

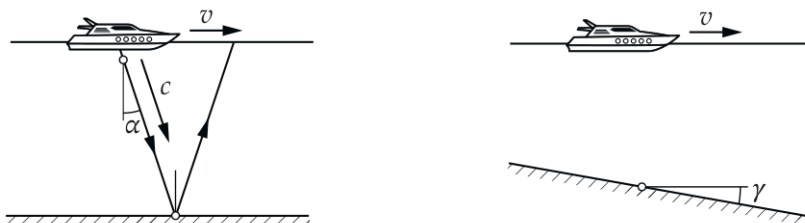
# МОШ, 2022/23, отборочный этап, 10 класс

## Условия

### 1 Ультразвуковые лучи

С катера, движущегося со скоростью  $v = 15$  м/с, исследуют морское дно при помощи эхолота, посылая ультразвуковые сигналы в направлении дна под углом  $\alpha$  к вертикали, и принимая отражённые сигналы. Ультразвуковые лучи отражаются от дна так же как световые от зеркала: угол падения равен углу отражения. Скорость  $c$  ультразвука в воде равна 1500 м/с и не зависит от скорости источника.

В ответе на вопрос любого пункта задачи следует указывать номер столбца таблицы, в котором стоит значение, наиболее близкое к найденному вами.



1. (2 балла) Если плоскость дна горизонтальна (см. рисунок слева), то чему должно быть равно значение угла  $\alpha$  для того, чтобы отражённый дном ультразвуковой сигнал был принят на катере?

| №                     | 1   | 2   | 3   | 4   | 5    | 6    |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|------|------|
| $\alpha, 10^{-3}$ рад | 1,0 | 2,0 | 5,0 | 7,5 | 10,0 | 20,0 |

2. (4 балла) Найдите угол  $\alpha$  в случае, если глубина водоёма увеличивается в направлении скорости катера, так что плоскость дна составляет малый угол  $\gamma = 5^\circ$  с горизонталью (см. рисунок справа).

| №                     | 1    | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   |
|-----------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| $\alpha, 10^{-2}$ рад | 10,0 | 8,0 | 6,0 | 4,0 | 2,0 | 1,0 |

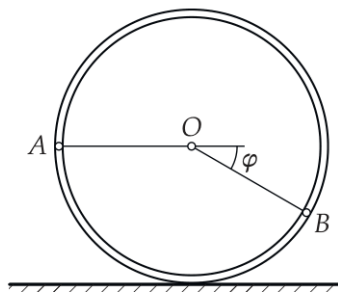
3. (1 балл) Каково значение частоты принимаемого сигнала относительно частоты излучаемого (меньше, равно, больше) в случае, описанном в пункте b) задачи?

кте b) задачи?

| 1      | 2     | 3      |
|--------|-------|--------|
| Меньше | Равно | Больше |

## 2 Радиусы кривизны

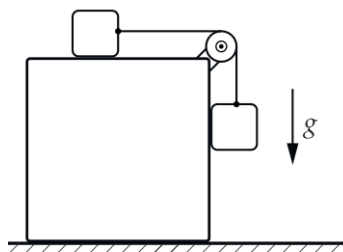
Тонкий обруч радиусом 14,1 см катится без проскальзывания с постоянной скоростью по горизонтальной поверхности. Ответы на следующие вопросы дайте в сантиметрах, округлите до целого.



1. (2 балла) Чему равен радиус кривизны траектории такой точки  $A$  обруча, что в данный момент вектор  $\vec{OA}$  лежит в горизонтальной плоскости (см. рисунок)?
2. (4 балла) Найдите радиус кривизны траектории точки  $B$  обруча, для которой в рассматриваемый момент времени вектор  $\vec{OB}$  составляет угол  $\varphi = \frac{\pi}{6}$  с горизонталью.

## 3 Куб и кубики

В механической системе, изображённой на рисунке, блок идеальный, нить невесомая и нерастяжимая, масса любого маленького кубика равна массе большого куба. В ответе на любой из вопросов задачи укажите номера всех столбцов таблицы (без запятых и пробелов), в которых стоят значения  $\mu$ , удовлетворяющие условию.



