**Всероссийская олимпиада школьников. Школьный этап 2019/20 уч.г.**

**Физика, 9 класс, задания**

**Время выполнения 150 мин. Максимальное кол-во баллов – 40**

1. **Относительность движения.**

Пассажир поднимается по неподвижному эскалатору за время , а по движущемуся вверх эскалатору за время . Сможет ли он подняться по эскалатору, движущемуся с той же скорость вниз? Если сможет, то за какое время?

***Решение:***

Обозначим длину эскалатора S. Тогда скорость пассажира относительно неподвижного эскалатора определяется отношением .

Скорость пассажира, поднимающегося по движущемуся **вверх** эскалатору со скоростью , относительно здания по закону сложения скоростей равна:

 или , отсюда скорость эскалатора  (1).

Скорость пассажира относительно здания, поднимающегося по движущемуся **вниз** эскалатору со скоростью , по закону сложения скоростей равна:

 или , отсюда скорость эскалатора  (2).

Из равенства выражений (1) и (2), получаем: .

Выразим *t3*:

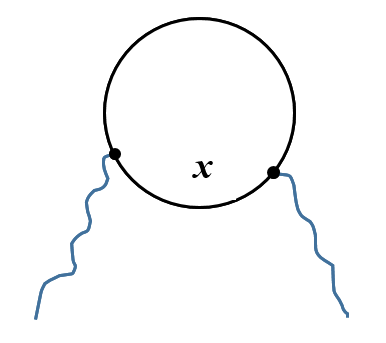
.



Пассажиру потребуется *6 минут*, чтобы подняться по движущемуся вниз эскалатору.

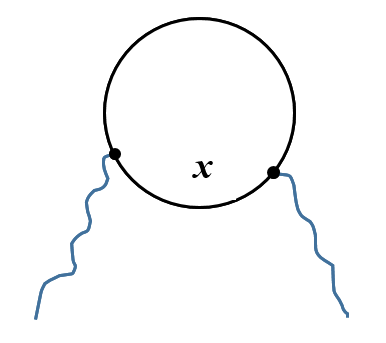
***Критерии оценивания:***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Критерии | баллы |
|  | Записана формула для нахождения скорости пассажира относительно неподвижного эскалатора. | 1 |
|  | Записана формула для нахождения скорости пассажира, поднимающегося по движущемуся **вверх** эскалатору со скоростью , относительно здания. | 2 |
|  | Записано выражение для нахождения скорости эскалатора | 2 |
|  | Получена формула для нахождения скорости пассажира относительно здания, поднимающегося по движущемуся **вниз** эскалатору со скоростью . | 2 |
|  | Получена итоговая формула для расчета времени подъема пассажира по движущемуся вниз эскалатору. | 2 |
|  | Получен верный числовой ответ. | 1 |

1. **Электрические цепи.** Из проволоки длиной  и сопротивлением  сделали замкнутое кольцо. На каком расстоянии друг от друга необходимо присоединить к кольцу контакты, чтобы сопротивление кольца было равно ?

***Решение:***

Сопротивление проводника линейно зависит от его длины, согласно формуле  или , где  ­ коэффициент пропорциональности, поскольку проводник однородный по всему кольцу.



***l-x***

По условию сопротивление кольца равно 25 Ом, что можно представить как , отсюда .

Контакты делят кольцо на 2 части  и , соединенные параллельно, сопротивления которых равны  и  соответственно. Так как общее сопротивление при параллельном соединении равно 4 Ом и определяется соотношением , то можно составить следующее уравнение:  или .

Ряд математических преобразований позволит получить квадратичное уравнение: .

Определяя дискриминант  получим значения искомой длины *x*:

,  и .

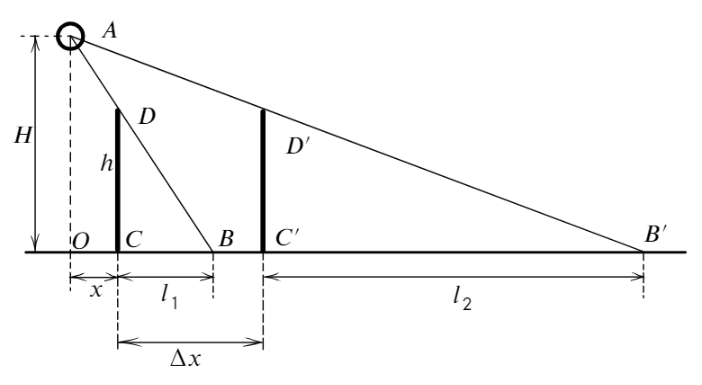
***Критерии оценивания:***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Критерии | баллы |
|  | Указано, что сопротивление проводника прямо пропорционально его длине | 1 |
|  | Указано, что контакты, разделяющие кольцо на два участка, обеспечивают их параллельное соединение | 2 |
|  | Записана формула для нахождения сопротивления при параллельном соединении | 1 |
|  | Записаны выражения для нахождения сопротивлений участков кольца через зависимость от его длины, например,  и  соответственно | 3 |
|  | Получена формула, определяющая соотношение длин участков кольца | 2 |

1. **Геометрическая оптика/**

Колышек высотой 1 м, поставленный вертикально вблизи уличного фонаря, отбрасывает тень длиной 0,8 м. Если перенести колышек на расстояние 1 м дальше от фонаря, то он будет отбрасывать тень длиной 1,25 м. На какой высоте висит фонарь?

