

Чтобы не палиться на экзамене, просто скажем что автор делал также билеты по матану;)

Механика

Механика – раздел физики, изучающий механическое движение, т.е. движение тел в пространстве и времени. Механическое движение тел относительно.

Тело отсчета – тело, относительно которого определяется положение других тел в пространстве.

Система отсчета – совокупность тела отсчета, связанной с ним системы координат и синхронизированных между собой часов.

Материальная точка – тело, размерами которого можно пренебречь в условиях данной задачи.

Абсолютно твердое тело (АТТ) – система материальных точек, расстояние между которыми не меняется в процессе движения (деформации в процессе движения пренебрежимо малы).

Кинематика – раздел механики, изучающий движение тел, независимо от причин, вызывающих это движение.

Траектория (ℓ) – линия, по которой движется точка

Перемещение – вектор, соединяющий начальное и конечное положение точки

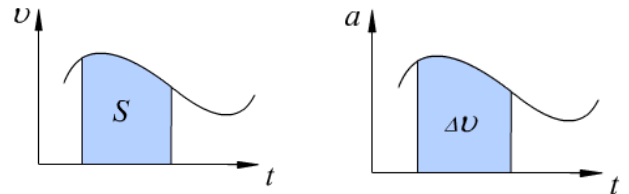
Путь (S) – длина траектории

Вектор мгновенной скорости $\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \vec{r}'(t)$

Средняя путевая скорость $\langle \vec{v} \rangle = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$, $v_{cp} = \frac{S_{общ}}{t_{общ}}$

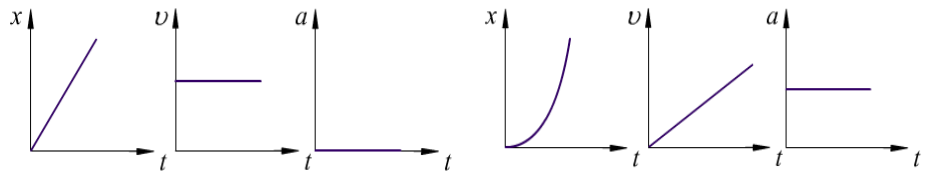
Тангенциальное ускорение $|\vec{a}| = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{v}'(t)$

Координатный способ описания движения $\vec{v} = v_x \vec{i} + v_y \vec{j} + v_z \vec{k}$, $\vec{a} = a_x \vec{i} + a_y \vec{j} + a_z \vec{k}$



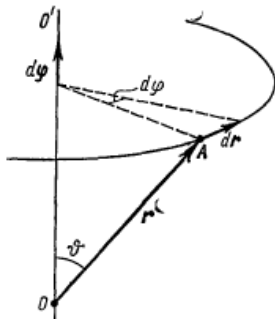
Поступательное движение – движение, при котором любая прямая, связанная с телом остается параллельной самой себе.

Плоское движение – движение, при котором каждая точка твердого тела движется параллельно некоторой плоскости.



Равномерное движение

Равнопеременное движение



OO' – неподвижная ось; \vec{r} – радиус-вектор точки A; $d\vec{r}$ – перемещение; $d\vec{\varphi}$ – элементарный угол поворота (направление определяется по правилу правого винта - буравчика)

$$dr = R \cdot d\varphi, R = r \cdot \sin \alpha, dr = r \cdot d\varphi \cdot \sin \alpha$$

Угловая скорость – векторная величина, показывающая, как меняется угол поворота тела со временем, по направлению совпадает с углом поворота.

$$\vec{\omega} = \frac{d\vec{\varphi}}{dt}, \omega_{cp} = \frac{\varphi_{общ}}{t_{общ}}$$

Угловое ускорение – векторная величина, показывающая, как меняется угловая скорость со временем, по направлению совпадает с вектором изменения

$$\text{угловой скорости. } \vec{\beta} = \frac{d\vec{\omega}}{dt} = \frac{d^2\vec{\varphi}}{dt^2}, \vec{\beta} \uparrow \Delta\vec{\omega}$$

