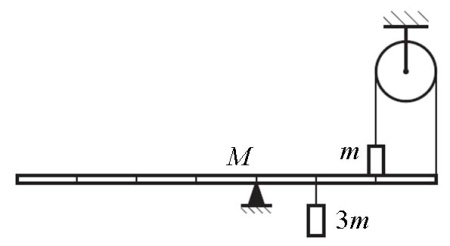
**10 класс**

**1. Равновесие рычага**

При каких массах груза *m* возможно равновесие однородного рычага массой *M*, показанного на рисунке? Рычаг разделен штрихами на 7 равных частей.

Постройте график зависимости силы реакции рычага *N*,   
с которой он действует на верхний груз,от массы груза *m*.

**Возможное решение**

Система находится в равновесии. Применим для рычага правило моментов относительно опоры, учитывая, что центр тяжести однородного рычага находится в его середине:

где *L* – длина одного фрагмента рычага, *N* – сила давления верхнего груза, равная силе реакции рычага, *T* – сила натяжения нити.

Условие равновесия верхнего груза:

Отсюда сила реакции рычага равна:

Подставляя это выражение в первое уравнение и решая его относительно *T*, получаем:

Сила натяжения нити должна быть больше нуля, то есть равновесие возможно при массах груза .

Сила реакции рычага, с которой он действует на верхний груз, равна:

Таким образом, *N* не зависит от *m*, и, следовательно, график представляет собой горизонтальный луч, выходящий из точки с координатами и направленный вдоль оси абсцисс.

**Ответ:** Равновесие однородного рычага массой *M* возможно при массах груза .

**Критерии оценивания**

Записано правило моментов для рычага………………………………... 2

Записано условие равновесия груза…………….……..………………... 2

Найдено выражение для *T*………………………………………..………. 1

Исследовано, при каких массах возможно равновесие…………..……. 2

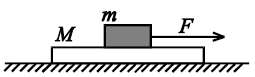
Найдено выражение для *N*………………………………………..………. 1

Построен график зависимости *N*(*m*)……..……………………..………. 2

**Максимальная оценка……….…………………….……………………. 10**

**2. Брусок на доске**

На доске массой *M* лежит небольшой брусок массой *m*. Коэффициент трения между доской и бруском равен μ1, а между доской и поверхностью – μ2. К бруску приложена горизонтальная сила *F*. Укажите все качественно различные варианты поведения системы и изобразите на плоскости параметров (μ1;μ2) соответствующие им области.



**Возможное решение**

Рассмотрим поведение бруска. Если приложенная к бруску сила *F* больше максимальной силе трения покоя между бруском и доской , то брусок скользит по доске, а если меньше, то покоится относительно доски.

Рассмотрим поведение доски. По третьему закону Ньютона брусок действует на доску либо с силой трения скольжения, либо с силой трения покоя, равной *F*. Если эта сила больше, чем максимальная сила трения покоя между доской и поверхностью  
, то доска скользит по поверхности, а если меньше, то покоится.

Таким образом, возможны четыре качественно различных варианта поведения системы.

1. Брусок и доска скользят относительно друг друга.

При этом и , то есть и .

2. Брусок скользит по доске, доска покоится относительно поверхности.

При этом и , то есть и .

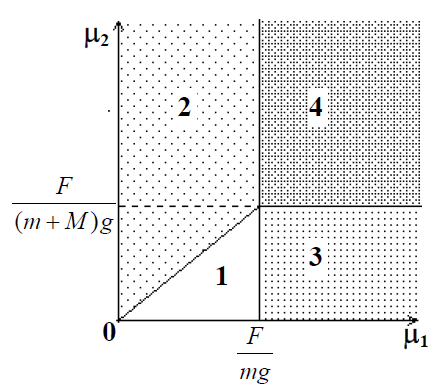
3. Брусок покоится относительно доски, доска скользит.

При этом и , то есть и .

4. Брусок и доска покоятся.

При этом и , то есть и .

Соответствующие указанным случаям области параметров приведены на рисунке.

****

**Критерии оценивания**

Установлено наличие четырех возможных вариантов поведения.…... 1

Получены условия для первого варианта………………………….…... 2

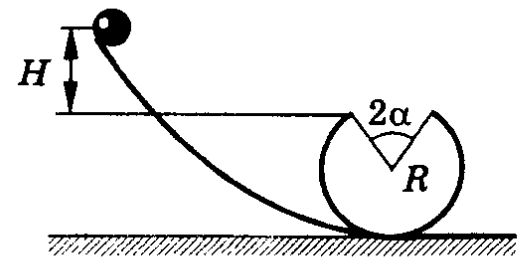
Получены условия для второго варианта………………………….…... 2

Получены условия для третьего варианта……...………………….…... 2

Получены условия для четвертого варианта……………...……….…... 2

Построены области на плоскости параметров....………………………. 1

**Максимальная оценка……...…………………………………………… 10**

**3. Желоб с разрывом**

Тело соскальзывает по желобу, имеющему разрыв в верхней части. Радиусы желоба *R*, идущие к краям разрыва, образуют угол 2α. С какой высоты *H* относительно краев разрыва должно начать скользить тело, чтобы, пролетев разрыв, снова попасть на желоб?