***Решение:***

Обозначим расстояние от колышка до столба в первом случае *x*.

Тогда из подобия треугольников *OAB* и *CDB* можно выразить следующее отношение:

, где *H* – высота фонаря, *h* – высота колышка.

Из подобия треугольников *OAB’* и C*’*D*’*B*’* получим отношение , где .

Исключая из этих уравнений *x*, найдем *H*: .

Подставляем значения в итоговую формулу, получаем, что .

***Критерии оценивания:***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Критерии | баллы |
|  | Выполнено правильное построение хода лучей согласно закона прямолинейного распространения света. | 1 |
|  | Выделены на рисунке подобные треугольники, из соотношения сторон которых получены следующие выражения  и . | 2 |
|  | Получена верная итоговая формула | 1 |
|  | Получен верный количественный ответ | 1 |

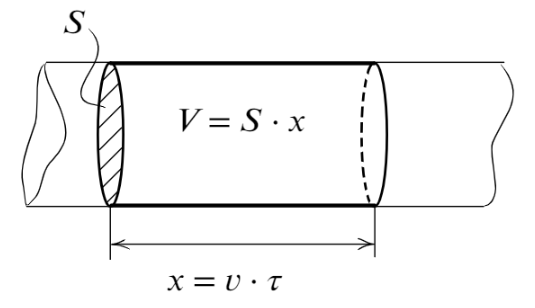
1. **Тепловой баланс.**

Проточный водонагреватель мощностью 30*кВт* с КПД 75% выполнен в виде спиральной трубки сечением  . При установившемся режиме работы проточная вода нагревается на . Определите скорость течения воды в трубке водонагревателя.

***Решение:***

По определению, мощность водонагревателя можно рассчитать, как отношение количества теплоты *Q*, ко времени *τ*, за которое данное тепло вырабатывается: , откуда .

С другой стороны, на нагревание воды, которая течет со скоростью , с учетом того, что КПД водонагревателя , то на нагревание идет количество теплоты . Данное количество теплоты представим как , где *с* – удельная теплоемкость воды, *m* – масса воды, заключенная в объеме *V*, протекающем по трубе за время *τ* и нагревающимся на температуру .

Масса связана с объемом:

.

Объединяя вышеуказанные формулы, получаем:

, откуда выразим скорость проточной воды .

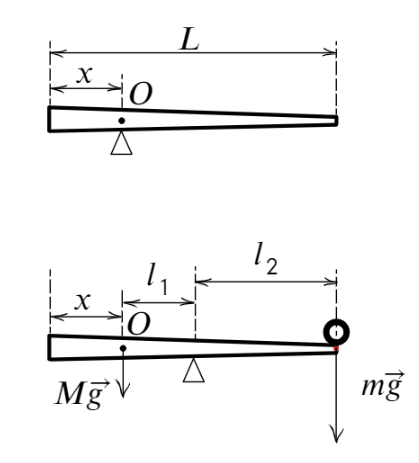
Подставив значения в полученную формулу, вычислим скорость проточной воды.

***Критерии оценивания:***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Критерии | баллы |
|  | Указана связь количества теплоты, вырабатываемой водонагревателем, и его мощности | 1 |
|  | Записана формула по определению количества теплоты  (или указана связь между физическими величинами, входящими в данную формулу) | 1 |
|  | Учтено, что на нагревание идет только часть вырабатываемой тепловой энергии, определяемая КПД нагревателя: | 1 |
|  | Установлена связь массы нагреваемой воды *m*, заключенной в объеме *V*, протекающем по трубе за время *τ* , со скоростью ее протекания | 4 |
|  | Выведена верная итоговая формула по определению скорости протекания воды по трубе водонагревателя | 2 |
|  | Получен верный количественный ответ | 1 |

1. **Простые механизмы.**

Бревно длиной 12 м можно уравновесить в горизонтальном положении на подставке, отстоящей на расстоянии 3 м от его толстого конца. Если же подставка находится посередине и на тонкий конец положить груз массой 60 кг, то бревно снова будет в равновесии. Определите массу бревна.

***Решение:***

Поскольку бревно массой находится в равновесии в случае, когда опора расположена в точке , то данная точка является центром масс, к которой приложена сила тяжести .

В случае, когда опора установлена посередине, бревно уравновешивается грузом массой , расположенным на тонком конце на расстоянии  от точки опоры. Точка приложения силы тяжести, действующей на бревно относительно нового расположения опоры находится на расстоянии  от нее. Данные расстояния  и  ­­­­– плечи силы тяжести бревна и веса груза соответственно.

Запишем условие равновесия , откуда выразим массу бревна . Учитывая, что , получим итоговую формулу расчета массы бревна: .

Подставив значения, получим ответ .

***Критерии оценивания:***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Критерии | баллы |
|  | Верно определено положение центра масс бревна | 1 |
|  | Верно определены плечи сил, приложенных к бревну | 1 |
|  | Верно записано условие равновесия бревна в случае, когда опора расположена посередине. | 1 |
|  | Получена верная формула для определения массы бревна | 1 |
|  | Получен верный количественный ответ | 1 |