

Всероссийская олимпиада школьников по физике
муниципальный этап 2022 – 2023 учебный год

10 класс

Возможное (авторское) решение

Задача 1. Из некоторой точки М, находящейся на горизонтальном участке поверхности земли, под углом α к горизонту бросили шарик со скоростью v_0 . Шарик ударяется о расположенную на расстоянии L от точки бросания вертикальную стенку. При каком значении L шарик вернётся в точку М? Удар считать абсолютно упругим. Сопротивление воздуха не учитывать. Ускорение свободного падения g . **Выполните пояснительный рисунок.**

Решение.

Шарик вернётся в точку М, если удар о стенку произойдёт в момент его максимального подъёма над уровнем точки броска. В этот момент скорость шарика направлена горизонтально. Для этого стенка должна находиться на расстоянии равном половине всей дальности полёта мяча. Следует учитывать, что при отсутствии сопротивления воздуха время подъёма до максимальной высоты равно времени падения т. е. половине всего времени движения. В дальнейшем задача решается типовым способом решения задач на движение тел, брошенных под углом к горизонту. $L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{2g}$

Ответ: $L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{2g}$

Примерные критерии оценивания

Выполнен рисунок, на котором указаны вектор начальной скорости тела, угол бросания, вектор ускорения свободного падения, расположение стенки, направление координатных осей – **2 балла.**

Сделан анализ движения шарика и выводы, необходимые для выполнения условия задачи и её дальнейшего решения – **3 балла.**

Составлена система векторных, а затем скалярных уравнений, приводящих к верному решению – **3 балла.**

Произведены математические преобразования и получен верный ответ задачи – **2 балла.**

10 класс

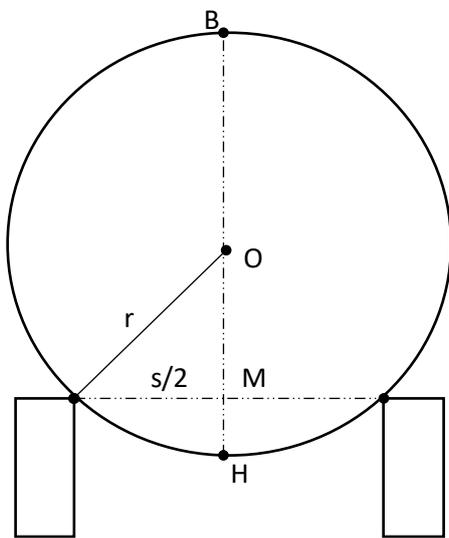
Возможное (авторское) решение

Задача 2. Два металлических рельса расположены горизонтально и параллельно на расстоянии s друг от друга. По рельсам катится шар, изготовленный из твёрдого материала, радиусом r ($2r > s$). В некоторый момент времени скорость поступательного движения точки в центре шара равна u . Определите скорость движения относительно рельсов верхней и нижней точек шара в этот момент времени.

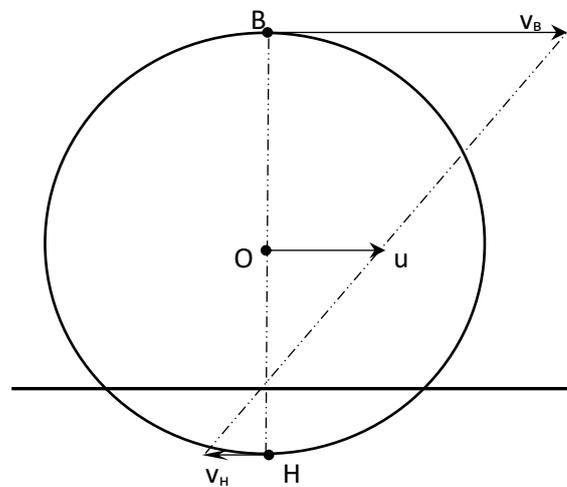
Решение.

Ось вращения шара в данный момент времени проходит через точки соприкосновения шара с рельсами. Угловые скорости верхней и нижней точек шара относительно этой оси одинаковы.

Вид спереди:



Вид сбоку:



Угловая скорость поворота шара относительно мгновенной оси $\omega = u/OM$, где $OM = \sqrt{r^2 - (\frac{s}{2})^2}$,

следовательно $\omega = u/\sqrt{r^2 - (\frac{s}{2})^2}$. Таким образом $v_B = \omega(r + OM) = (u/\sqrt{r^2 - (\frac{s}{2})^2})(r + \sqrt{r^2 - (\frac{s}{2})^2})$

$v_B = (ur/\sqrt{r^2 - (\frac{s}{2})^2}) + u$; соответственно $v_H = \omega(r - OM) = (ur/\sqrt{r^2 - (\frac{s}{2})^2}) - u$

Ответ: $v_B = (ur/\sqrt{r^2 - (\frac{s}{2})^2}) + u$; $v_H = \omega(r - OM) = (ur/\sqrt{r^2 - (\frac{s}{2})^2}) - u$

Примерные критерии оценивания

Выполнен верный рисунок с указанием мгновенной оси и векторов скорости – **2 балла**.

Определена угловая скорость вращения относительно мгновенной оси – **4 балла**.

Записаны выражения для определения линейных скоростей точек – **4 балла**.

Всероссийская олимпиада школьников по физике
муниципальный этап 2022 – 2023 учебный год

10 класс

Возможное (авторское) решение

Задача 3. Некоторое количество жидкости, имеющей температуру t_1 поместили в равномерно работающий холодильник. Жидкость остыла до температуры кристаллизации t_2 за время τ_1 . Определите минимальное значение времени τ_2 , за которое жидкость полностью кристаллизуется. (Удельная теплоёмкость жидкости c , удельная теплота плавления λ)

Решение.

