

ЗАДАНИЕ ПО КОМПЛЕКСУ ПРЕДМЕТОВ
ФИЗИКА, ИНФОРМАТИКА, МАТЕМАТИКА

ВАРИАНТ 41101 для 10 класса

Шик-бутик «Ноосфера» предлагает окрашивание волос инновационной краской «Улетная». Пять первокурсников в один день опробовали новую краску, а наутро все они встретились на одной из лекций, где сели в одном ряду. Больше никто в этот ряд сесть не решился. Но вскоре проявился инновационный эффект краски: все окрашенные ею головы приобрели электрический заряд (одного и того же знака), и под действием непреодолимой силы студенты разлетелись по всему ряду.

Попробуем найти, как распределятся вдоль ряда заряженные головы и их владельцы.

Пусть ряд имеет длину $L = 12$ м и представляет собой сплошную идеально гладкую прямолинейную скамью с бортиками по торцам, не позволяющими свалиться со скамьи. Пусть головы приобрели заряды $q_1 = 0,6$ мКл, $q_2 = 0,35$ мКл, $q_3 = 0,1$ мКл, $q_4 = 0,2$ мКл, $q_5 = 0,1$ мКл (по порядку расположения вдоль ряда). Для простоты расчетов будем считать движущиеся заряженные тела точечными, а массу каждого из них примем равной $m = 60$ кг. Всеми силами кроме электростатических пренебрежем.

Чтобы узнать конечное распределение зарядов, поступим следующим образом. Перейдем к «дискретному времени» и будем считать, что в течение каждой секунды силы, действующие на головы, не изменяются. Тогда возможно найти сдвиги, на которые переместится каждое заряженное тело. Когда пройдет очередная секунда, обнулим приобретенные скорости, пересчитаем силы (исходя из нового расположения) и найдем новые сдвиги. Подобные действия, разумеется, не будут адекватно описывать динамику перемещения голов вдоль ряда, но если повторять описанные шаги достаточно долго (в инженерной практике это называется счет на установление), то новые сдвиги станут ничтожно малыми и найденное положение можно принять за окончательное. В нашем случае ничтожно малым будем считать перемещение не более чем на 5 см, поскольку такое смещение не мешает писать конспект лекции.

Остается заметить, что поскольку итоговое распределение первокурсников вдоль ряда определяется однозначно, то счет на установление можно начинать из любого их начального расположения. Для определенности выберем равномерное начальное расположение.

1. Введите координатную ось, направленную вдоль ряда, по которому разлетаются студенты и выберите удобное положение начала отсчета. Задайте начальное расположение (координаты) заряженных голов на введенной оси.

2. Найдите расположение (координаты) студентов через одну и через две секунды в процессе счета на установление.

3. Найдите окончательное расположение (координаты) студентов на занятом ими ряду.

4. Найдите (с точностью до 10^{-2} мКл), какой минимальный заряд Q должна иметь крайняя справа голова (голова № 5), чтобы все остальные головы находились от нее на расстоянии, не менее, чем $L/3$.

Замечание. Важный вопрос о точности расчетов требует привлечения сложного математического аппарата и поэтому в данной сильно упрощенной модели не рассматривается.