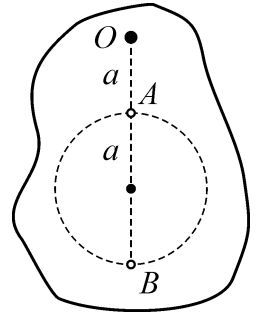


### Задача 1 (А.И. Бычков)

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.

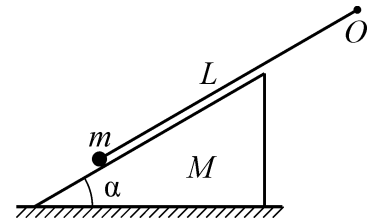
#### Критерии

- |   |         |
|---|---------|
| 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  $\alpha$  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  $A = \frac{mg \sin \alpha \cos \alpha}{M + m \sin^2 \alpha}$ .

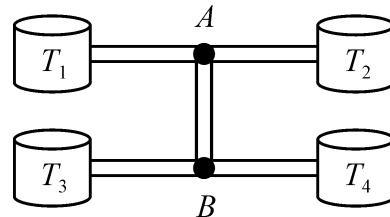
#### Критерии

- |   |         |
|---|---------|
| 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  $T_B = \frac{3(T_3 + T_4) + T_1 + T_2}{8} = 0\text{ }^\circ\text{C}$ .

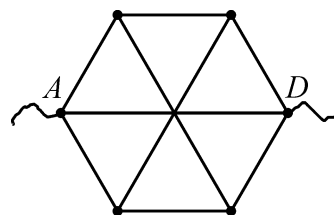
#### Критерии

- |  |         |
|--|---------|
| 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.**