Презентация по физике на тему:

Основной закон релятивистской динамики материальной точки.

Решение задач на использование закона зависимости массы тела от скорости, на движение тел по окружности.

Выполнил: Блохин Виталий

Студент 11ТСП БИКа

Закон взаимосвязи массы и энергии

- Эйнштейн показал, что существует зависимость инертной массы от скорости и это свойство всех материальных тел. Непостоянство массы тела – следствие постулатов теории относительности. Инертная масса движущихся релятивистских частиц зависит от величины их скорости, вернее, от **отношения скорости к скорости света**

- Масса, измеренная в той инерциальной системе отсчета, относительно которой частица находится в покое; m - масса частицы в системе отсчета, относительно которой она движется со скоростью V.

- Следовательно, масса одной и той же частицы различна в разных инерциальных системах отсчета. Как следует из , с увеличением скорости инерция тела (частицы) растет и при $V \to C$ стремится к бесконечности. Значит ни одно тело при $m>0$ не может достичь скорости С.

- Опыты на ускорителях, где изучались движения быстрых заряженных частиц, скорость которых приближалась к скорости света, убедительно подтвердили зависимость массы от скорости и правильность формулы.

Закон взаимосвязи массы и энергии

- Поскольку масса тела растет со скоростью, следовательно, можно предполагать связь массы с кинетической энергией. Найдем кинетическую энергию релятивистской частицы.
- Известно, что приращение кинетической энергии материальной точки на элементарном перемещении равно работе силы на этом перемещении:

- **$dT = dA$ или $dT = F \cdot dr$**

- приращение кинетической энергии частицы пропорционально приращению ее массы.
- Так как кинетическая энергия покоящейся частицы равна нулю, а ее масса равна массе покоя m_0, то
- $T = (m - m_0)C^2$
- Или кинетическая энергия релятивистской частицы имеет вид
- $T = m_0C^2[1/(\sqrt{1 - V^2/C^2}) - 1]$

- А. Эйнштейн обобщил положение

- $dT = d(m_0 C^2 / \sqrt{1 - V^2/C^2}) = C^2 dm$

предположив, что оно справедливо не только для кинетической энергии частицы, но и для полной энергии частицы,

- $\Delta E = C^2 \Delta m$

- т.е. если инертная масса увеличивается на некоторую величину **Δm**, то это означает увеличение энергии на $C^2\Delta m$, и, наоборот, увеличение энергии на **ΔE** какого-либо физического объекта означает увеличение его инертной массы на $\Delta E/C^2$.
- Отсюда Эйнштейн пришел к универсальной зависимости между полной энергией тела E и его массой m:
- $E = mC^2 = m_0C^2/(\sqrt{1 - V^2/C^2})$

Основной закон релятивистской динамики материальной точки

- Масса движущихся *релятивистских* частиц зависит от их скорости:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}},$$

- где m_0 — масса покоя частицы, т. е. масса, измеренная в той инерциальной системе отсчета, относительно которой частица находится в покое; с — скорость света в вакууме; *т* — масса частицы в системе отсчета, относительно которой она движется со скоростью *v*

Масса одной и той же частицы различна в разных инерциальных системах отсчета.

- Из принципа относительности Эйнштейна, утверждающего инвариантность всех законов природы при переходе от одной инерциальной системы отсчета к другой, следует условие инвариантности уравнений физических законов относительно преобразований Лоренца. Основной закон динамики Ньютона

$$\mathbf{F} = \frac{d\mathbf{p}}{dt} = \frac{d}{dt}(m\mathbf{v})$$

оказывается также инвариантным по отношению к преобразованиям Лоренца, если в нем справа стоит производная по времени *от релятивистского импульса*.

Закон сохранения релятивистского импульса:

- В силу *однородности пространства* в релятивистской механике выполняется **закон сохранения релятивистского импульса:** релятивистский импульс замкнутой системы сохраняется, т. е. не изменяется с течением времени.

- Часто вообще не оговаривают, что рассматривают релятивистский импульс, так как если тела движутся со скоростями, близкими к с, то можно использовать только релятивистское выражение для импульса.

Основной закон релятивистской динамики материальной точки имеет вид:

$$\mathbf{F} = \frac{d}{dt}\left(\frac{m_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}}\mathbf{v}\right),$$

или

$$\mathbf{F} = \frac{d\mathbf{p}}{dt},$$

где $\mathbf{p} = m\mathbf{v} = \frac{m_0\mathbf{v}}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$ — **релятивистский импульс** материальной точки.

Решение задач на использование закона зависимости массы тела от скорости, на движение тел по окружности.