Связь между линейными и угловыми величинами $dr = d\varphi \cdot r \cdot \sin \alpha = d\varphi \cdot R, v = \omega \cdot r \cdot \sin \alpha = \omega \cdot R.$

$$\vec{a} = [\vec{\beta} \vec{r}] + [\vec{\omega} [\vec{\omega} \vec{r}]] = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n, a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}$$

Тангенциальное ускорение: отвечает за изменение модуля скорости, направлено по касательной к траектории движения. $\vec{a}_\tau = [\vec{\beta} \vec{r}] = \frac{d\vec{v}}{dt}$

Нормальное ускорение: отвечает за изменение направления вектора скорости, направлено к центру кривизны траектории. $a_n = \omega^2 R = \frac{v^2}{R} = \omega v$

Характеристики вращательного движения: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{\nu}, \nu = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{T}, N = \frac{\varphi}{2\pi}.$

Динамика – раздел механики, изучающий причины, вызывающие движение тел.

Инерциальные системы отсчета – системы отсчета, относительно которых свободное тело движется равномерно и прямолинейно или находится в состоянии покоя. Примеры ИСО: до опытов Фуко – Земля; сейчас – гелиоцентрическая система.

Любая система отсчета, двигающаяся равномерно и прямолинейно относительно гелиоцентрической системы также является инерциальной.

Чтобы не палиться на экзамене, просто скажем что автор делал также билеты по матану;)

Неинерциальная система отсчета (НИСО) – СО, двигающаяся с ускорением относительно ИСО.

Преобразования координат при переходе от одной ИСО к другой: $\vec{r} = \vec{r}' + \vec{V}t$

Все инерциальные системы отсчета эквивалентны друг другу по своим механическим свойствам; во всех инерциальных системах отсчета свойства пространства и времени одинаковы; законы механики одинаковы во всех инерциальных системах отсчета.

1 закон Ньютона – Существуют такие системы отсчета, относительно которых свободное тело движется равномерно и прямолинейно или находится в состоянии покоя. Такие системы называются инерциальными (ИСО). Неинерциальные системы отсчета (НИСО) – системы отсчета, в которых не выполняется первый закон Ньютона.

Сила – физическая величина, определяющая количественную характеристику и направление воздействия, оказываемого на данное тело со стороны других тел.

Масса – мера инертности тела, т.е. способности тела сохранять свою скорость при движении.

2 закон Ньютона – Сумма всех сил, действующих на тело, равна произведению массы этого тела на его ускорение. $\sum \vec{F} = m\vec{a}$.

3 закон Ньютона – Силы, с которыми два тела действуют друг на друга, равны по модулю и направлены в противоположные стороны вдоль прямой, соединяющей эти тела. $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$.

Принцип суперпозиции сил: $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$.

Сила гравитационного притяжения: $F = G \frac{m_1 m_2}{r_{12}^2}$, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$, r_{12}^2 – квадрат расстояния между центрами тел.

Однородная сила тяжести: $F = G \frac{mM_3}{R_3^2} = mg$, $g_{\text{справ.}} = 9,81 - 9,83 \text{ м/с}^2$.

Сила упругости: $\vec{F} = -k\vec{x}$. Закон Гука: $F = k\Delta l$.

Сила трения покоя: $|\vec{F}_{\text{тр.п.}}| = |\sum \vec{F}_{\text{внешн.}}| < |\vec{F}_{\text{тр.ск.}}|$, Сила трения покоя: $F = \mu N$.

Вес тела – сила, с которой тело действует на неподвижную относительно него опору или подвес.

В случае опоры (N – сила реакции опоры): $|P| = |N|$, $m\vec{g} + \vec{N} = 0$, $P = mg$ только в случае, если тело неподвижно.

