



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

Факультет информационных технологий и управления

405 группа

Работа по физике:

«Билет №1»



Работу выполнил:

Тараскин Яромир Витальевич

Санкт – Петербург

2021

1. ДАЙТЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

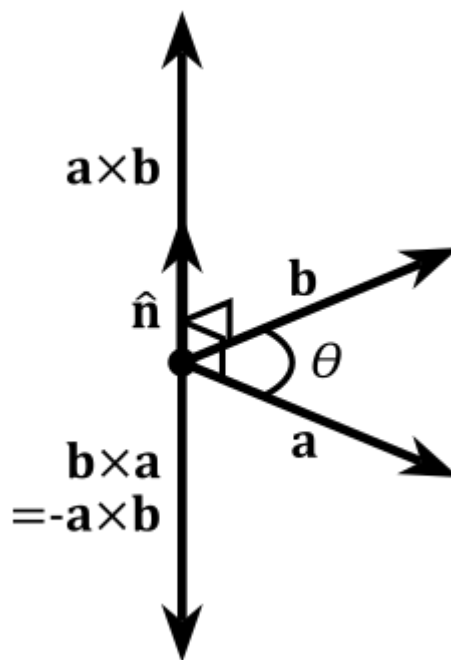
Перемещение (в кинематике) — изменение положения физического тела в пространстве с течением времени относительно выбранной системы отсчёта.

2. ЗАПИШИТЕ КИНЕМАТИЧЕСКИЙ ЗАКОН РАВНОУСКОРЕННОГО ДВИЖЕНИЯ (ФОРМУЛУ ЗАВИСИМОСТИ $x(t)$)

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

3. ЧТО ТАКОЕ ВЕКТОРНОЕ ПРОИЗВЕДЕНИЕ 2-Х ВЕКТОРОВ? ДАЙТЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОМЕНТА ИМПУЛЬСА.

Векторное произведение двух векторов в трёхмерном евклидовом пространстве — вектор, перпендикулярный обоим исходным векторам, длина которого равна площади параллелограмма, образованного исходными векторами, а выбор из двух направлений определяется так, чтобы тройка из по порядку стоящих в произведении векторов и получившегося вектора была правой. Векторное произведение коллинеарных векторов (в частности, если хотя бы один из множителей — нулевой вектор) считается равным нулевому вектору.



Векторное произведение в координатной форме

Пусть заданы векторы

$$\vec{a} = a_x \vec{i} + a_y \vec{j} + a_z \vec{k} = (a_x, a_y, a_z) \quad \text{и} \quad \vec{b} = b_x \vec{i} + b_y \vec{j} + b_z \vec{k} = (b_x, b_y, b_z),$$

Тогда

$$\vec{a} \times \vec{b} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a_y & a_z \\ b_y & b_z \end{vmatrix} \vec{i} - \begin{vmatrix} a_x & a_z \\ b_x & b_z \end{vmatrix} \vec{j} + \begin{vmatrix} a_x & a_y \\ b_x & b_y \end{vmatrix} \vec{k}.$$

Момент импульса (момент импульса относительно точки, также: кинетический момент, угловой момент, орбитальный момент, момент количества движения) — физическая величина, характеризующая количество вращательного движения и зависящая от того, сколько массы вращается, как она распределена в пространстве и с какой угловой скоростью происходит вращение.

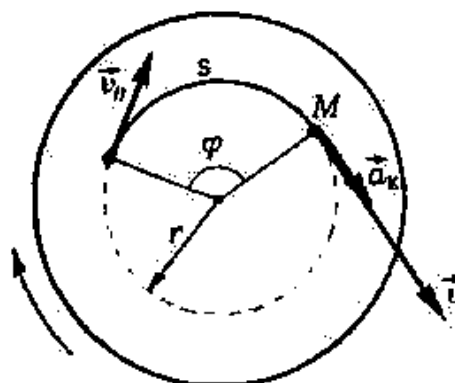
$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$$

Для одной материальной точки момент импульса равен векторному произведению радиус-вектора точки на её импульс, для системы точек — сумме таких произведений. Стандартное обозначение: L , единица измерения в СИ: $\text{м}^2\text{кг/с}$. Величина L зависит от выбора положения начала отсчёта радиус-векторов O .

4. КАК СВЯЗАНЫ ЛИНЕЙНЫЕ И УГЛОВЫЕ КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ.

