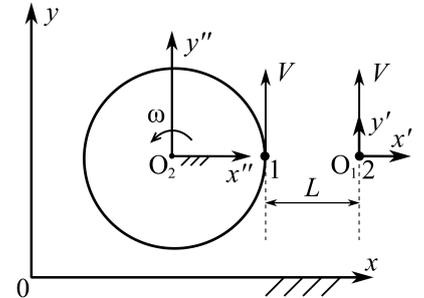


Олимпиада «Физтех» по физике

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/с².



2. На сколько δ процентов вес первого школьника больше веса второго школьника?

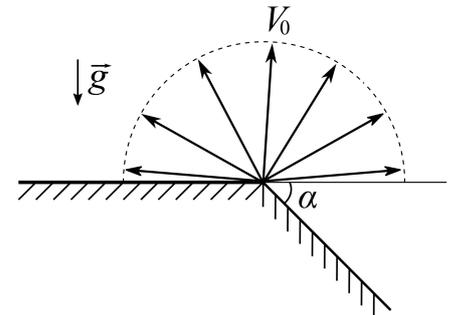
Указание: считайте, что $(1 + x)^n \approx 1 + nx$ при $x \ll 1$.

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.

- 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 .
- 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 .

$$\Delta \approx 2\% \quad (2) \quad \vec{U}_1 = 1 \text{ м/с} \quad (3) \quad \vec{U}_2 = \frac{L}{T^2} = \frac{5}{7^2} \approx 0,1 \text{ м/с} \text{ противонаправлена}$$

2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол α 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/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



- Найдите начальную скорость V_0 осколков.
- Найдите модуль S перемещения за время полёта осколка, упавшего на склон через $T = 9$ с после старта.
- На каком максимальном расстоянии S_{\max} от точки старта один из осколков упадет на склон?

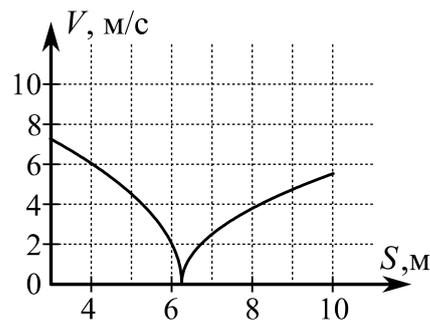
$$(1) \quad V_0 = \frac{gT \cos \alpha}{2} = 36 \text{ м/с}; \quad (2) \quad S = \frac{gT^2 \sin \alpha}{2} = 243 \text{ м}; \quad (3) \quad S_{\max} = \frac{V_0^2}{g(1 - \sin \alpha)} = 324 \text{ м}$$

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?

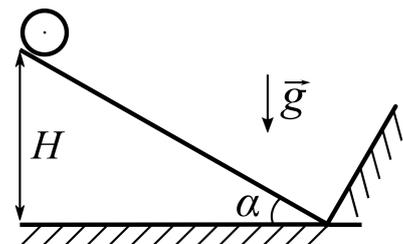
$$n = 2; Q = 3 \text{ кДж}$$

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/с².



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/с².

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

5. Вблизи центра квадратной пластины площадью $S = 1$ м², 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 · м²/кг².
 Электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Кл²/(Н · м²).

$$F_1 = 0,5 \text{ Н}; F_2 \approx 2,21 \cdot 10^{-11} \text{ Н}$$