

1-й отборочный тур

Ответы

1. Приравнивая время распространения звука и время движения катера, а также используя малость угла α , получим соотношение

$$\alpha \approx \sin \alpha = \frac{v}{c} = 10^{-2} \text{ рад.}$$

Найденное значение угла α совпадает со значением, стоящим в столбце номер 5.

В случае, если дно составляет малый угол γ с горизонталью, искомым угол α также можно считать малым. Легко видеть, что в этом случае прямая, вдоль которой распространяются ультразвуковые импульсы, испускаемые эхолотом, отклоняется от вертикали в направлении по часовой стрелке (а не против, как в первом случае). Используя малость углов α и γ , находим ответ:

$$\alpha \approx \gamma - \frac{v}{c} \approx (8,7 - 1,0) \cdot 10^{-2} = 7,7 \cdot 10^{-2}.$$

Значение, наиболее близкое к найденному, стоит в столбце номер 2.

Принимаемые на катере импульсы могут рассматриваться как излучаемые движущимся фиктивным источником, который удаляется от катера. Частота волн, принимаемых от удаляющегося излучателя, уменьшается по сравнению со случаем, когда излучатель неподвижен (эффект Доплера), поэтому правильный ответ стоит в столбце номер 1.

2. Ускорение точки A в системе, движущейся со скоростью ωR по окружности, и в лабораторной системе одинаковое. Оно равно $a_A = \omega^2 R$ и направлено горизонтально (ω — угловая скорость). Скорость точки A равна $v_A = \omega R\sqrt{2}$ и направлена под углом $\frac{\pi}{4}$ к горизонтали. Радиус кривизны траектории определяется из соотношения

$$r_A = \frac{v_A^2}{a_A^{(\perp)}} = \frac{v_A^2 \sqrt{2}}{a_A},$$

где $a_A^{(\perp)}$ — проекция ускорения на направление, перпендикулярное скорости. Таким образом, ответ: $r_A = 2\sqrt{2}R \approx 40$ см.

Рассуждая так же, как в пункте а), можно получить для радиуса кривизны траектории точки B соотношение

$$r_B = 4R \sin\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right),$$

из которого следует ответ: $r_B = 2R \approx 28$ см.

3. Критическое значение коэффициента трения в пункте а) находится из условия равенства горизонтальной составляющей силы давления на ось блока и максимальной силы трения покоя, действующей на большой куб. Это рассуждение приводит к соотношению

$$\mu_a (mg + mg + T_a) = T_a,$$

в котором T_a — сила натяжения нити, удовлетворяющая равенству

$$T_a = ma_a = m \cdot \frac{mg}{2m} = \frac{mg}{2}.$$

Таким образом, искомый коэффициент трения равен $\mu_a = 0,2$. Номера столбцов таблицы, содержащих значения, превышающие μ_a (удовлетворяющие условию пункта а) задачи) — 456 (без запятых и пробелов).

В условиях пункта б) задачи уравнение, из которого находится коэффициент трения, изменяется (следует учесть, что на большой куб дополнительно будет действовать сила трения со стороны верхнего маленького кубика):

$$\mu_a (mg + mg + T_b) = T_b - \frac{mg}{4}.$$

Значение силы натяжения в этом случае равно

$$T_b = ma_b + \frac{mg}{4} = m \cdot \frac{mg - \frac{mg}{4}}{2m} + \frac{mg}{4} = \frac{5mg}{8}.$$

Таким образом, предельное значение коэффициента трения оказывается равно $\mu_b = \frac{1}{7} \approx 0,142$, так что в этом случае подходящие значения стоят в первых трёх столбцах таблицы, поэтому ответ: 123.

4. После попадания пластилина в шайбу центр масс образовавшейся системы (располагающийся в середине нитки) движется с постоянной скоростью, равной $\frac{v}{4} = 2,5$ см/с, при этом шайбы в системе центра масс вращаются с угловой скоростью $\omega = \frac{v}{2l} = 0,5$ рад/с, где l — длина

нити. Скорость шайбы массой $2m$ достигает максимума за время, равное половине периода: $t = \frac{\pi}{\omega} \approx 6$ с. Максимальное значение скорости шайбы массой $2m$ при этом оказывается равно $\frac{v}{2} = 5$ см/с.

5. После преобразований цепь сводится к параллельному соединению резисторов сопротивлением $4R$, поэтому сопротивление цепи между выводами A и B равно $R_{AB} = 2R$. Напряжение, измеряемое вольтметром, равно $U_1 = \frac{U_{AB}}{4}$, откуда получаем искомое напряжение: $U_{AB} = 8$ В. Сопротивление R теперь легко находится: $R = \frac{U_{AB}}{2I_0} = 1$ кОм. Ток, текущий через любой из амперметров A_1 или A_2 , равен четверти тока, текущего через амперметр A_0 : $I_1 = I_2 = \frac{I_0}{4} = 1$ мА.