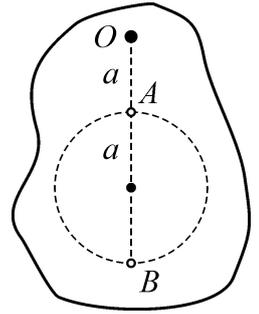


Задача 1 (А.И. Бычков)

На очень лёгком клочке бумаги нарисовали окружность радиусом a и подвесили его на неподвижной горизонтальной оси O , относительно которой клочок может свободно вращаться (см. рисунок). В точку A , которая находится на нарисованной окружности под осью, садится жук и начинает ползти по этой окружности с постоянной по модулю скоростью V , перемещаясь в точку B , расположенную на продолжении отрезка OA . Через какое время от начала движения жук будет иметь максимальную скорость относительно неподвижной (лабораторной) системы отсчета, если $|OA| = a$? Чему будет равна эта скорость? Считайте массу жука намного больше массы клочка бумаги.



Ответ: жук будет иметь максимальную скорость $u_{\max} = V$ относительно неподвижной системы отсчета через время $t = \frac{\pi a}{3V}$ от начала движения.

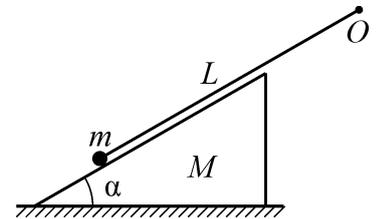
Критерии

- | | |
|---|---------|
| 1. Указано, что жук всё время остаётся под точкой подвеса O | 1 балл |
| 2. Движения жука представлено как суперпозиция двух более простых | 2 балла |
| 3. Применен закон сложения скоростей | 1 балл |
| 4. Найдена скорость жука относительно неподвижной системы отсчета | 2 балла |
| 5. Найдена максимальная скорость жука | 2 балла |
| 6. Найдено время t | 2 балла |

ВСЕГО: 10 баллов.

Задача 2 (М.Ю. Ромашка, Яковлев)

На горизонтальной плоскости находится клин массой M , наклонная поверхность которого образует угол α с горизонтом. На клине лежит маленький шарик массой m , который соединен невесомой нерастяжимой нитью длиной L с неподвижной осью O , расположенной вне клина. Клин удерживают в таком положении, что нить параллельна наклонной поверхности клина. Трение в системе отсутствует. Клин отпускают, предоставляя системе возможность двигаться. Найдите модули ускорений шарика и клина относительно горизонтальной плоскости в момент сразу после отпускания клина. Нить можно считать очень длинной.



Ответ: в момент сразу после отпускания клина модуль ускорения шарика относительно горизонтальной плоскости равен $a = \frac{mg \sin^2 \alpha \cos \alpha}{M + m \sin^2 \alpha}$, а модуль ускорения клина равен $A = \frac{mg \sin \alpha \cos \alpha}{M + m \sin^2 \alpha}$.

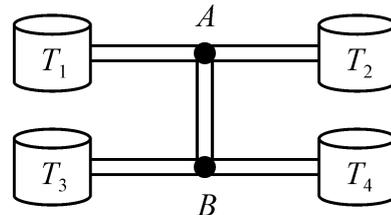
Критерии

- | | |
|---|---------|
| 1. Применен второй закон Ньютона для клина | 2 балла |
| 2. Определено направление ускорения шарика в начальный момент | 2 балла |
| 3. Применен второй закон Ньютона для шарика | 2 балла |
| 4. Записано уравнение кинематической связи | 2 балла |
| 5. Найден модуль ускорения клина | 1 балл |
| 6. Найден модуль ускорения шарика | 1 балл |

ВСЕГО: 10 баллов.

Задача 3 (М.Ю. Замятнин)

Четыре термостата, в которых поддерживаются температуры $T_1 = +10\text{ }^\circ\text{C}$, $T_2 = +20\text{ }^\circ\text{C}$, $T_3 = 0\text{ }^\circ\text{C}$ и $T_4 = -10\text{ }^\circ\text{C}$, соединены между собой при помощи пяти одинаковых теплопроводящих стержней (см. рис.). Найдите установившиеся температуры точек A и B соединения стержней. Мощность теплопередачи через каждый стержень пропорциональна разности температур на его концах. Потери теплоты можно пренебречь.



Ответ: установившиеся температуры точек A и B соединения стержней равны $T_A = \frac{3(T_1 + T_2) + T_3 + T_4}{8} = +10\text{ }^\circ\text{C}$ и $T_B = \frac{3(T_3 + T_4) + T_1 + T_2}{8} = 0\text{ }^\circ\text{C}$.

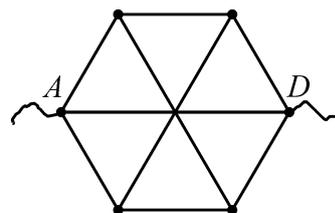
Критерии

- | | |
|--|---------|
| 1. Записано уравнение равенства потоков подводимой и отводимой теплоты для узлов | 2 балла |
| 2. Мощности потоков выражены через температуры | 2 балла |
| 3. Решена система уравнений и получены выражения для искоемых температур | 4 балла |
| 4. Получены численные значения для искоемых температур | 2 балла |

ВСЕГО: 10 баллов.

Задача 4 (М.Ю. Замятнин)

Определите сопротивление R_{AD} между точками A и D проволочной сетки, показанной на рисунке. Сопротивление каждого из проводников (вне зависимости от его длины), из которых спаяна сетка, равно R . Места спайки проводников обозначены точками. В центре сетки электрический контакт отсутствует.



Ответ: сопротивления между точками A и D проволочной сетки равно $R_{AD} = \frac{5}{9} R$.

Критерии

- | | |
|--|---------|
| 1. Учтена симметрия схемы при расстановке токов | 2 балла |
| 2. Записаны два уравнения для падения напряжения на участке AC | 2 балла |
| 3. Найдено соотношение токов во всех ветвях цепи | 2 балла |
| 4. Найдено общее напряжение на входе цепи | 1 балл |
| 5. Найден общий ток, входящий в цепь | 1 балл |
| 6. Найдено эквивалентное сопротивление цепи | 2 балла |

Метод решения через эквивалентную схему

- | | |
|--|---------|
| 1. Промаркированы узлы и резисторы | 2 балла |
| 2. Нарисована эквивалентная схема с учетом эквипотенциальности узлов | 4 балла |
| 3. Найдены сопротивления отдельных фрагментов эквивалентной цепи | 2 балла |
| 4. Найдено эквивалентное сопротивление цепи | 2 балла |

ВСЕГО: 10 баллов.