К линейным величинам относят:

- Путь;
- Скорость;
- Касательное ускорение;
- Нормальное ускорение;



К угловым величинам относят:

- Угол поворота;
- Угловую скорость;
- Угловое ускорение;

При повороте радиуса, проведённого в точку M на угол φ точка пройдёт по дуге окружности путь $s=r\varphi$ (1)

За время Δt точка проходит расстояние $\Delta s=r\varphi_2-r\varphi_1$, где φ_2 и φ_1 — углы поворота в конце и в начале интервала Δt . Разделив последнее равенство на Δt и учитывая, что $\Delta s/\Delta t=v$ и $(\varphi_2-\varphi_1)/\Delta t=\Delta\varphi/\Delta t=\omega$, получим $v=r\omega$ (2)

Заметим, что соотношение (2) связывает между собой линейную и угловую скорости не только при равномерном движении точки по окружности, но- и при неравномерном движении тоже. Изменение модуля скорости точки за время Δt есть $\Delta v = r\omega_2 - r\omega_1$, где ω_2 и ω_1 — угловые скорости в конце и в начале промежутка Δt . Разделим последнее равенство на Δt и учтём, что $\Delta v / \Delta t = a_k$ и $(\omega_2 - \omega_1) / \Delta t = \Delta\omega / \Delta t = \varepsilon$, тогда касательное ускорение $a_k = r\varepsilon$ (3)

Соотношения (1), (2) и (3) дают для движущейся по окружности точки простую связь между линейными и угловыми величинами: **линейная величина равна произведению радиуса окружности на соответствующую угловую величину.**

Связь между линейными и угловыми величинами выражается в следующих формулах:

$$r = \phi r;$$

$$V = \omega r;$$

$$V = \omega r \cdot \sin(\phi) = \omega R;$$

$$a = \frac{dV}{dt} = \frac{d \cdot \omega r}{dt} = \frac{d\omega \cdot r}{dt} + \frac{\omega \cdot dr}{dt} = \varepsilon r + \omega V;$$

$$a_n = \omega V;$$

$$a_t = \varepsilon r = \varepsilon r \cdot \sin(\phi) = \varepsilon R;$$

5. НАЙТИ СКОРОСТЬ ЦЕНТРА МАСС СИСТЕМЫ, СОСТОЯЩЕЙ ИЗ ТРЁХ ЧАСТИЦ, ДВИЖУЩИХСЯ ВДОЛЬ ОСИ X:

$M_1 = 1\text{г}$	$M_2 = 5\text{г}$	$M_3 = 3\text{г}$
$V_1 = 5\text{м/с}$	$V_2 = 2\text{м/с}$	$V_3 = 1\text{м/с}$

$$\frac{\sum_{i=1}^3 M_i V_i}{\sum_{i=1}^3 M_i} = \frac{M_1 V_1 + M_2 V_2 + M_3 V_3}{M_1 + M_2 + M_3} = \frac{1 \cdot 5 + 5 \cdot 2 + 3 \cdot 1}{1 + 5 + 3} \text{ м/с} = 2 \text{ м/с}$$

6. ЧТО ТАКОЕ ИНЕРЦИАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОТСЧЁТА?

Инерциальная система отсчёта (ИСО) — система отсчёта, в которой все свободные тела движутся прямолинейно и равномерно, либо покоятся.

Существование систем, обладающих таким свойством, постулируется первым законом Ньютона и подтверждается экспериментальными фактами.

Эквивалентное определение, удобное для использования в теоретической механике, звучит: «Инерциальной называется система отсчёта, по отношению к которой пространство является однородным и изотропным, а время — однородным».

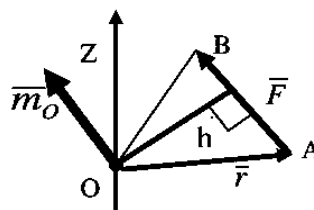
7. ЧТО ТАКОЕ МОМЕНТ СИЛЫ ОТНОСИТЕЛЬНО ТОЧКИ?

Момент силы относительно точки (также: **вращательный момент**) — векторная физическая величина: действие силы на механический объект, которое может вызвать его вращательное движение. Определяется как произведение величины **силы** на длину перпендикуляра, опущенного из **точки** на линию действия **силы**. Ед. измерения - Н·м.

$$\vec{M} = [\vec{r} \times \vec{F}]$$

Моментом силы \vec{F} относительно центра (точки) O называется вектор $\vec{m}_O(\vec{F})$ равный **векторному произведению** радиуса вектора \vec{r} , проведенного из центра O в точку A приложения силы, и вектора силы \vec{F} :

$$\vec{m}_O(\vec{F}) = \vec{r} \times \vec{F}$$



Вектор $\vec{m}_O(\vec{F})$ приложен в точке O и направлен \perp плоскости, проходящей через центр O и силу \vec{F} , в ту сторону, откуда сила видна стремящейся повернуть тело вокруг центра O против хода часовой стрелки.

