**Решения задач 3-го этапа школы “Юный Физик” 2018 г.**

**Задача №1**

В момент достижения телом точки *B* на него, наряду с силой тяжести  и силой реакции  полусферы, начинает действовать сила трения , направленная горизонтально (рис. 21). Тогда второй закон Ньютона в проекциях на горизонтальное и вертикальное направления принимает вид

 (1)

Здесь  и  – тангенциальное и нормальное ускорения тела в точке *B*.

Нормальное ускорение , где R – радиус полусферы, V – скорость, с которой тело прибыло в точку *B*. Так как на участке *AB* силы трения отсутствуют, то ее нетрудно найти из закона сохранения энергии

 .

Отсюда .

Тангенциальное ускорение найдем используя уравнения системы (1)



Следовательно, полное ускорение тела в точке *B*

,

а его направление определяется углом .

**Задача №2**

Данная задача решается очень легко если использовать простейшие сведения из высшей математики. Действительно, мгновенная скорость муравья на расстоянии  от центра муравейника

, (1)

где  – коэффициент пропорциональности, определяемый из условия, что на расстоянии  скорость муравья .

Переписав (1) в виде  и интегрируя обе части этого выражения, получаем

 (2)

Однако для школьников, не знакомых с понятием интеграла, такой путь решения невозможен. Поэтому для его отыскания следует воспользоваться понятием среднего значения функции на интервале.

В данном случае удобно искать среднее значение функции

,

растущей с ростом по линейному закону (рис. 49).

На интервале  оно равно

 (3)

Из (3), учитывая, что , находим среднюю скорость  движения муравья между точками и 



Следовательно, искомое время

,

что совпадает с (2). Подставив численные данные, получаем .

**Задача №3**

Учитывая характер процессов и определение КПД для цикла 1-2-3-1 запишем

 (1)

Аналогично, для цикла 1-3-4-1

 (2)

Искомый КПД цикла 1-2-3-4-1

 (3)

Учитывая, что , из (1) и (2) нетрудно получить

 (4)

Подставив (4) в (3) находим, что

.

**Задача №4**

Так как задача симметрична, то достаточно рассмотреть падение одной из частиц. После того как частица влетает в конденсатор, она начнет двигаться по параболе под действием силы  со стороны поля конденсатора (рис. 94). Для выявления этого обстоятельства читателю полезно провести аналогию между движением рассматриваемой частицы и движением тела брошенного под углом к горизонту в поле силы тяжести.

Геометрически факт столкновения частиц означает, что их траектории пересекаются или, в крайнем случае, касаются друг друга в некоторой точке В, лежащей на оси симметрии OY. Для того чтобы траектории частиц касались друг друга в точке В необходимо, чтобы проекции скоростей частиц на ось OX в этой точке были равны нулю.

Так как сила  не изменяет вертикальной составляющей скорости движения частицы, то по закону сохранения и превращения энергии

, (1)

где *А* – работа совершаемая частицей против силы 

Учитывая, что  и  перепишем (1) в виде



Отсюда

 (2)

При значениях  горизонтальная составляющая  скорости частицы обратится в нуль раньше, чем частица достигнет оси симметрии OY. Следовательно столкновение частиц будет возможно, если 

**Задача №5**

Рассмотрим смещение блока с грузом на величину . В этом случае суммарная деформация пружин равна

 , (1)

где и  – удлинения пружин с жесткостьюи  соответственно.

Силы упругости, возникающие при этом в пружинах,

одинаковы и равны по модулю силе  натяжения нити

 (2)

Из (1) и (2) находим



Сила , действующая на блок с грузом, равна по абсолютной величине , то есть

 (3)

Из (3) видно, что колебания блока с грузом можно рассматривать как колебания груза массы  на пружине с жесткостью . Период колебаний такого “пружинного маятника”

.

**Задача №6**

Пусть  – масса одной ложки воды,  – температура горячей воды вливаемой в калориметр,  – начальная температура калориметра.

Уравнение теплового баланса системы вода-калориметр после вливания первой ложки воды

  (1)

Здесь  – теплоемкость калориметра,  – удельная теплоемкость воды.

Аналогично, после вливания второй ложки воды

; (2)

после вливания третьей ложки

 , (3)

где  – соответствующее изменение температуры калориметра, и т.д.

Из (1)–(3) ясно, что после вливания ложки воды соответствующее -ое уравнение имеет вид

 (4)

Таким образом процесс последовательного вливания ложек воды в калориметр описывается системой  уравнений типа уравнения (4). Запишем ее в явном виде, предварительно преобразовав каждое из уравнений к удобной для дальнейшей работы форме:



Тогда, сложив уравнения системы (5), имеем

; (6)

где  – изменение температуры калориметра после добавления только  ложки воды.

Отсюда, для изменения температуры калориметра после вливания  ложек воды, получаем

 , (7)

где введены обозначения  и .

Для определения неизвестных  и  воспользуемся первым и вторым уравнениями системы (5), которые, с учетом принятых обозначений, принимают вид

 (8)

Из (8) следует, что

;  (9)

и, после подстановки (9) в (7), окончательно получаем

 (10)

Решая уравнение (10) относительно , получаем

.

При , ,  находим, что  ложек.