

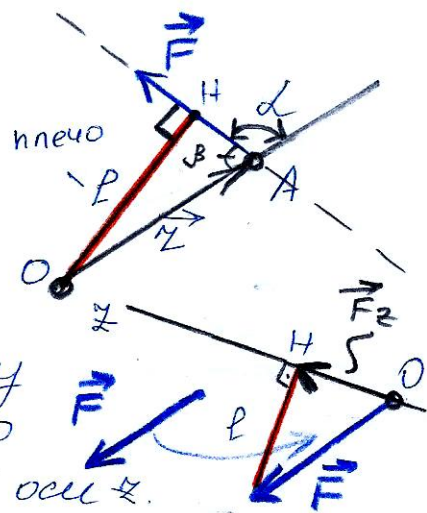
1. Вектор момента силы. Вектор момента импульса механической системы. Уравнения моментов для механической системы.

д) Моментом сил \vec{F} относительно неподвижной O наз. физ. в-на, определяемая векторным произведением радиуса-вектора \vec{r} , проведённого из O в A (A - точка приложения сил), на силу \vec{F} :

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

$$|\vec{M}| = |\vec{r}| \cdot |\vec{F}| \cdot \sin(\vec{r}; \vec{F})$$

$$M = r \cdot F \sin(\vec{r}; \vec{F}) = F r \sin \alpha = F r \sin \beta = F \rho$$



д) Моментом сил относительно неподвижной оси z наз. скалярная величина M_z , равная проекции на эту ось в-ра \vec{M} момента сил, определённого относительно произвольной O данной оси z .
Значение момента не зависит от выбора точки O данной оси.

Основное уравнение динамики вращательного движения твёрдого тела (У.Д.В.Д.Т.Т.)

- При повороте тела под действием сил \vec{F} на бесконечно малый угол $d\varphi \rightarrow 0$ точка приложения сил A проходит путь $ds = r d\varphi$ и работа равна:

$$dA = F \sin \alpha \cdot r d\varphi = M_z d\varphi$$

Работа вращение тела идёт на увеличение его кинетической энергии $K (= E_k)$.

$$dA = dE_k = d\left(\frac{J_z \omega^2}{2}\right) = J_z \omega d\omega$$

тогда $M_z d\varphi = J_z \omega d\omega$ или $M_z \frac{d\varphi}{dt} = J_z \omega \frac{d\omega}{dt}$, откуда
У.Д.В.Д.Т.Т.

$$M_z = J_z \cdot \beta \Leftrightarrow \vec{M} = J \cdot \vec{\beta} \quad (*)$$

Если ось вращения совпадает с главной осью инерции, проходящей через центр масс, то имеет место векторное равенство (*), где J - главный момент инерции тела, т.е. момент инерции относительно главной оси

д) Моментом импульса \vec{L} A относительно неподв. O наз. физ. в-на, определяемая векторным произведением

$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} = [\vec{r}; \vec{p}] = [\vec{r}; m\vec{v}]$$

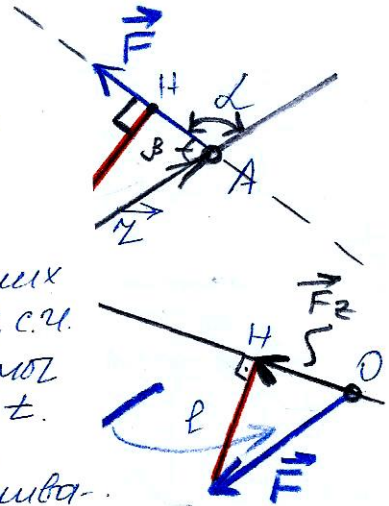
I. Вектор момента силы. Вектор момента импульса механической системы. Уравнения моментов для механической системы.

д) Моментом силы \vec{F} относительно неподвижной O наз. физ. в-на, определяемая векторным произведением радиуса-вектора \vec{r} , проведённого из O в A (A - точка приложения силы), на силу \vec{F} .

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

$$|\vec{M}| = |\vec{r}| \cdot |\vec{F}| \cdot \sin(\angle \vec{r}, \vec{F})$$

$M = r \cdot F$ или в векторной форме $\vec{M} = \frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{L}$
У. Д. В. Д. Т. Т.



д) Момент относительно неподвижной оси в-ра. Момент импульса замкнутой системы сохраняется, т.е. не изм. с течением t . Это физ. 3-й принцип. Он является следствием изотропности пространства и инвариантности физ. 3-го в-на относительно выбора направления оси отсчёта. Основное

д) Моментом импульса относительно неподвижной оси z наз. скалярная в-на L_z , равная

проекции на эту ось в-ра момента импульса, определённого отно-но произв. O главной оси. А проходит ось z - ось вращения.

Работа и кинетический момент. При вращении твердого тела вокруг неподвижной оси каждая точка тела движется по окружности радиуса r_i со скоростью \vec{v}_i ($\vec{v}_i \perp \vec{r}_i$). Момент импульса этой точки равен $h_{iz} = m_i v_i r_i$ ($h_{iz} \parallel \vec{\omega}$). Момент импульса твёрдого тела: $L_z = \sum_{i=1}^n m_i v_i r_i =$

тогда $M_z = \sum_{i=1}^n m_i \omega r_i^2 = J_z \cdot \omega \Rightarrow \frac{dh_z}{dt} = J_z \frac{d\omega}{dt} = J_z \beta = M_z$
У. Д. В. Д. Т. Т.

$$M_z = J_z \cdot \beta \Leftrightarrow \vec{M} = J \cdot \vec{\beta} (*)$$

Если ось вращения совпадает с главной осью инерции, проходящей через центр масс, то имеет место векторное равенство (*), где J - главный момент инерции тела, т.е. момент инерции относительно главной оси.