Модуль $|\vec{m}_O(\vec{F})|$ равен произведению модуля силы \vec{F} на плечо h :

$$|\vec{m}_O| = F \cdot h,$$

где **плечо h** — **перпендикуляр, опущенный из центра O на линию действия силы \vec{F}** .

Момент $\vec{m}_O(\vec{F})$ характеризует **вращательный эффект силы \vec{F}** относительно центра (точки) O .

8. КАК ВЫРАЖАЕТСЯ МОМЕНТ ИМПУЛЬСА ТВЁРДОГО ТЕЛА ЧЕРЕЗ МОМЕНТ ИНЕРЦИИ?

МТ движется по окружности в плоскости, перпендикулярной оси (z), проходящей через центр окружности.

Момент импульса МТ относительно точки O :

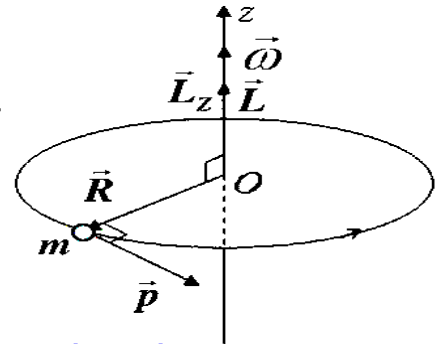
$$\vec{L}_z = [\vec{R} \times \vec{p}]$$

Проекция момента импульса на ось z

$$L_z = |\vec{L}_z| = R p \sin \frac{\pi}{2} = R m v = R m \omega R = (m R^2) \omega$$

$I_z = m R^2$ - момент инерции материальной точки относительно оси z.

Момент инерции материальной точки относительно оси – это величина, равная произведению массы материальной точки на квадрат расстояния до оси вращения.



9. ЧТО ТАКОЕ МОЩНОСТЬ?

Мощность – работа силы, совершаемая в единицу времени. $N = A/\Delta t$

Мощность — это скалярная физическая величина, равная в общем случае скорости изменения, преобразования, передачи или потребления энергии системы. В более узком смысле **мощность** равна отношению работы, выполняемой за некоторый промежуток времени, к этому промежутку времени.

Мощность - это физическая величина, характеризующая скорость выполнения работы.

$$N = \frac{A}{t}$$

*N - мощность → Ватт;
A - работа → Джоуль;
t - время → секунд*

$$N m = \frac{Дж}{с}$$



Мощность равна произведению касательной составляющей силы на скорость.

$$N = F_{\tau} \cdot v$$

$$N = \vec{F} \cdot \vec{v}$$

10. КАК ФОРМУЛИРУЕТСЯ ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ЧАСТИЦЫ В ПОЛЕ КОНСЕРВАТИВНЫХ СИЛ?

Если между телами действуют только консервативные силы, т. е. поле сил является потенциальным, при условии наличия внешних сил происходит приращение полной механической энергии системы тел, равное работе A внешних сил, приложенных к телам системы $\Delta E = A$

Если система замкнута, т. е. внешние силы отсутствуют, $\Delta E = 0$, следовательно, $E = const$

Эти соотношения заключают в себе сущность одного из основных законов механики - закона сохранения энергии: полная механическая энергия замкнутой системы тел, между которыми действуют только консервативные силы, остаётся постоянной.

11. СФОРМУЛИРУЙТЕ ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ. ЧЕМУ РАВНО ЕЁ ИЗМЕНЕНИЕ В СЛУЧАЕ, КОГДА НА ТЕЛА СИСТЕМЫ ДЕЙСТВУЮТ ВНЕШНИЕ СИЛЫ?

Закон сохранения полной механической энергии:

Полная механическая энергия замкнутой системы тел, взаимодействующих потенциальными силами, остаётся неизменной при любых движениях тел системы.

Другими словами, если работа какой-либо силы увеличивает потенциальную энергию системы на какую-либо величину, она же уменьшает кинетическую энергию этой системы, причём, на такую же величину.