Пусть Q_1 – количество теплоты, выделенное жидкостью при охлаждении до температуры кристаллизации $Q_1 = cm(t_2 - t_1)$. Тогда количество теплоты отводимое от жидкости за единицу времени $q_1 = \frac{Q_1}{\tau_1} = \frac{cm(t_2 - t_1)}{\tau_1}$.

Пусть Q_2 – количество теплоты, выделенное при кристаллизации жидкости $Q_2 = \lambda m$. Тогда количество теплоты отводимое от жидкости при кристаллизации за единицу времени $q_2 = \frac{Q_2}{\tau_2} = \frac{\lambda m}{\tau_2}$

Так как работа холодильника является равномерной, то $q_1 = q_2$. Определим минимальное время кристаллизации жидкости $\frac{cm(t_2 - t_1)}{\tau_1} = \frac{\lambda m}{\tau_2}$, следовательно $\tau_2 = \frac{\lambda \tau_1}{c(t_2 - t_1)}$

Ответ: $\tau_2 = \frac{\lambda \tau_1}{c(t_2 - t_1)}$

Примерные критерии оценивания

Определено количество теплоты, выделяемое жидкостью при охлаждении – **2 балла**.

Определено количество теплоты за единицу времени q_1 – **2 балла**.

Определено количество теплоты, выделяемое при кристаллизации – **2 балла**.

Определено количество теплоты за единицу времени q_2 – **2 балла**.

Учтена стабильность работы холодильника и получено верное выражение для значения времени – **2 балла**.

Всероссийская олимпиада школьников по физике
муниципальный этап 2022 – 2023 учебный год
10 класс
Возможное (авторское) решение

Задача 4. Возможна ли ситуация, при которой тела неподвижные относительно выбранной системы отсчёта и заряженные **одноимёнными** зарядами, будут притягиваться вследствие электростатического взаимодействия? Ответ на вопрос задачи **обязательно обосновать и пояснить на основе физических законов и закономерностей.**

Решение.

Да могут. Такая ситуация возможна, если заряды расположены на проводящих протяжённых телах, а значения величин зарядов заметно различаются. Вследствие взаимодействия зарядов со свободными зарядами проводящего тела, на котором они расположены, на ближайших друг к другу поверхностях тел соберутся заряды противоположных знаков. Их взаимодействие и будет определяющим. (Например, алюминиевая или медная гильза, имеющая незначительный отрицательный заряд будет притягиваться к сильно наэлектризованному о шерсть эбонитовому стержню).

Примерные критерии оценивания

Дан правильный ответ и даны правильные подробные пояснения – **10 баллов.**

Дан правильный ответ и даны подробные пояснения, но они содержат некоторые ошибочные (с физической позиции) высказывания – **8 баллов.**

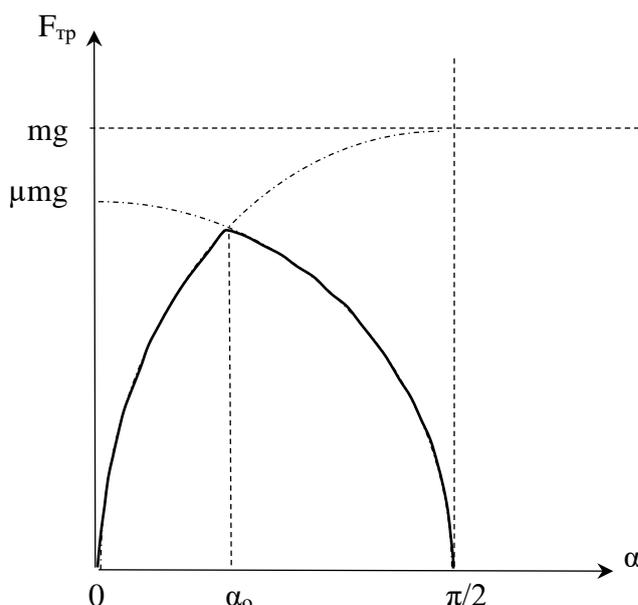
Дан правильный ответ, но в пояснениях отмечено только взаимное влияние зарядов тел друг на друга – **5 баллов.**

Дан правильный ответ, но пояснения неверны или отсутствуют – **2 балла.**

Всероссийская олимпиада школьников по физике
муниципальный этап 2022 – 2023 учебный год
10 класс
Возможное (авторское) решение

Задача 5. На длинную расположенную горизонтально доску поместили небольшой брусок. Один конец доски медленно поднимают. Начертите график зависимости силы трения $F_{\text{тр}}$, действующей на брусок, от угла α , который доска образует с горизонтом. Масса бруска m , коэффициент трения между бруском и доской μ . Поясните каждый участок графика с физической точки зрения.

Решение.



При изменении угла α от 0 до некоторого значения α_0 , брусок по доске не движется. Следовательно, $F_{\text{тр}} = mg \sin \alpha$ (сила трения покоя). При $\alpha \geq \alpha_0$ $F_{\text{тр}} = \mu mg \cos \alpha$ (сила трения скольжения). Значение угла α_0 , при котором начинается скольжение рассчитывают приравняв оба выражения для силы трения $\alpha_0 = \arctg \mu$.

Примерные критерии оценивания

Правильно построен график со всеми обозначениями и даны правильные подробные пояснения процесса, описанного в задаче – **10 баллов**.

Правильно построен график со всеми обозначениями и даны подробные пояснения, но они содержат некоторые ошибочные (с физической позиции) высказывания – **8 баллов**.

Правильно построен график, но нет обозначений критических точек графика или координатных осей. Пояснения не полные – **5 баллов**.

Правильно построен график, но нет обозначений критических точек графика или координатных осей. Пояснения неверны или отсутствуют – **2 балла**.