Невесомость – состояние, при котором вес тела равен нулю. $P = 0$, $a = g$. Перегрузка: $P > mg$.

1 закон Кеплера – Каждая планета Солнечной системы вращается по эллипсу, в одном из фокусов которого находится Солнце.

2 закон Кеплера – Каждая планета движется в плоскости, проходящей через центр Солнца, причём за равные промежутки времени радиус-вектор, соединяющий Солнце и планету, зачерчивает сектора равной площади.

3 закон Кеплера – Квадраты периодов обращения планет вокруг Солнца относятся, как кубы больших полуосей орбит планет. (Закон справедлив не только для планет, но и для их

спутников). $\frac{T_1^2}{R_1^3} = \frac{T_2^2}{R_2^3}$.

Силы инерции – фиктивные силы, возникающие в НИСО.

Поступательная сила инерции – обусловлена поступательным движением СО. $\vec{F}_{\text{ин}} = -m\vec{a}_0$

Центробежная сила инерции – возникает во вращающейся системе отсчета. $\vec{F}_{\text{цб}} = m\omega^2 \vec{\rho}$.

Сила Кориолиса – возникает во вращающейся системе отсчета, действует только на движущиеся тела. Направление силы Кориолиса определяется правилом левой руки (векторное произведение). $\vec{F}_{\text{кор}} = 2m[\vec{v}' \vec{\omega}]$.

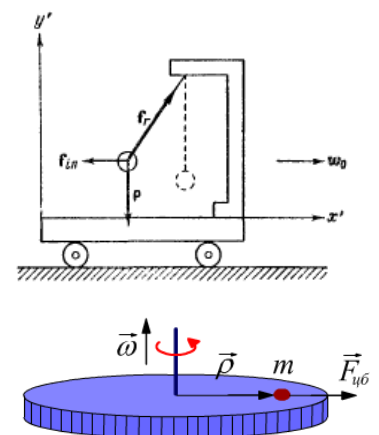
Действие силы Кориолиса: (отклонение движущихся тел вправо, в Северном полушарии, влево – в Южном (берега рек, рельсы, направление закручивания жидкости при сливе); вращение плоскости колебаний маятника Фуко).

Особенности сил инерции: Силы инерции обусловлены свойствами неинерциальных систем отсчета. 3 закон Ньютона не выполняется. Существуют только в НИСО. Все силы инерции пропорциональны массе тела.

Импульс – количество движения – векторная величина равная произведению массы тела на его скорость.

$$\vec{p} = m\vec{v}, \vec{F} = m\vec{a} = \frac{m d\vec{v}}{dt} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

Импульс силы: $d\vec{p} = \vec{F}dt$. Импульс системы может меняться только под действием внешних сил.



Чтобы не палиться на экзамене, просто скажем что автор делал также билеты по матану;)

Замкнутая система – система частиц, на которую не действуют внешние силы (или их воздействие пренебрежимо мало).

Закон сохранения импульса – фундаментальный закон природы: Импульс замкнутой системы остается постоянной величиной $\vec{P} = const$.

Положение центра масс системы материальных точек определяется радиус-вектором: $\vec{r}_c = \frac{\sum m_i \vec{r}_i}{\sum m_i}$.

Скорость центра масс системы: $\vec{v}_c = \frac{\sum m_i \vec{v}_i}{\sum m_i} = \frac{\vec{P}}{\sum m_i}$. **Импульс системы:** $\vec{P} = m \vec{v}_c$.

Центр масс любой системы движется так, как если бы вся масса системы была сосредоточена в одной точке и к ней были бы приложены все внешние силы.

Уравнение движения центра масс: $m \frac{d\vec{v}_c}{dt} = \frac{d\vec{P}}{dt} = \sum \vec{F}_{внешн}$.

Рзс (среднее) = 384400 км. $M_z = 6 \cdot 10^{24}$ кг. $M_l = 7,6 \cdot 10^{22}$ кг.