д) Моментом импульса \vec{L} A отно-но неподв. O наз. физ. в-на, определяемая векторным произведением

$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} = [\vec{r}; \vec{p}] = [\vec{r}; m\vec{v}]$$

2. Экспериментальное подтверждение максвелловского закона распределения молекул по скоростям. Опыт Штерна и Ламмерта.

лучше в дощечной ссылке посмотреть

Экспериментальная проверка распределения Максвелла

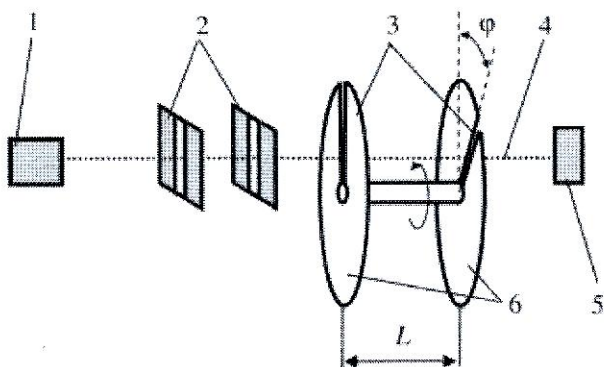


Схема опыта Ламмерта: 1 – печь; 2 – коллиматор; 3 – узкие щели; 4 – траектория молекул; 5 – детектор; быстро вращающиеся диски

Первым экспериментальным подтверждением существования распределения молекул по скоростям можно считать результаты опыта Штерна, описанного выше. Но точность этого опыта была недостаточной для установления конкретного вида распределения. Прямые измерения скорости атомов ртути в пучке были выполнены в 1929 году Ламмертом. Атомы легкоплавкого металла, разогретого до высокой температуры, вылетали из печи 1, проходили коллиматор (направляющие щели) 2 и по траектории 4 попадали на соосные быстровращающиеся диски 6, в которых сделаны щели 3, повернутые на угол ϕ , а затем регистрировались детектором 5. (В дисках бы

сделано несколько щелей для увеличения интенсивности). Вся система находилась в вакуумированной камере. Атомы могли пролететь щели в дисках, если величина их скорости попадала в определённый интервал $[v_0 - \Delta v_1, v_0 + \Delta v_2]$, где скорость v_0 , определялась из равенства

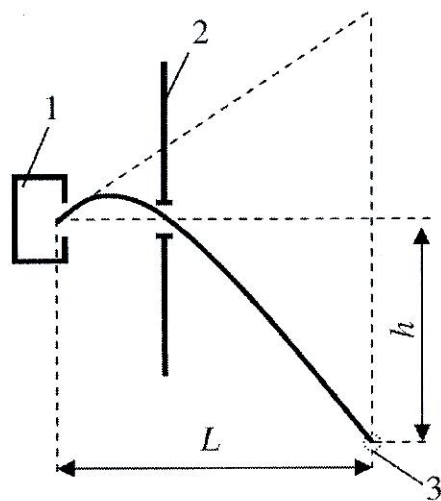


Схема опыта Эстермана.
– печь; 2 – диафрагма с узкой щелью; 3 – детектор.

L – расстояние между вращающимися дисками, а величины Δv_1 , Δv_2 определялись размерами щелей, геометрией пучка и т.д. Изменяя угловую скорость вращения дисков ω можно было отбирать из пучка молекулы, имеющие определенную скорость v , и по регистрируемой детектором интенсивности судить об относительном содержании их в пучке. Таким способом удалось экспериментально проверить статистический закон распределения молекул по скоростям. Позже, когда при создании ядерного оружия возникла необходимость выделения нейтронов с определенной кинетической энергией, подобная схема была применена в устройстве, названном нейтронным монохроматором, позволяющим получать энергетические спектры нейтронов. Несколько иначе был организован эксперимент по определению распределения по скоростям для атомов цезия, выполненный в 1947 году немецким физиком - экспериментатором Иммануэлем Эстерманом (1900 - 197) совместно с О. Симпсоном и Штерном. Пучок атомов цезия вылетал че

рез отверстие в печи 1 с некоторой скоростью v и под действием силы тяжести начинал двигаться по параболе. Атомы, прошедшие через узкую щель в диафрагме 2, улавливались детектором 3, который можно было располагать на различных высотах h . Величина отклонения h пучка в гравитационном поле Земли зависела от скорости атома. В этих опытах отклонение h составляло величину порядка нескольких долей миллиметра при расстоянии L от печи до детектора равном 2 метрам. Перемещая датчик и регистрируя количество атомов цезия, попадающих в детектор за единицу времени, можно было построить зависимость интенсивности пучка от величины h . Последующий пересчет, с учетом известной зависимости высоты h от скорости атома v , давал распределение по скоростям атомов цезия. Все проведенные эксперименты подтвердили справедливость полученного Максвеллом распределения по скоростям для атомных и молекулярных пучков.