

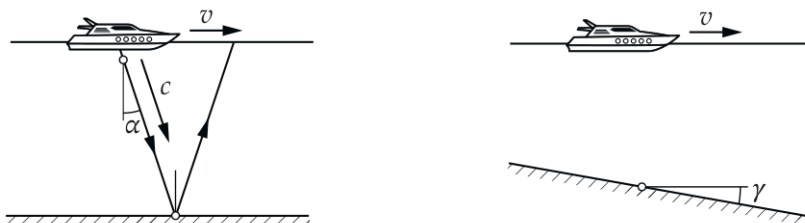
МОШ, 2022/23, отборочный этап, 10 класс

Условия и ответы

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 α 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 α 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 α 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?

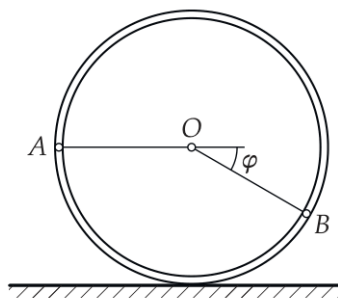
1	2	3
Меньше	Равно	Больше

Ответ

а) $\alpha = 10^{-2}$ рад (столбец 5); б) столбец 2; в) столбец 1 (меньше).

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.



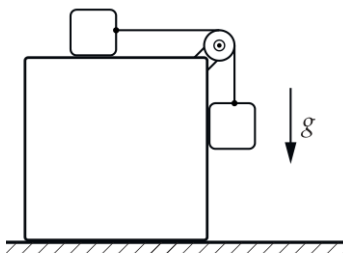
- (2 балла) Чему равен радиус кривизны траектории такой точки A обруча, что в данный момент вектор $\vec{OA}$ лежит в горизонтальной плоскости (см. рисунок)?
- (4 балла) Найдите радиус кривизны траектории точки B обруча, для которой в рассматриваемый момент времени вектор $\vec{OB}$ составляет угол $\varphi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

Ответ

а) $r_A = 2\sqrt{2}R \approx 40$ см; б) $r_B = 2R \approx 28$ см.

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 μ , удовлетворяющие условию.



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

№	1	2	3	4	5	6
μ	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 μ между горизонтальной поверхностью и большим кубом последний будет оставаться в покое при движении маленьких кубиков?

№	1	2	3	4	5	6
μ	0,24	0,18	0,15	0,12	0,09	0,03

Ответ

- а) 456; б) 123.

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.

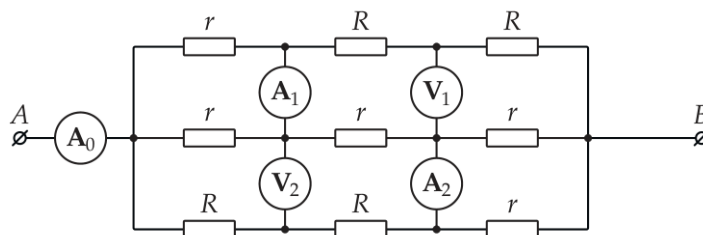
- (2 балла) Через какое минимальное время скорость шайбы массой $2m$ достигнет максимума? Ответ выразите в секундах, округлите до целого.
- (2 балла) Найдите максимальное значение скорости шайбы массой $2m$. Ответ выразите в см/с.

Ответ

- а) $t \approx 6$ с; б) 5 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. (2 балла) Чему равно сопротивление R ? Ответ выразите в килоомах, округлите до целого.
3. (1 балл) Найдите показания амперметров A_1 и A_2 . Ответ дайте в миллиамперах, округлите до целого.

Ответ

а) $U_{AB} = 8 \text{ В}$; б) $R = 1 \text{ кОм}$; в) $I_1 = I_2 = 1 \text{ мА}$.

6 Скорости точек квадрата

Плоская однородная пластинка в виде квадрата $ABCD$, длина стороны которого равна $14,1 \text{ см}$, 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 .

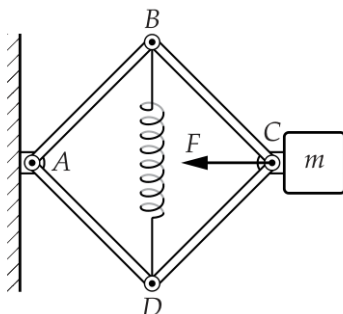
1. (2 балла) Найдите скорость центра масс пластинки в рассматриваемый момент времени. Ответ выразите в см/с , округлите до целого.
2. (2 балла) Сколько полных оборотов вокруг движущейся вертикальной оси, проходящей через центр масс, совершит пластинка за 30 секунд движения?

Ответ

а) 14 см/с ; б) 4 .

7 На шарнирах

Жёсткие стержни одинаковой длины $l = 10 \text{ см}$, 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 $F = 10 \text{ Н}$, 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 м/с^2 , округлите до целого.



Ответ

$a \approx 8 \text{ м/с}^2$.

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^2 .

Ответ

а) 0,6; б) 0,5.

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).

- (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

- (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°

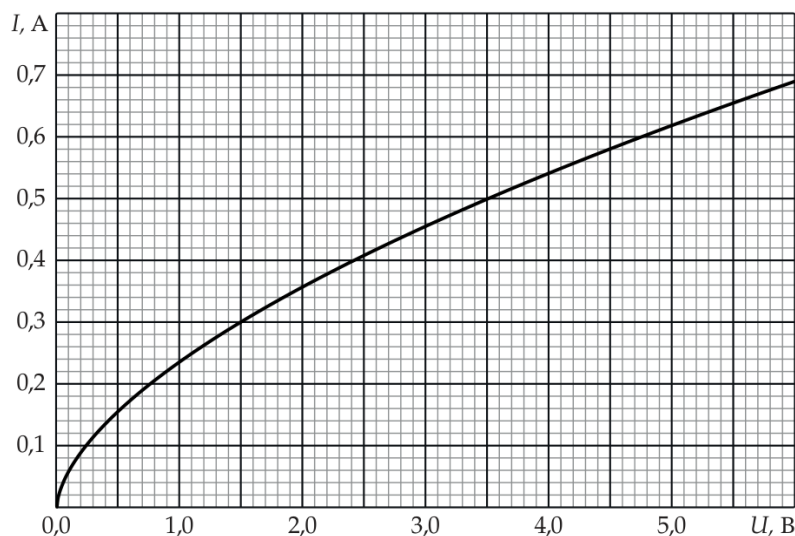
В каждом из пунктов в ответе на вопрос укажите номер столбца таблицы, в котором стоит значение, наиболее близкое к найденному вами.

Ответ

а) столбец 5; б) столбец 4.

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 , А	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 , $^\circ\text{C}$	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.

Ответ

а) столбец 3; б) столбец 4.

Источник: Московская олимпиада школьников по физике, 2022/23, отборочный этап, 10 класс — условия (1), условия (2), решения (1), решения (2). Задачи перенабраны на botay.pro, решения — по официальным.