высокого порядка). Число и вид этих характеристик связаны с особенностями рассматриваемого движения.

Движение свободной точки M (рис. 1) определяется тремя ур-ниями вида (1), где q_1, q_2, q_3 — координаты точки (декартовы, цилиндрические, сферические или др.). Одновременно эти 3 ур-ния являются параметрич. ур-ниями траектории точки. Если траектория точки известна заранее, то закон движения точки можно ещё задать ур-нием $s=f(t)$, где $s=O_1M$ — расстояние точки от выбранного на траектории начала отсчёта O_1, измеренное вдоль траектории и взятое с соответствующим знаком. Кинематич. характеристики движения точки — её скорость $\boldsymbol{v}$ и ускорение $\boldsymbol{w}$.

Число ур-ний, определяющих закон движения твёрдого тела и его кинематич. характеристики, зависит от вида движения тела. Простейшими являются *поступательное движение* и *вращательное движение* твёрдого

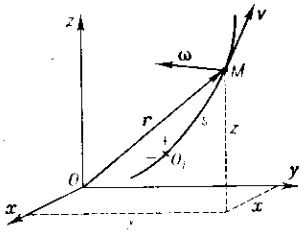

Рис. 1.

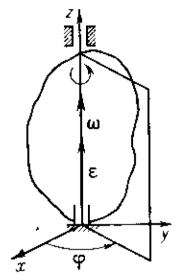

Рис. 2.

тела. При поступат. движении все точки тела движутся одинаково и для задания движения тела достаточно задать движение к.-н. одной его точки, наз. полюсом. Следовательно, поступат. движение тела задаётся так же, как движение точки.

При вращат. движении вокруг неподвижной оси (рис. 2) тело имеет одну степень свободы и его положение определяется углом поворота φ. Закон этого движения даётся ур-нием $\varphi=f(t)$. Кинематич. характеристики движения — угл. скорость $\boldsymbol{\omega}$ и угл. ускорение $\boldsymbol{\varepsilon}$ тела.

Более сложным случаем вращат. движения является движение тела, имеющего одну неподвижную точку (примером такого движения может служить движение *гироскопа*). В этом случае тело имеет 3 степени свободы и его движение описывается тремя ур-ниями вида (1), где q_1, q_2 и q_3 могут быть, напр., *Эйлера углами* φ, ψ и θ. Движение тела около неподвижной точки слагается из серии элементарных поворотов вокруг мгновенных осей вращения, проходящих через эту точку. Осн. кинематич. характеристики движения — вектор мгновенной угл. скорости $\boldsymbol{\omega}$, направленный по мгновенной оси вращения, и вектор мгновенного угл. ускорения $\boldsymbol{\varepsilon}$, направленный параллельно касательной к кривой, описываемой концом вектора $\boldsymbol{\omega}$.

В общем случае движения свободное твёрдое тело имеет 6 степеней свободы и его движение описывается шестью ур-ниями вида (1). Параметрами q_i в этом случае могут служить координаты x_C, y_C, z_C к.-н. точки C тела, выбранной в качестве полюса, и углы Эйлера φ, ψ, θ, определяющие положение тела по отношению к осям, перемещающимся поступательно вместе с полюсом. В задачах динамики в качестве полюса выбирается обычно центр масс (центр тяжести) тела.

