

11 – Нефундаментальные силы (упругие и контактные)

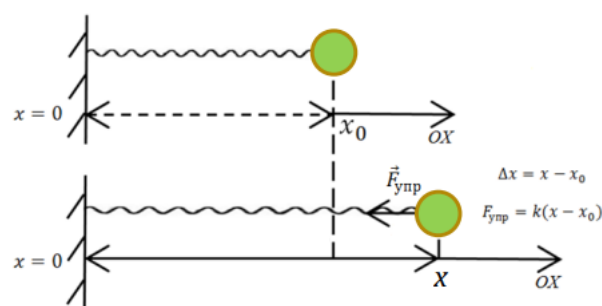
Упругие силы (сила упругости $F_{\text{упр}}$)

Упругие силы – силы, возникающие в теле в результате его деформации и стремящиеся вернуть его в исходное (начальное) состояние.

При малых деформациях упругие силы подчиняются закону Гука: сила сопротивления деформированию твёрдых тел пропорциональна величине деформации

$\vec{F}_{\text{упр}} = -k\Delta\vec{r}$, где $\Delta\vec{r}$ – малое перемещение из положения равновесия, k – коэффициент упругости. Вектор силы противоположен направлению деформации тела. В простейшем случае одномерных малых упругих деформаций формула для силы упругости имеет вид (на примере пружины): $F_{x \text{ упр}} = -k\Delta x$, Δx – величина деформации (абсолютное удлинение)

При увеличении величины деформации закон Гука перестаёт действовать, сила упругости начинает сложным образом зависеть от величины растяжения или сжатия.



Контактные силы (сила реакции опоры и диссипативные силы)

Контактными называются силы, возникающие при соприкосновении тел и действующие со стороны одного тела на другое. При этом, конечно, возникают деформации, но они обычно невелики, и тела рассматриваются как абсолютно твердые.

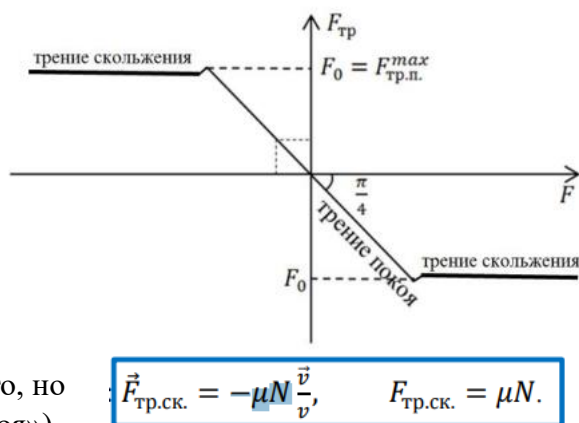
Сила реакции опоры - сила, действующая на тело со стороны опоры и направленная перпендикулярно к поверхности соприкосновения.

Диссипативные силы (силы трения, сопротивления) в отличие от вышеперечисленных сил определяются не только взаимным расположением тел, но и относительной скоростью их движения.

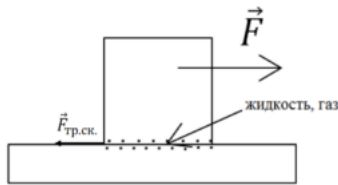
Сила трения: сила, возникающая, когда тела касаются и приведены в движение относительно друг друга.

Различают сухое и вязкое трение:

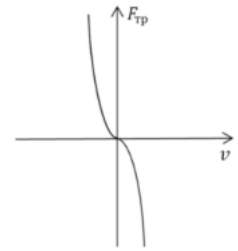
«Сухое» трение возникает, когда между телами нет промежуточной субстанции (жидкости и газа). Такое трение возникает не только при скольжении одного тела по поверхности другого, но и при всякой попытке его вызвать («трение покоя»).



Сила трения покоя равна приложенной к телу силе с минусом. Если $F \leq F_{\text{тр.п.}}$, то тело не движется. При $F > F_{\text{тр.п.}} (\mu N)$ тело начинает двигаться. Далее сила трения называется сила трения скольжения ($F_{\text{тр.ск.}}$) и равна предельному значению силы трения покоя.



Вязкое трение возникает, когда между поверхностями соприкасающихся тел есть жидкая или газообразная прослойка. Если к телу приложить силу в этом случае, оно сразу приходит в движение (явление «трения покоя» отсутствует).



Сила сопротивления

На тело, движущееся в жидкости или газе, действует сила сопротивления $F_{\text{сопр}}$ окружающей тело среды. Как и сила трения, сила сопротивления направлена противоположно скорости движения тела $\vec{F}_{\text{сопр}} \updownarrow \vec{v}$. Величина силы сопротивления зависит от характера обтекания тела окружающей средой.

→ При небольших скоростях движения ($v < v_{\text{звука в среде}}$) обтекание тела носит ламинарный характер.

Закон Стокса: , $\vec{F}_{\text{сопр}} = -\alpha \vec{v} = -\alpha v \frac{\vec{v}}{|\vec{v}|}$ α – коэффициент пропорциональности, зависящий от размера тела и вязких свойств среды.

→ При больших скоростях течение среды приобретает турбулентный характер.

Закон Ньютона: $\vec{F}_{\text{сопр}} = -\beta v \vec{v} = -\beta v^2 \frac{\vec{v}}{|\vec{v}|}$,

β – коэффициент пропорциональности, зависит от размеров и формы тела, а также от плотности среды.