Ц-система – Система отсчета, жестко связанная с центром масс системы и перемещающаяся поступательно по отношению к инерциальным системам (центр масс неподвижен). Полный импульс частиц, входящих в Ц-систему, всегда равен нулю.

Реактивное движение – движение тела, возникающее при отделении некоторой его части с определенной скоростью относительно тела. При этом возникает т.н. реактивная сила, сообщающая телу ускорение.

Уравнение реактивного движения: $m \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{F} + \frac{dm}{dt} \vec{u}$. \vec{u} – скорость отделяемого или присоединяемого

вещества относительно рассматриваемого тела; dm/dt – скорость изменения массы тела; $\frac{dm}{dt} \vec{u}$ – **реактивная**

сила; \vec{F} – сумма сил, действующих на тело со стороны других тел или силового поля. Если масса присоединяется или отсоединяется без скорости относительно тела (движение платформы, из которой высыпается песок). $v(t) = \frac{F}{\mu} \ln \frac{m_0}{m_0 - \mu t}$. Присоединяемая или отсоединяемая масса неподвижна в выбранной

системе отсчета. (Движение платформы, нагружаемой песком). $v(t) = \frac{Ft}{m_0 + \mu t}$. Ракета движется в отсутствии

внешнего силового поля так, что скорость отделяемого горючего относительно ракеты равна u . Найти

зависимость скорости ракеты от ее массы. Масса ракеты в начальный момент времени m_0 . $\vec{v} = -\vec{u} \ln \left(\frac{m_0}{m} \right)$

Ракета движется во внешнем силовом поле так, что скорость отделяемого горючего относительно ракеты равна u . Найти зависимость скорости ракеты от ее массы. Масса ракеты в начальный момент времени m_0 .

$v = u \ln \left(\frac{m_0}{m} \right) - gt$.

Элементарная работа силы F на перемещении dr – $dA = \vec{F} \cdot d\vec{r} = F \cdot ds \cdot \cos \alpha = F_s ds$.

Механическая работа постоянной силы – $A = \vec{F} \times \vec{S} = FS \cos \alpha$.

Работа силы упругости – $A = \frac{k}{2} (x_1^2 - x_2^2)$. Работа силы тяжести $A = mg(h_1 - h_2)$. Работа гравитационной силы – $A = GMm \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$. Работа результирующей силы, действующей на тело, равна сумме работ всех сил.

Мощность – скалярная величина, равная работе силы, совершаемой за единицу времени; (характеризует скорость, с которой совершается работа). $N = \frac{dA}{dt} = \frac{\vec{F} d\vec{r}}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v}$.

Стационарное поле – поле сил, остающееся постоянным со временем.

Консервативные силы – силы, работа которых не зависит от формы пути, по которому перемещается тело, а определяется только начальным или конечным положением тела 1 и 2.

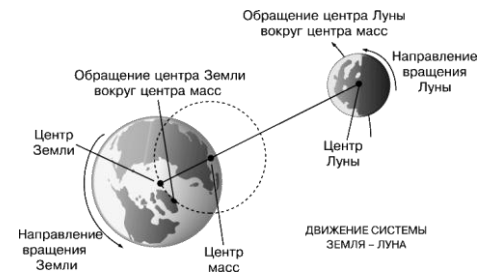
Потенциальное поле – поле, в котором действуют консервативные силы.

Работа консервативных сил на замкнутом контуре равна нулю.

Неконсервативные силы – силы трения, силы сопротивления.

Центральные силы – силы, зависящие только от расстояния между взаимодействующими частицами и направленные вдоль прямой, соединяющей эти частицы (гравитационные, кулоновские, упругие).

Все центральные силы являются консервативными. Работа центральных сил не зависит от формы пути, по которому перемещается тело.



Чтобы не палиться на экзамене, просто скажем что автор делал также билеты по матану:)

Энергия - скалярная физическая величина, характеризующая способность тел совершать работу.