1. (2 балла) Пусть трение между маленькими кубиками и большим кубом отсутствует. При каких значениях коэффициента трения  $\mu$  между горизонтальной поверхностью и большим кубом он будет оставаться в покое при движении маленьких кубиков?

| №     | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
|-------|------|------|------|------|------|------|
| $\mu$ | 0,08 | 0,12 | 0,16 | 0,21 | 0,27 | 0,32 |

2. (3 балла) Пусть коэффициент трения между верхним маленьким кубиком и большим кубом равен 0,25. При каких значениях коэффициента трения  $\mu$  между горизонтальной поверхностью и большим кубом последний будет оставаться в покое при движении маленьких кубиков?

| №     | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
|-------|------|------|------|------|------|------|
| $\mu$ | 0,24 | 0,18 | 0,15 | 0,12 | 0,09 | 0,03 |

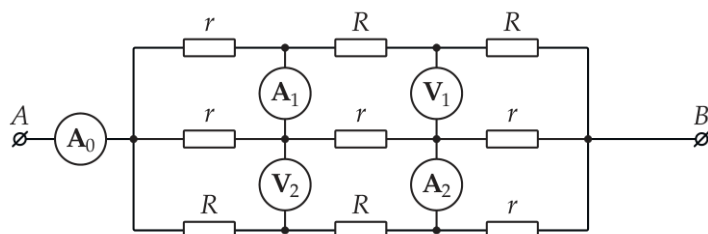
#### 4 Пластином по шайбе

На гладкой горизонтальной поверхности лежат две маленькие деревянные шайбы массами  $m$  и  $2m$ , связанные лёгкой нерастяжимой ниткой длиной 10 см, при этом нитка не провисает. В шайбу массой  $m$  попадает кусочек пластилина массой  $m$  и прилипает к нему. Скорость пластилина перед попаданием в шайбу направлена перпендикулярно нитке и равна  $v = 10$  см/с.

- (2 балла) Через какое минимальное время скорость шайбы массой  $2m$  достигнет максимума? Ответ выразите в секундах, округлите до целого.
- (2 балла) Найдите максимальное значение скорости шайбы массой  $2m$ . Ответ выразите в см/с.

#### 5 Опять приборы

Выводы цепи, схема которой показана на рисунке ниже, подключены к специальному источнику напряжения, так что амперметр  $A_0$  показывает ток  $I_0 = 4$  мА, а вольтметр  $V_1$  — напряжение  $U_1 = 2$  В. Все приборы в этой цепи идеальные, а значения  $r$  и  $R$  сопротивлений резисторов связаны соотношением  $r = 4R$ .



- (2 балла) Определите напряжение между выводами  $A$  и  $B$ . Ответ выразите в вольтах, округлите до целого.
- (2 балла) Чему равно сопротивление  $R$ ? Ответ выразите в килоомах, округлите до целого.
- (1 балл) Найдите показания амперметров  $A_1$  и  $A_2$ . Ответ дайте в миллиамперах, округлите до целого.

#### 6 Скорости точек квадрата

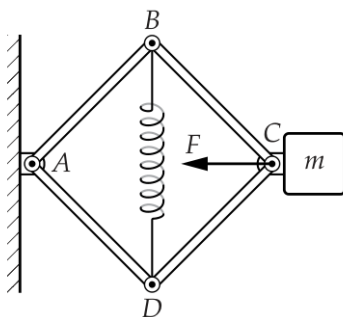
Плоская однородная пластинка в виде квадрата  $ABCD$ , длина стороны которого равна 14,1 см, скользит по гладкой горизонтальной поверхности. Известно, что в некоторый момент времени векторы скоростей точек  $A$  и  $B$  пластинки направлены вдоль диагоналей  $AC$  и  $BD$  соответственно, при этом величина скорости точки  $A$  равна 10 см/с.

- (2 балла) Найдите скорость центра масс пластинки в рассматриваемый момент времени. Ответ выразите в см/с, округлите до целого.

2. (2 балла) Сколько полных оборотов вокруг движущейся вертикальной оси, проходящей через центр масс, совершит пластинка за 30 секунд движения?

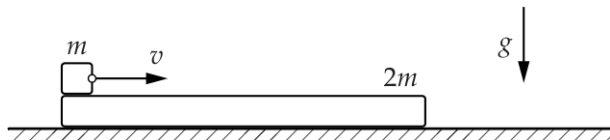
## 7 На шарнирах

Жёсткие стержни одинаковой длины  $l = 10$  см, соединённые шарнирами, образуют конструкцию  $ABCD$  в виде ромба. Шарнир  $A$  закреплён на стене, к шарниру  $C$  присоединён груз массой  $1$  кг (см. рисунок). Шарниры  $B$  и  $D$  связаны пружиной жёсткостью  $100$  Н/м, при этом длина недеформированной пружины в  $1,2$  раза больше длины стержня. К шарниру  $C$  прикладывают силу  $F = 10$  Н, направленную вдоль диагонали  $AC$ . Найдите величину ускорения груза в момент, когда длина диагонали  $BD$  станет в  $\sqrt{2}$  раз больше длины стержня. Конструкция находится в невесомости. Массами стержней и шарниров, трением в шарнирах, а также их размерами можно пренебречь. Ответ выразите в  $\text{м/с}^2$ , округлите до целого.



