

ЗАДАНИЕ ПО КОМПЛЕКСУ ПРЕДМЕТОВ
(ФИЗИКА, ИНФОРМАТИКА, МАТЕМАТИКА)
ВАРИАНТ 41101 для 10 и 11 классов

Примерно за десятилетие до создания теории относительности Х.А. Лоренц установил, что в движущихся системах отсчета промежутки времени и длины объектов изменяются с изменением скорости движения системы. Формулы, описывающие эти изменения, имеют вид

$$\Delta t_0 = \Delta t \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}, \quad \Delta l = \Delta l_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}.$$

Здесь Δt – время, проходящее между двумя событиями с точки зрения неподвижного (стороннего) наблюдателя; Δt_0 – время, проходящее между теми же событиями с точки зрения движущегося (участвующего в событиях) наблюдателя; Δl и Δl_0 – длина объекта (вдоль направления движения), измеренная в движущейся и в неподвижной системах отсчета соответственно, c – скорость света (300 000 км/с).

Давайте попробуем подсчитать, сколько времени пройдет для космонавтов, решивших отправиться к какой-нибудь не очень далекой звезде.

Пусть свет от этой звезды доходит до нас за 5 лет (для простоты будем считать, что каждый год имеет продолжительность 365,25 суток). Предположим, что космолет стартует с нулевой скоростью, затем разгоняется с ускорением $a = 2 \frac{M}{c^2}$ до скорости $u = 0.9c$ и летит часть пути с этой скоростью. Затем он начинает тормозить с тем же ускорением, так чтобы оказаться в окрестности звезды с нулевой скоростью.

Для поиска ответа на поставленный вопрос перейдем к дискретному времени. Это означает, что вместо непрерывного времени нужно использовать время, изменяющееся скачкообразно с некоторым шагом Δt , т.е. рассматривать только моменты времени, отстоящие от начального момента на $k \cdot \Delta t$ (k – произвольное натуральное число). Далее следует допустить, что между указанными моментами скорость космолета не изменяется, а все изменения происходят мгновенно в отмеченные моменты времени. Таким образом, весь процесс можно приближенно рассмотреть как последовательность равномерных движений. Понятно, что чем меньше будет значение шага дискретизации Δt , тем точнее будет расчет, т.е. тем меньше

Олимпиада школьников «Надежда энергетики». Отборочный этап. Очная форма.

будет разница между «решением», полученным в ходе расчетов и точным решением исходной задачи. Для определения того, насколько подходящий шаг Δt выбран, можно поступить следующим образом. Проведем расчет с выбранным значением Δt , а затем с шагом $\frac{\Delta t}{2}$. Если результаты будут отличаться незначительно, то результат признаем удовлетворительным, в противном случае уменьшим величину Δt и повторим проверку. В нашей задаче будем считать подходящим различие не более, чем на 1%.

Итак, сколько же будет длиться полет (в одну сторону) для наблюдателя, оставшегося дома, и для космонавта, его совершившего?

Представление результатов.

1. Ответ на вопрос задачи обязательно должен быть представлен в рукописном пояснении (на листах чистовика).
2. Для проверки должен быть представлен программный проект, в том числе исполняемый файл, в названии которого должна быть отражена фамилия участника (например, denjkov.exe).
3. В рукописном пояснении должны быть представлены физические соображения и математические выкладки, используя которые участник получил свой результат.
4. Также в рукописном пояснении обязательно нужно описать структуру созданной участником компьютерной программы. В идеале это описание должно представлять собой алгоритм (укрупненный, без излишней детализации), кодируя который "простой программист" сможет не задумываясь повторить ход действий участника и прийти к тем же результатам. Такой алгоритм может быть представлен либо в виде блок-схемы, либо на псевдокоде, либо в виде перечня инструкций на естественном языке и т.д.

Некоторые принципы оценивания.

В зависимости от степени продвижения по пути получения верных числовых ответов начисляется следующее количество баллов (по 100-бальной шкале).

1. Выполнено верное математическое описание физического процесса – до 30 баллов.
2. Произведена попытка компьютерного расчета процесса (попытка моделирования) без получения ответа на вопрос задачи – до 30 баллов.
3. Создан алгоритмически верный программный код, но не зафиксировано его использование (в т.ч. участник не смог запустить написанную программу) – до 50 баллов.
4. Проведены "правдоподобные" компьютерные расчеты (т.е. имеющие отношение к описанному процессу, но не дающие полного ответа на вопрос задачи, в том числе не подобран шаг по времени) – до 80 баллов.
5. От 80 до 100 баллов получает участник, давший верный и аргументированный ответ на вопрос задачи в зависимости от степени его обоснованности и качества описания разработанного программного продукта (верно работающего).