Кинетическая энергия - энергия механического движения тела.

Потенциальная энергия – энергия, зависящая от положения тела в потенциальном поле сил.

Работа результирующей силы равна приращению кинетической энергии тела: $A = \Delta E_k = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}$

Так как работа консервативных сил зависит только от начального и конечного положений тела, то существует скалярная величина, определяющая положение тел, убывь которой равна работе. $A = U_1 - U_2 = -\Delta U$. U – потенциальная энергия.

1) В поле однородной силы тяжести $U = mgh$.

2) В поле упругой силы $U = \frac{kx^2}{2}$.

3) В гравитационном поле $U = -\frac{Gm_1m_2}{r}$.

Взаимосвязь работы и потенциальной энергии: $A = -\Delta U \Rightarrow dA = -dU = F_s ds$.

$\vec{F} = q\vec{E}$, $\vec{F} = m\vec{G}$. E , G – напряженность электрического и гравитационного полей – силовая характеристика поля.

$\vec{G}d\vec{r} = -d\varphi$, где $\varphi = \frac{U}{m}$, $\vec{F}d\vec{r} = m\vec{G}d\vec{r} = -dU$, φ – потенциал гравитационного поля – энергетическая характеристика поля.

Полная механическая энергия частицы - сумма кинетической и потенциальной энергии частицы: $E = E_k + U$. Приращение кинетической энергии: $\Delta E_k = A_{\text{всех сил}} = A_{\text{конс}} + A_{\text{стор}}$. Убыль потенциальной энергии: $-\Delta U = A_{\text{конс}}$. $\Delta(E_k + U) = \Delta E = A_{\text{стор}}$.

Закон сохранения механической энергии: $E = E_k + U = \text{const}$.

Диссипативные силы – неконсервативные силы (силы трения и сопротивления). $\vec{F} = k(v)\vec{v}$. Суммарная работа всех внутренних диссипативных сил в системе всегда меньше нуля независимо от системы отсчета. Если в замкнутой системе действуют неконсервативные силы (диссипативные), то: $\Delta E = A_{\text{дисс}}$.

Абсолютно неупругое столкновение - в результате столкновения частицы слипаются и движутся как единое целое. Происходит деформация, суммарная кинетическая энергия частиц меняется.

Абсолютно упругое столкновение - в результате столкновения внутренняя энергия системы не меняется, следовательно, не меняется суммарная кинетическая энергия частиц.

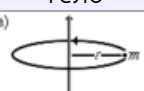
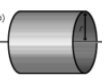
Момент импульса – векторная величина, равная векторному произведению радиус-вектора и импульса. $\vec{L} = [\vec{r}\vec{p}] = r \cdot p \cdot \sin \alpha = p \cdot l$.

Момент силы – векторная величина, равная векторному произведению радиус-вектора и силы. $\vec{M} = [\vec{r}\vec{F}] = r \cdot F \cdot \sin \alpha = F \cdot l$.

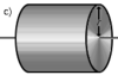

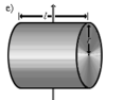
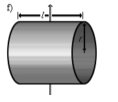
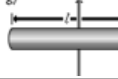
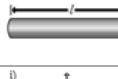
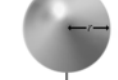
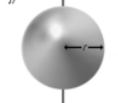

Пара сил – две равные по величине противоположно направленные силы, не действующие вдоль одной прямой. $\vec{M} = [\vec{r}_1\vec{F}_1] + [\vec{r}_2\vec{F}_2]$. Момент пары сил относительно любой точки О одинаков. Момент пары сил равен моменту одной из этих сил относительно точки приложения другой. Момент пары сил перпендикулярен плоскости, в которой лежат силы, численно равен произведению модуля одной из сил на плечо пары сил. Момент двух сил, действующих вдоль одной прямой равен нулю!

