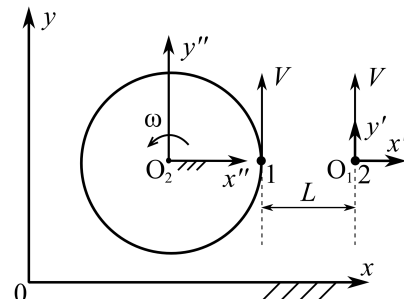


## Олимпиада «Физтех» по физике

10 класс, 2024 год, вариант 2

1. Два школьника опытным путём изучают механику: первый сидит на краю равномерно вращающейся с периодом  $T = 6,3$  с карусели, второй едет по прямой на велосипеде (см. рис.) и оба наблюдаются друг за другом. В лабораторной системе отсчёта  $xOy$  скорости школьников одинаковы по модулю и равны  $V = 2$  м/с. Все движения происходят в одной горизонтальной плоскости. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



2. На сколько  $\delta$  процентов вес первого школьника больше веса второго школьника?

Указание: считайте, что  $(1 + x)^n \approx 1 + nx$  при  $x \ll 1$ .

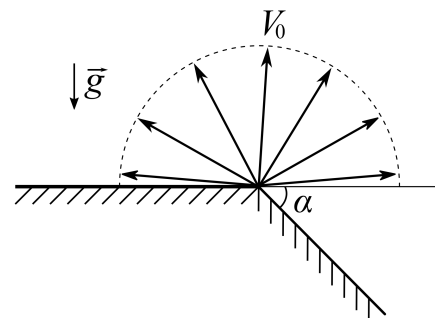
В некоторый момент времени школьники оказались в положении максимального сближения (см. рис.) на расстоянии  $L = 5$  м. Вектор скорости  $\vec{V}$  каждого школьника в этот момент показан на рисунке к задаче.

2. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}_1$  первого школьника в подвижной системе отсчёта  $x'O_1y'$ , связанной со вторым школьником. Система отсчёта  $x'O_1y'$  движется поступательно относительно лабораторной системы  $xOy$ .

3. Найдите в этот момент скорость  $\vec{U}_2$  второго школьника во вращающейся системе отсчёта  $x''O_2y''$ , связанной с первым школьником. Точка  $O_2$  — начало вращающейся системы отсчёта. В ответе укажите модуль и направление вектора  $\vec{U}_2$ .

$$\Delta \approx 2\% \approx 0,02 \approx \frac{L}{T^2} = \frac{5}{6,3^2} \approx 0,12 \approx 12\%$$

2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол  $\alpha$  такой, что  $\sin \alpha = 0,6$  (см. рис.). У вершины склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая продолжительность полета осколка, упавшего на склон,  $T = 9$  с. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



1. Найдите начальную скорость  $V_0$  осколков.

2. Найдите модуль  $S$  перемещения за время полёта осколка, упавшего на склон через  $T = 9$  с после старта.

3. На каком максимальном расстоянии  $S_{\max}$  от точки старта один из осколков упадет на склон?

$$V_0 = \frac{gT \cos \alpha}{2} = \frac{10 \cdot 9 \cdot 0,8}{2} = 36 \text{ м/с}; S = \frac{gT^2 \sin \alpha}{2} = \frac{10 \cdot 81 \cdot 0,6}{2} = 243 \text{ м}; S_{\max} = \frac{V_0^2}{g(1 - \sin \alpha)} = \frac{36^2}{10(1 - 0,6)} = 324 \text{ м}$$

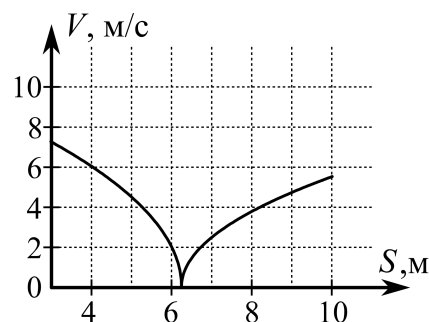
3. В процессе расширения одноатомного идеального газа среднее число соударений атомов газа со стенками в расчете на единицу площади за единицу времени остается постоянным. Газ совершает работу  $A = U_0$ , здесь  $U_0 = 3$  кДж — внутренняя энергия газа в начальном состоянии.

1. Во сколько  $n$  раз увеличивается объем газа в процессе расширения?
2. Какое количество  $Q$  теплоты подведено к газу в процессе?

$$n = 2; Q = 3 \text{ кДж}$$

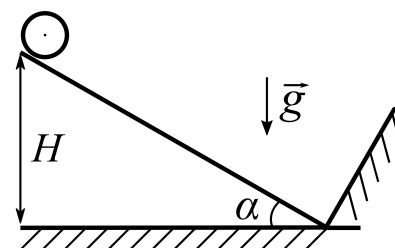
4. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от пройденного пути представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

1. Найдите ускорение  $a$ , с которым шайба движется до остановки.



Во втором опыте однородный обруч скатывается с той же наклонной плоскости без проскальзывания (см. рис.). Начальная скорость нулевая. После вертикального перемещения на  $H = 1,6$  м обруч сталкивается с гладкой стенкой.

2. С какой по величине скоростью  $V$  движется центр обруча сразу после абсолютно упругого соударения с гладкой стенкой?
3. Найдите перемещение  $L$  обруча при дальнейшем движении к тому моменту, когда скорость центра обруча станет равной нулю.



В системе центра масс угловое ускорение обруча при скольжении  $|\frac{\Delta\omega}{\Delta t}| = \frac{\mu g \cos \alpha}{R}$ . Коэффициенты трения скольжения шайбы и обруча по наклонной плоскости одинаковы. Радиус обруча  $R \ll H$ . Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

$$V = 2 \text{ м/с}; L = 0,8 \text{ м}$$

5. Вблизи центра квадратной пластины площадью  $S = 1$  м<sup>2</sup>, по которой однородно распределён заряд  $Q = 5 \cdot 10^{-9}$  Кл, закреплён шарик, заряд которого  $q = 1,77 \cdot 10^{-9}$  Кл. Масса пластины  $M = 5$  кг, масса шарика  $m = 1$  г. Расстояние  $d$  от шарика до пластины таково, что  $d \ll 1$  м.

1. Найдите кулоновскую силу  $F_1$ , с которой заряд пластины действует на заряд шарика.
2. Найдите гравитационную силу  $F_2$ , с которой пластина действует на шарик.

Гравитационная постоянная  $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  Н · м<sup>2</sup>/кг<sup>2</sup>.  
 Электрическая постоянная  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  Кл<sup>2</sup>/(Н · м<sup>2</sup>).

$$F_1 = 0,5 \text{ Н}; F_2 \approx 0,21 \cdot 10^{-11} \text{ Н}$$