1. Два бруска массы и лежат друг на друге, причем, коэффициент трения между нижним бруском и столом равен , а коэффициент трения между брусками равен . Верхний брусок тянут с силой , найдите зависимость ускорения брусков от величины силы F.

**m**

**2m**

**Решение**

**mg**

**N**

 Расставим силы, действующие на каждый брусок. Тогда для первого бруска имеем:

**2mg**

**N**

**R**

 Для второго бруска, получаем:

 В силу того, что сила трения скольжения нижнего бруска о стол больше силы трения скольжения верхнего бруска о нижний, нижний брусок всегда покоится, т.е. . Найдем ускорение первого бруска. Если , то первый брусок тоже покоится, иначе, .

**Ответ**

**Критерии оценивания**

 Записана система уравнений движения для первого бруска – **3 балла**

 Записана система уравнений движения для второго бруска – **3 балла**

 Показано, что второй брусок всегда покоится – **2 балла**

 Найдено ускорение первого бруска – **2 балла**

1. Два одинаковых бруска сцеплены жесткой невесомой штангой. Бруски движутся со скоростью по гладкой горизонтальной поверхности стола. В некоторый момент бруски начинают въезжать на шероховатый участок стола. Найдите коэффициент трения брусков о стол, если бруски остановились сразу после того, как полностью въехали на шероховатый участок стола. Длина брусков , длина штанги .

**Решение**

Запишем закон изменения энергии системы. Энергия системы до

начала заезда на шероховатый участок стола . Энергия системы после заезда на стол . Закон изменения энергии

где – работа силы трения при заезде брусков на шероховатый стол. Процесс въезда брусков можно разбить на три этапа: 1) въезжает первый брусок, 2) движение первого бруска по шероховатой поверхности без второго, 3) въезд второго бруска. График зависимости результирующей силы трения от пути, пройденного передним концом первого бруска, представлен на рисунке. Работа силы трения равна площади под графиком, взятым со знаком минус

Подставляя выражение для силы трения в закон изменения энергии, получим

**Ответ**

**Критерии оценивания**

 Записан закон изменения энергии системы – **3 балла**

Найдена зависимость силы трения от пути, пройденного передним концом первого бруска – **3 балла**

 Найден коэффициент трения – **4 балла**

1. На рисунке представлен график зависимости энергии взаимодействия двух частиц массой от расстояния между ними.

3E

2E

E

R

2R

3R

W

x

а) Найдите статичную конфигурацию системы из трех частиц на прямой с минимальной энергией.

б) В найденном состоянии две ближайшие частицы закрепили, а третьей сообщили кинетическую энергию , достаточную, чтобы преодолеть притяжение двух других частиц. Найдите скорость третьей частицы на бесконечности.

**Решение**

а) Существуют всего две устойчивые статичные конфигурации из трех частиц, в первой из них между двумя ближайшими частицами расстояние равно R, а во второй между одной парой R, а между другой 2R.

R

R

R

2R

Минимальная энергия достигается во втором случае и равна 6E.

Следует отметить, что существуют другие конфигурации, но они являются неустойчивыми, и положения частиц соответствуют максимумам на графике.

б) Для третьей частицы выполняется закон сохранения энергии. В начальном состоянии энергия частицы, после сообщения ей кинетической энергии К, равна . На бесконечности у частицы будет только кинетическая энергия . Тогда скорость на бесконечности равна

**Ответ**

а) см. рисунок.

б) .

**Критерии оценивания**

 Найдена конфигурация с минимальной энергией – **4 балла**

Записан закон сохранения энергии для третьей частицы – **4 балла**

 Найдена скорость на бесконечности – **2 балла**

1. Зимой помещение отапливается с помощью нагревателя, имеющего температуру , температура воздуха на улице равна . При этом в комнате устанавливается температура . Какая температура установится в комнате, если установить два таких нагревателя? Считайте, что мощность теплопередачи пропорциональна разности температур.

**Решение**

В установившемся режиме мощность тепловых потерь в окружающую среду равна мощности подводимого тепла от нагревателя.

где и – коэффициенты пропорциональности.

Для двух нагревателей получаем

Где - новая установившаяся температура в комнате. Тогда для получаем

**Ответ**

**Критерии оценивания**

Записано уравнение теплового баланса для случая одного нагревателя – **4 балла**

Записано уравнение теплового баланса для случая двух нагревателей – **4 балла**

 Найдена установившаяся температура – **2 балла**

1. К источнику тока с постоянным ЭДС и внутреннем сопротивлением подключают нагрузку. При каком сопротивлении нагрузки, мощность, выделяемая на нагрузке, будет максимальной?

**Решение**

 Закон Ома для данной цепи имеет вид , где – сопротивление нагрузки, – ток, текущий в цепи. Тогда мощность, выделяемая на нагрузке, равна . Мощность квадратично зависит от силы тока. Т.к. знак перед квадратом тока отрицательный, то ветви параболы направлены вниз, а максимум достигается в вершине параболы. Максимум этой функции достигается при . Такая сила тока соответствует случаю, когда сопротивление нагрузки равно внутреннему сопротивлению источника .

**Ответ**

**Критерии оценивания**

Записан закон Ома для полной цепи – **4 балла**

Получено выражение для мощности, выделяемой на нагрузке – **4 балла**

 Найдено сопротивление нагрузки – **2 балла**