- С новыми пространственно-временными представлениями не согласуются при больших скоростях движения законы механики Ньютона. Лишь при малых скоростях движения, когда справедливы классические представления о пространстве и времени, второй закон Ньютона не меняет своей формы при переходе от одной инерциальной системы отсчета к другой (выполняется принцип относительности). Но при больших скоростях движения этот закон в своей обычной (классической) форме несправедлив. Согласно **второму закону Ньютона**:
- Постоянная сила, действуя на тело продолжительное время, может сообщить телу сколь угодно большую скорость. Но в действительности скорость света в вакууме является предельной, и ни при каких условиях тело не может двигаться со скоростью, превышающей скорость света в вакууме.

- Требуется совсем небольшое изменение уравнения движения тел, чтобы это уравнение было верным при больших скоростях движения. Предварительно перейдем к той **форме записи второго закона динамики, которой пользовался сам Ньютон:**
- **AP - B At**
- где **p =mv** — импульс тела. В этом уравнении масса тела считалась независимой от скорости.
- Поразительно, что и при больших скоростях движения уравнение не меняет своей формы. Изменения касаются лишь массы. При увеличении скорости тела его масса не остается постоянной; она тоже увеличивается. Зависимость массы от скорости можно найти, исходя из предположения, что закон сохранения импульса справедлив и при новых представлениях о пространстве и времени. Расчеты слишком сложны.

- Необходимость пользоваться релятивистским уравнением движения при расчете ускорителей заряженных частиц означает, что теория относительности в наше время стала **инженерной наукой**.

- Принцип соответствия. Законы динамики Ньютона и классические представления о пространстве и времени можно рассматривать как частный случай релятивистских законов, справедливых при скоростях движения, много меньших скорости света. Это проявление так называемого **принципа соответствия**, согласно которому любая теория, претендующая на более глубокое описание явлений и на более широкую сферу применимости, чем старая, должна включать последнюю как предельный случай.

- Принцип соответствия впервые был сформулирован **Нильсом Бором** применительно к связи квантовой и классической теорий.

- Великий ученый раньше всех понял суть дела. Релятивистское уравнение движения, учитывающее зависимость массы от скорости, применяется при конструировании ускорителей элементарных частиц и других релятивистских приборов.

Рассмотрим задачу на движение тел по окружности

Какова должна быть наименьшая скорость мотоцикла для того чтобы он мог ехать по внутренней поверхности вертикального кругового цилиндра радиусом R = 6 м по горизонтальной окружности. Коэффициент трения скольжения между шинами и поверхностью цилиндра $\gamma = 0,4$

Решение:

На систему человек - мотоцикл действуют три силы: сила реакции **N**, перпендикулярная поверхности цилиндра, сила тяжести mg и сила трения покоя F_tp

<u>Согласно второму закону Ньютона:</u>

$$ma = mg + N + F_tp$$

Запишем проекции этого уравнения на три взаимно перпендикулярные оси.

$$\vec{a} = \frac{dv}{dt}\vec{e} + \frac{v^2}{R}\vec{n} + 0 * \vec{e}$$

$m\frac{dv}{dt} = F.., 0 = 0,$ Остальные

$$m\frac{v^2}{R} = N$$

$$0 = F_tp - mg$$

Для движения с наименьшей скоростью мы должны положить:

$$F_tp = \gamma N$$

Из (1), (2) находится наименьшая скорость.

Применяется формула центростремительного ускорения, и она равна силе N, сила давления выбирается чтобы сила трения была не меньше mg. Почему получается положительная величина ускорения, величина ускорения равна силам перпендикулярным окружности (реакция опоры N равна противодействующей сумма сил равна нулю).

Задача на зависимость массы тела от скорости:

- На сколько увеличится масса а-частицы при движении со скоростью 0.9 с? Полагать массу покоя а-частицы равной 4 а.е.м

Решение:

Из формулы $$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

Находим: $$m = \frac{4 \text{ а. е. м.}}{\sqrt{1 - 0{,}9^2 c^2/c^2}} = 9{,}18 \text{ а. е. м.}$$

тогда: $$m - m_0 = 9{,}18 \text{ а. е. м.} - 4 \text{ а. е. м.} = 5{,}18 \text{ а. е. м.}$$

Ответ: Масса увеличится на 5,18 а.е.м

Выполнил: Блохин Виталий.
Проверяла: Занина И. Э.

- **Используемая литература:**
- Сайт its-physics.org
- Сайт natalibrilenova.ru/blog
- Сайт pppa.ru
- Сайт revolution.allbest.ru
- Сайт bambookes.ru