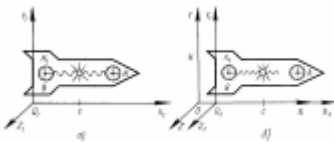
Если на систему тел действуют неконсервативные и внешние силы, то изменение полной энергии равно сумме работ неконсервативных и внешних сил.

12. СФОРМУЛИРУЙТЕ ОСНОВНЫЕ КИНЕМАТИЧЕСКИЕ СЛЕДСТВИЯ СТО.

Относительность одновременности

Согласно представлениям классической механики два события, происходящие одновременно в какой-либо инерциальной системе отсчёта (ИСО), являются одновременными и в любой другой ИСО. Это следует из ньютоновской концепции абсолютного времени. Из второго постулата теории относительности, согласно которому скорость распространения сигналов является величиной конечной, следует, что в разных ИСО время течёт по-разному. Поэтому согласно теории относительности события, являющиеся одновременными в одной ИСО, неодновременны в другой ИСО, движущейся относительно первой.

Например, для наблюдателя внутри ракеты будильники А и В, срабатывающие по световому сигналу от источника, находящегося от них на одинаковом удалении, зазвонят одновременно. Для наблюдателя, относительно которого ракета движется, будильник А удаляется от точки вспышки, а будильник В - приближается. Следовательно, будильник А зазвонит позже (скорость света во всех ИСО одинакова, а до А свету надо пройти большее расстояние, чем до В).



Относительность промежутков времени (замедление времени)

Промежуток времени между двумя событиями имеет наименьшее значение в системе отсчёта, связанной с движущимся объектом, где происходит

$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

исследуемое явление, которое определяется по формуле $\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$. Эту формулу легко получить из преобразований Лоренца, учитывая, что $\Delta t = t_2 - t_1$, а $\Delta t_0 = t'_2 - t'_1$. Из этой формулы следует, что длительность одного и того же процесса различна в системах К и К₁. В системе К₁ длительность процесса больше. Следовательно, он протекает медленнее, чем в системе К. Время, отсчитываемое по часам, которые движутся вместе с телом, называют собственным

временем. Оно самое короткое; наблюдается релятивистский эффект замедления времени ($\Delta t > \Delta t_0$).

Релятивистское замедление времени экспериментально подтверждено в опытах с распадом некоторых элементарных частиц (мюонов).

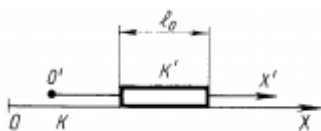
$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Относительность длин (расстояний)

В классической механике считается очевидным, что длина стержня имеет одинаковое значение во всех ИСО. Согласно же теории относительности длина тела не является абсолютной величиной, а зависит от скорости движения тела

относительно ИСО и определяется по формуле
$$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}},$$

где l_0 —собственная длина стержня; l —длина этого стержня в системе отсчета K_1 относительно которой стержень движется со скоростью v . Эту формулу, как и в предыдущем случае, легко получить из преобразований Лоренца, учитывая, что длина любого отрезка - это разность координат его начала и конца. Из этой формулы следует $l < l_0$, что значит: в ИСО, движущихся друг относительно друга со скоростью, близкой к скорости света в вакууме, наблюдается релятивистский эффект сокращения длины тела.



$$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

Релятивистский закон сложения скоростей

Классический закон сложения скоростей $\vec{u} = \vec{u}_1 + \vec{v}$ не может быть справедлив, так как он противоречит утверждению о том, что $c = \text{const}$.

Запишем (без доказательства) закон сложения скоростей для частного случая, когда тело A движется вдоль оси OX со скоростью v_1 относительно системы отсчёта K_1 , а система отсчёта K_1 движется относительно системы K со скоростью v . Скорость тела A относительно системы K обозначим через u . Тогда согласно релятивистскому закону сложения скоростей

$$u = \frac{v_1 + v}{1 + \frac{v_1 \cdot v}{c^2}}$$

Если скорости v и v_1 много меньше скорости света, то величина $\frac{v_1 \cdot v}{c^2} \rightarrow 0$. В результате получим классический закон сложения скоростей.

В любом случае выполняется условие $u \leq c$. Например, пусть $l_1=c$ и $l=c$.

$$u = \frac{c + c}{1 + \frac{c \cdot c}{c^2}} = \frac{2c}{2} = c$$

Тогда:

$$u = \frac{v_1 + v}{1 + \frac{v_1 \cdot v}{c^2}}$$