## 8 Доска и кубик

На конце достаточно длинной доски массой  $2m$ , лежащей на гладкой горизонтальной поверхности, располагается небольшой кубик массой  $m$ . Кубику сообщается скорость, направленная вдоль доски (см. рисунок). Вследствие трения скорость кубика относительно доски в процессе движения уменьшается и к моменту, когда кубик достигает конца доски, становится в  $4$  раза меньше, чем в начале движения.



Ответы на вопросы задачи дайте в виде десятичных дробей, округлите до десятых.

- (2 балла) Какая часть начальной кинетической энергии кубика в лабораторной системе отсчёта выделится в виде тепла в процессе его движения по доске?
- (3 балла) Если длина доски равна  $1$  м, а начальная скорость кубика равна  $4$  м/с, то чему равен коэффициент трения кубика о поверхность доски? Ускорение свободного падения равно  $10$  м/с<sup>2</sup>.

## 9 Неупругие частицы

В невесомости вдали от других тел происходит столкновение двух частиц одинаковой массы, одна из которых до столкновения покоится. Известно, что в процессе столкновения суммарная внутренняя энергия частиц увеличивается на величину  $E_0$  (энергия возбуждения).

1. (2 балла) Чему должно быть равно отношение  $k = \frac{E}{E_0}$  кинетической энергии налетающей частицы к энергии возбуждения для того, чтобы после столкновения величина скорости налетающей частицы оказалась равна  $\frac{1}{3}$  скорости до столкновения при этом направление скорости осталось бы таким же, как и до столкновения?

| №   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $k$ | 1,2 | 1,5 | 1,8 | 2,0 | 2,3 | 2,5 |

2. (5 баллов) Пусть кинетическая энергия налетающей частицы равна  $3E_0$ . Определите максимальный угол  $\beta_{\max}$  между скоростями частиц после столкновения.

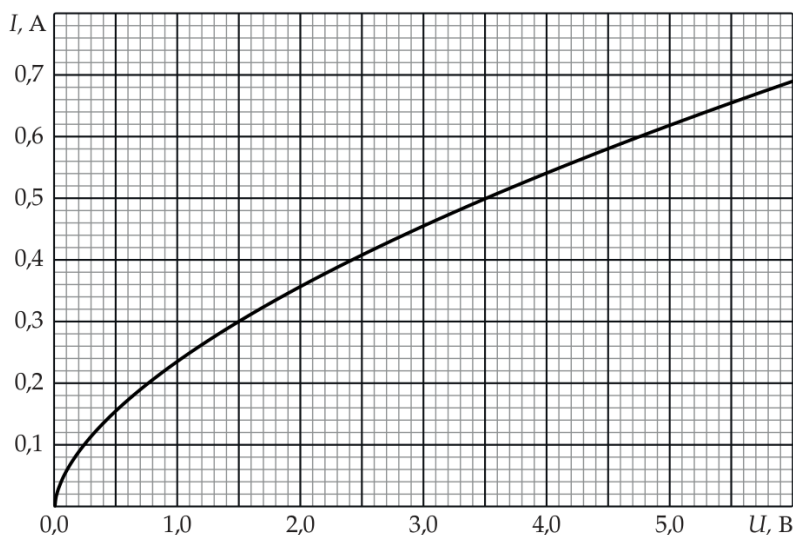
После столкновения:

| №              | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $\beta_{\max}$ | 15° | 30° | 45° | 60° | 75° | 80° |

В каждом из пунктов в ответе на вопрос укажите номер столбца таблицы, в котором стоит значение, наиболее близкое к найденному вами.

## 10 Характеристика лампы

На рисунке, представленном ниже, вы видите вольт-амперную характеристику лампочки накаливания. Известно, что если подключить эту лампочку к идеальному источнику, напряжение между выводами которого равно 5 В, то при температуре в комнате вдали от лампочки  $t_0 = 20^\circ\text{C}$  температура лампочки  $t_1$  установится на  $\Delta t = 32^\circ\text{C}$  выше комнатной. Лампочку соединяют последовательно с резистором сопротивлением 3 Ом и подключают образовавшуюся цепь к тому же идеальному источнику с напряжением 5 В, что и в первом случае.



1. (2 балла) Определите силу тока  $I$ , текущего через резистор.

| №      | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
|--------|------|------|------|------|------|------|
| $I, A$ | 0,62 | 0,55 | 0,50 | 0,40 | 0,36 | 0,32 |

2. (2 балла) Считая мощность теплоотдачи с поверхности лампочки пропорциональной разности температур лампочки и окружающей среды вдали от лампочки, найдите температуру  $t_2$  лампочки.

| №               | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  |
|-----------------|----|----|----|----|----|----|
| $t_2, ^\circ C$ | 52 | 45 | 42 | 38 | 32 | 28 |

В каждом из пунктов в ответе на вопрос укажите номер столбца таблицы, в котором стоит значение, наиболее близкое к найденному вами.