Уравнение моментов: $\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M}$. Момент импульса системы может меняться только под действием суммарного момента внешних сил. Момент импульса замкнутой системы частиц остается постоянным. Закон сохранения момента импульса выполняется в замкнутых инерциальных системах. В неинерциальных системах отсчета момент импульса может оставаться постоянным при условии равенства нулю суммарного момента сил инерции.

Момент инерции - мера инертности тела при вращательном движении. $I = \sum m_i r_i^2$

Тело	Описание	Положение оси a	Момент инерции J_a
а) 	Материальная точка массы m	На расстоянии l от точки, неподвижная	mr^2
б) 	Полый тонкостенный цилиндр или кольцо радиуса l и массы m	Ось цилиндра	mr^2

Чтобы не палиться на экзамене, просто скажем что автор делал также билеты по матану;)

	Сплошной цилиндр или диск радиуса r и массы m	Ось цилиндра	$\frac{1}{2}mr^2$
	Полый толстостенный цилиндр массы m с внешним радиусом r_2 и внутренним радиусом r_1	Ось цилиндра	$m \frac{r_2^2 + r_1^2}{2}$
	Сплошной цилиндр длины l , радиуса r и массы m	Ось перпендикулярна к цилиндру и проходит через его центр масс	$\frac{1}{4}m \cdot r^2 + \frac{1}{12}m \cdot l^2$
	Полый тонкостенный цилиндр (кольцо) длины l , радиуса r и массы m	Ось перпендикулярна к цилиндру и проходит через его центр масс	$\frac{1}{2}m \cdot r^2 + \frac{1}{12}m \cdot l^2$
	Прямой тонкий стержень длины l и массы m	Ось перпендикулярна к стержню и проходит через его центр масс	$\frac{1}{12}ml^2$
	Прямой тонкий стержень длины l и массы m	Ось перпендикулярна к стержню и проходит через его конец	$\frac{1}{3}ml^2$
	Тонкостенная сфера радиуса r и массы m	Ось проходит через центр сферы	$\frac{2}{3}mr^2$
	Шар радиуса r и массы m	Ось проходит через центр шара	$\frac{2}{5}mr^2$
	Конус радиуса r и массы m	Ось конуса	$\frac{3}{10}mr^2$
	Равнобедренный треугольник с высотой h , основанием a и массой m	Ось перпендикулярна плоскости треугольника и проходит через вершину	$\frac{1}{24}m(a^2 + 12h^2)$
	Правильный треугольник со стороной a и массой m	Ось перпендикулярна плоскости треугольника и проходит через центр масс	$\frac{1}{12}ma^2$
	Квадрат со стороной a и массой m	Ось перпендикулярна плоскости квадрата и проходит через центр масс	$\frac{1}{6}ma^2$

Теорема Штейнера $J = J_c + md^2$, где d – расстояние между осью центра масс и рассматриваемой осью. Позволяет находить момент инерции не только через центр масс.

Закон сохранения момента импульса: $\vec{L} = I\vec{\omega} = const$

Постулаты Эйнштейна

1) Постулат относительности – обобщение принципа относительности Галилея на любые физические процессы: Все физические явления протекают одинаковым образом во всех инерциальных системах отсчета.

2) Второй постулат – скорость света в вакууме не зависит от движения источника света и одинакова во всех направлениях. Скорость света в вакууме одинакова во всех инерциальных системах отсчета. Следствие: скорость света в вакууме является предельной. $c = 299792458 \text{ м/с}$.

Поперечные размеры тел одинаковы во всех инерциальных системах отсчета.

Формула замедления времени: $t = \frac{t_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$. Формула сокращения длины: $l = l_0 \sqrt{1-v^2/c^2}$.

Дефект масс: $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$. Релятивистский импульс: $\vec{p} = m\vec{v} = \frac{m_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}}\vec{v}$

Энергия релятивистской частицы: $E_0 = m_0c^2$ (покоя), $E = mc^2$, $E_{кин} = m_0c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}} - 1 \right)$.