**Возможное решение**

Определим скорость , которую будет иметь тело у края разрыва желоба. Применим закон сохранения энергии:

Отсюда .

Горизонтальная дальность полета тела определяется выражением:

Тело, пролетая разрыв, попадает на другой край желоба. Таким образом, горизонтальная дальность полета должна быть равна ширине разрыва желоба:

то есть

Отсюда

**Ответ:**

*Примечание*:

В решении может присутствовать необязательный анализ того, что полученная высота достаточна, чтобы тело достигло края желоба, не отрываясь от его поверхности. Это происходит, если центростремительное ускорение . Так как , то минимальная высота, при которой это реализуется, определяется из условия   
Следовательно, при любых возможных углах.

*При наличии этого анализа при правильном решении можно добавить дополнительные 2 балла.*

**Критерии оценивания**

Записан закон сохранения энергии.……………………………………... 3

Записана дальность полета……………….………………………….…... 3

Записана ширина разрыва………………..………………………….…... 2

Получено выражение для высоты………..……...………………….…... 2

**Максимальная оценка…………….……………………………………...10**

**4. Наименьшее давление**

Определите наименьшее возможное давление идеального газа в процессе, происходящем по закону , где *T*0 и α — положительные постоянные, *V* — объём одного моля газа.

**Возможное решение**

Запишем уравнение состояния для 1 моля идеального газа:

С учетом уравнения процесса, данного в условии, получим:

или

Это квадратное уравнение относительно *V*, корни которого равны:

В случае, когда давление достигает минимума, дискриминант обращается в ноль:

Отсюда получаем:

**Ответ:** .

**Критерии оценивания**

Записано уравнение состояния идеального газа……….……..………... 1

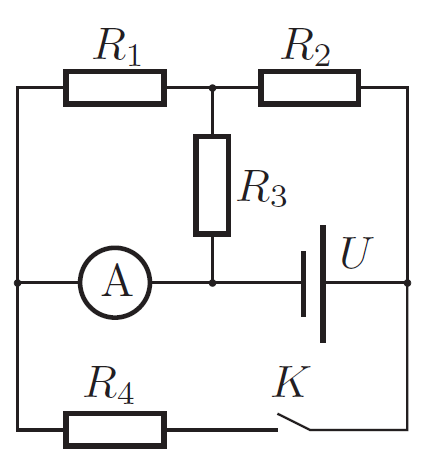
Записано уравнение состояния с учетом процесса…….……..………... 1

Записано выражение для объема газа, как функция давления.………... 3

Указан способ поиска минимального давления………………………... 3

Получено выражение для минимального давления............................... 2

**Максимальная оценка…………….……………………………………...10**

**5. Электрическая цепь**

В электрической цепи, изображенной на рисунке, *U* = 4,2 В,   
*R*1 = 5 кОм, *R*2 = *R*3 = 4 кОм, *R*4 = 6 кОм. Найдите силу тока *I*A1, текущего через амперметр при разомкнутом ключе K,   
и *I*A2 при замкнутом ключе K. Амперметр считайте идеальным.

**Возможное решение**

Амперметр идеален, поэтому резисторы *R*1 и *R*3 параллельны. Их эквивалентное сопротивление:

Тогда общее сопротивление цепи:

При разомкнутом ключе сила тока, текущего через амперметр, равна силе тока, текущего через резистор *R*1. Так силы тока, текущие по параллельным резисторам, обратно пропорциональны значениям их сопротивлений, получаем:

При замкнутом ключе К и идеальном амперметре резистор *R*4 подключен параллельно всей остальной схеме. Ток через него будет равен:

Ток, текущий через амперметр в этом случае, теперь складывается из токов, текущих через резисторы *R*1 и *R*4:

**Ответ:**

**Критерии оценивания**

Установлен характер подключения резисторов *R*1 и *R*3…………………. 2

Найдено общее сопротивление цепи в первом случае…………………... 2

Найдена сила тока *I*A1….………..………………………………...………... 2

Установлен характер подключения резистора *R*4........................................ 2

Найдена сила тока *I*A2….………..…………………………………...……... 2

**Максимальная оценка……………………………………………………10**

**Итоговая максимальная оценка…………………………………………50**