$\upsilon_2 = \upsilon_0 + a_x \cdot t_2 \quad (7). \qquad (5\ б)$$

Ускорение a_x и конечную скорость υ_{2x}, которые требуется найти, определим, решая систему уравнений (2 – 7). Подставив (2, 3) в (6) и воспользовавшись (4, 5), получим значение ускорения $\boldsymbol{a_x}$:

$$a_x = \frac{2(S - \upsilon_0 \Delta t)}{\Delta t(2t_0 - \Delta t)}. \qquad (5\ б)$$

Подставив найденное значение ускорения в (7), получим значение конечной скорости $\boldsymbol{\upsilon_2}$:

$$\upsilon_2 = \upsilon_0 + \frac{2(S - 2\upsilon_0 \Delta t)}{\Delta t(2t_0 - \Delta t)} \cdot t_0. \quad (5\ б)$$

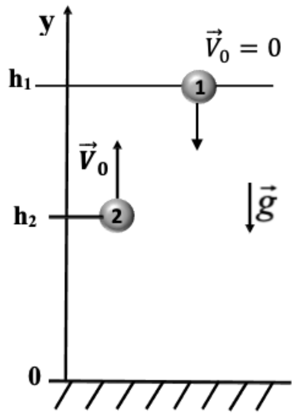
Ответ: ускорение $a_x = \frac{2(S - \upsilon_0 \Delta t)}{\Delta t(2t_0 - \Delta t)}$, конечная скорость самолёта $\upsilon_2 = \upsilon_0 + \frac{2(S - 2\upsilon_0 \Delta t)}{\Delta t(2t_0 - \Delta t)} \cdot t_0$

5. ***Решить задачу (30 баллов)***

С неподвижного аэростата, находящегося на высоте h_1 над Землей, сбросили вниз на заданную площадку груз без начальной скорости. С воздушного шара, поднимающегося с постоянной скоростью вверх, сбросили вниз груз в два раза большей массы, на ту же площадку с высоты h_2 над Землей. При этом $h_1 > h_2$. На площадку два груза упали одновременно. Определите время падения и скорость воздушного шара. Сопротивлением воздуха пренебречь.

Решение.

Дано: h_1, h_2 Найти: t, V_0.



Так как по условию задачи сопротивлением воздуха можно пренебречь, то у нас свободное падение тел, которое не зависит от массы падающих тел. (5 б)

Сделаем рисунок. (5 б)

Выберем начало координат на уровне площадки, куда упадут грузы.

Так как аэростат неподвижен, то первый груз падает с начальной скоростью равной нулю. Второй груз падает с поднимающегося вверх воздушного шара, следовательно у груза будет начальная скорость направленная вверх и численно равная скорости воздушного шара. (5 б)

Запишем кинематические уравнения для координаты первого и второго тел.

1 тело: $y_1 = h_1 - \frac{gt^2}{2}$.

2 тело: $y_2 = h_2 + V_0 t - \frac{gt^2}{2}$ (5 б)

Так как два груза упадут на одну и туже площадку $y_1 = y_2 = 0$.

Из первого уравнения найдем время движения грузов

$$t = \sqrt{\frac{2h_1}{g}} \quad (5\text{ б})$$

Из второго уравнения выразим начальную скорость второго груза, а значит скорость воздушного шара

$$V_0 = \frac{\frac{gt^2}{2} - h_2}{t}.$$

Подставим в это выражение время движения и получим:

$V_0 = (h_1 - h_2)\sqrt{\frac{g}{2h_1}}$.   (5 б)

Ответ: $t = \sqrt{\frac{2h_1}{g}}$, $V_0 = (h_1 - h_2)\sqrt{\frac{g}{2h_1}}$.

Внимание!

Задача считается решенной, если, помимо правильного ответа, приведены нужные объяснения и преобразования.