Движение свободного твёрдого тела слагается из поступат. движения вместе с полюсом C и серии элементарных поворотов вокруг мгновенных осей вращения, проходящих через этот полюс. Примерами такого рода движения являются движения в воздухе артиллерийских снарядов, ракет, самолётов, движения небесных тел и др. Кинематич. характеристиками движения служат поступат. скорость и поступат. ускорение, равные скорости и ускорению полюса, а также мгновенная угл. скорость $\boldsymbol{\omega}$ и мгновенное угл. ускорение $\boldsymbol{\varepsilon}$ движения тела вокруг полюса. Важно отметить, что от выбора полюса величины $\boldsymbol{\omega}$ и $\boldsymbol{\varepsilon}$ не зависят и вычисляются так же, как при движении тела около неподвижной точки. Скорость $\boldsymbol{v}$ и ускорение $\boldsymbol{w}$ любой точки M тела в этом движении слагаются геометрически из скорости (или ускорения) полюса C и скорости (ускорения), получаемых точкой M при вращении тела вокруг полюса. Кроме того, при любом движении твёрдого тела проекции скоростей $\boldsymbol{v}_A$ и $\boldsymbol{v}_B$ к.-н. двух его точек A и B на прямую AB равны друг другу. Частным случаем рассмотренного движения является плоскопараллельное движение твёрдого тела, при к-ром все точки тела движутся параллельно нек-рой неподвижной плоскости.

Сложным или составным движением точки (или тела) наз. движение, рассматриваемое одновременно по отношению к двум (и более) системам отсчёта, из к-рых одна условно считается неподвижной, а другая определ. образом движется по отношению к первой. Движение, совершаемое при этом точкой или телом по отношению к подвижной системе отсчёта, наз. **относительным**; движение само́й подвижной системы отсчёта и всех неизменно связанных с ней точек по отношению к системе, принимаемой за неподвижную, является для движущейся точки (тела) **переносным**; наконец, движение точки (тела) по отношению к системе отсчёта, принимаемой за неподвижную, наз. **абсолютным** или **сложным**.

Абс. скорость $\boldsymbol{v}_а$ точки, совершающей сложное движение, равна геом. сумме относительной и переносной скоростей:

$$\boldsymbol{v}_а=\boldsymbol{v}_{отн}+\boldsymbol{v}_{пер}, \tag{2}$$

а абс. ускорение $\boldsymbol{w}_а$ равно геом. сумме трёх ускорений: относительного, переносного и поворотного, или *Кориолиса ускорения*:

$$\boldsymbol{w}_а=\boldsymbol{w}_{отн}+\boldsymbol{w}_{пер}+\boldsymbol{w}_{кор}. \tag{3}$$

При сложном движении твёрдого тела, когда его составные движения являются поступательными, абс. движение тела также будет поступательным со скоростью, определяемой равенством (2). Если составные движения тела — вращательные вокруг двух пересекающихся или параллельных мгновенных осей вращения, причём $\boldsymbol{\omega}_{отн}\neq-\boldsymbol{\omega}_{пер}$, то результирующее движение будет также вращательным с угл. скоростью $\omega_а=\omega_{отн}+\omega_{пер}$. В случае, когда $\boldsymbol{\omega}_{отн}=-\omega_{пер}$, т. е. когда

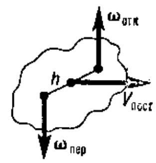

Рис. 3.

составными движениями тел являются мгновенные вращения вокруг двух параллельных осей с угл. скоростями, равными по модулю и противоположными по направлению (пара вращений), результирующим движением будет мгновенное поступат. движение со скоростью $v_{пост}=\omega h$ (рис. 3), направленной так же, как направлен вектор момента пары сил. Если составными движениями тела являются вращение вокруг нек-рой оси и поступат. движение по направлению, параллельному этой оси, то результирующим движением тела является *винтовое движение*. В самом общем случае, когда тело одновременно участвует в ряде мгновенных вращат. и поступат. движений, его результирующее движение есть мгновенное винтовое.

В задачи К. деформируемой среды входит рассмотрение общей теории деформаций и определение т. н. ур-ний неразрывности, отражающих условие непрерывности среды, а также установление методов задания движения непрерывной среды и определение кинематич. характеристик этого движения (подробнее см. *Упругости теория* и *Гидроаэромеханика*).

Устанавливаемые в К. понятия и зависимости используются как вспомогательные при решении задач *динамики*. Кроме того, методы К. имеют самостоят. значение при расчётах передач движений в разл. механизмах, машинах и др.