

Механика

Кинематика, силы, импульс, энергия и алгоритм решения задач.

$$\Sigma F = ma$$

Ускорение задается равнодействующей сил, а не отдельной силой.

5 КОРОТКИХ ГЛАВ

Что внутри

Графики движения, проекции сил, энергия и импульс, три подробных разбора, проверка знаков и единиц.

10-15 МИНУТ НА ПОВТОРЕНИЕ

Как работать

Прочитай модель, закрой формулы и попробуй восстановить их по смыслу. Затем реши примеры без подсказок.

НЕ ЗУБРИ ФОРМУЛУ

Главный принцип

Сначала выбери тело и систему отсчета. Затем нарисуй ситуацию, задай ось и только после этого записывай уравнения в проекциях.

ГЛАВА 02

Кинематика: как описывать движение

Кинематика отвечает на вопрос, как движется тело, не обсуждая причины. Начни с системы отсчета, оси и знаков координат.

$$x = x_0 + v_0t + at^2/2 \cdot v = v_0 + at$$

Формулы работают для прямолинейного движения с постоянным ускорением.

График	Что показывает наклон	Что показывает площадь
$x(t)$	Скорость v	Обычно не используют
$v(t)$	Ускорение a	Перемещение Δx
$a(t)$	Темп изменения ускорения	Изменение скорости Δv

ПРИМЕР 1

Разбор графика $v(t)$

Скорость растёт от 0 до 6 м/с за 3 с, затем остается 6 м/с еще 4 с. Путь равен площади под графиком: треугольник $3 \cdot 6 / 2 = 9$ м и прямоугольник $4 \cdot 6 = 24$ м. Итого 33 м.

НЕ ПУТАЙ

Путь s

Скаляр. Всегда неотрицателен и равен длине траектории.

ЗНАК ВАЖЕН

Перемещение Δx

Проекция вектора. Может быть положительной, отрицательной или нулевой.

ЧАСТНЫЙ СЛУЧАЙ

Свободное падение

Если сопротивлением воздуха пренебрегают, ускорение всех тел одинаково и направлено вниз: $g \approx 9,8 \text{ м/с}^2$, в расчетах часто берут 10 м/с^2 .

ГЛАВА 03

Динамика: силы и второй закон Ньютона

Динамика связывает движение с взаимодействиями. На схеме оставляй только силы, действующие на выбранное тело.

$\Sigma F_x = m a_x \cdot \Sigma F_y = m a_y$

Векторное уравнение $\Sigma \vec{F} = m \vec{a}$ записывают в проекциях на выбранные оси.

Сила	Модуль	Направление
Тяжести	mg	Вертикально вниз
Упругости	kx	Против деформации
Трения скольжения	μN	Против относительного движения
Реакции опоры	N	Перпендикулярно поверхности

ПРИМЕР 2

Разбор: две горизонтальные силы

На тело массой 4 кг действуют 14 Н вправо и трение 6 Н влево. Выбираем вправо за плюс: $F_x = 14 - 6 = 8 \text{ Н}$. Тогда $a = F_x/m = 8/4 = 2 \text{ м/с}^2$ вправо.

ТИПИЧНАЯ ОШИБКА

Сила действия и противодействия

По третьему закону Ньютона силы равны по модулю и противоположны, но приложены к разным телам. Поэтому они не сокращаются в уравнении движения одного тела.

АЛГОРИТМ

Наклонная плоскость

- Ось x удобно направить вдоль плоскости, ось y - перпендикулярно.
- Разложи mg : вдоль плоскости $mg \sin \alpha$, перпендикулярно $mg \cos \alpha$.
- Трение определяй после того, как найдено N .

ГЛАВА 04

Работа, энергия и импульс

Законы сохранения сокращают решение, когда не нужно искать движение в каждый момент времени. Сначала проверь условия их применения.

$$A = F_s \cos \alpha \cdot E_k = mv^2/2 \cdot E_p = mgh$$

Работа равнодействующей равна изменению кинетической энергии: $A_{рез} = \Delta E_k$.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ**Сохранение энергии**

Если действуют только консервативные силы, $E_k + E_p$ остается постоянной.

ПОТЕРИ**Если есть трение**

Изменение механической энергии равно работе неконсервативных сил.

$$p = mv \cdot F \Delta t = \Delta p$$

Импульс тела p - вектор. Импульс силы изменяет импульс тела.

СТОЛКНОВЕНИЯ**Закон сохранения импульса**

В замкнутой системе векторная сумма импульсов до взаимодействия равна сумме после него. В проекции обязательно учитывай знаки скоростей.

ПРИМЕР 3**Разбор: падение без сопротивления**

Тело падает с высоты h из состояния покоя. $mgh = mv^2/2$, масса сокращается, поэтому $v = \sqrt{2gh}$. Скорость не зависит от массы, если сопротивлением воздуха пренебречь.

СКОРОСТЬ РАБОТЫ**Мощность**

$P = A/t$. При равномерном движении под действием силы, направленной вдоль скорости, $P = Fv$.

ГЛАВА 05

Круговое движение и итоговый алгоритм

При движении по окружности скорость направлена по касательной, а центростремительное ускорение - к центру. Отдельной центростремительной силы не существует.

$$a_c = v^2/R = \omega^2 R \cdot v = 2\pi R/T$$

Роль центростремительной силы играет равнодействующая реальных сил в радиальном направлении.

КЛЮЧЕВАЯ МОДЕЛЬ

Что записывать в радиальной проекции

Выбери направление к центру за плюс и сложи проекции всех реальных сил: $\Sigma F_k \text{ к центру} = mv^2/R$. Это может быть сила тяжести, натяжение, реакция опоры или их комбинация.

Шаг	Что сделать
1. Объект	Выбрать тело и систему отсчета
2. Рисунок	Отметить скорости, перемещения и только реальные силы
3. Оси	Задать положительные направления
4. Закон	Выбрать кинематику, Ньютона или закон сохранения
5. Проекции	Записать уравнения символами
6. Проверка	Оценить знак, единицы и порядок величины

ПЕРЕД СДАЧЕЙ

Четыре частые ошибки

- Складывать модули сил без учета направления.
- Считать N всегда равной mg .
- Путать путь и перемещение.
- Применять сохранение механической энергии при неучтенной работе трения.