19. Понятие силового поля. Консервативные силы. Потенциальная энергия частицы в силовом поле (в центральном поле силы тяготения и поле упругой силы).

Всякое тело(макротело, заряженная частица и т.д.) определенным образом изменяет свойства окружающего его пространства - создает силовое поле, которое проявляет себя в том, что помещенное в какую-либо его точку другое тело, испытывает силовое действие со стороны этого поля.

Если в каждой точке пространства на помещенную туда МТ действует сила, то говорят, что МТ находится в силовом поле.

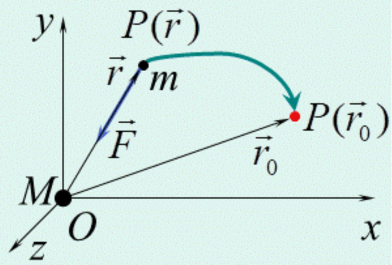
Силово́е по́ле *в физике — это векторное поле в пространстве, в каждой точке которого на пробную частицу действует определённая по величине и направлению сила (вектор силы)(Wiki).*

Стационарным называется поле, в любой точке которого сила, действующая на МТ, явно не зависит от времени, т. е. $\vec{F} = \vec{F}(\vec{r})$.

Если работа сил стационарного поля, действующих на МТ, не зависит от формы ее траектории, а определяется начальным и конечным положением этой МТ, то такое поле называется ***стационарным потенциальным*** полем.

Силы стационарного потенциального поля являются <u>консервативными</u>.

Найдем $W^p(\vec{r})$ МТ массой m в т. $P(\vec{r})$ центрального поля силы тяготения



$$\vec{F}(\vec{r}) = -G\frac{Mm}{r^2}\cdot\frac{\vec{r}}{r},$$

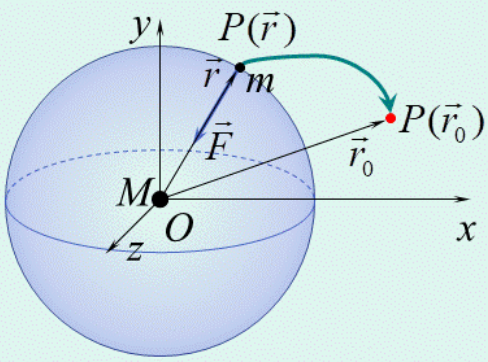
где M – масса неподвижного точечного источника поля.
$P(\vec{r}_0)$ – фиксированная точка.
По (5.13):

$$W^p(\vec{r}) = \int_{\vec{r}}^{\vec{r}_0}\left(\vec{F}(\vec{r}), d\vec{r}\right) = \int_{\vec{r}}^{\vec{r}_0}\left(-\frac{GMm}{r^2}\cdot\frac{\vec{r}}{r}, d\vec{r}\right) = -GMm\int_{\vec{r}}^{\vec{r}_0}\frac{1}{r^3}\left(\vec{r}, d\vec{r}\right) =$$

$$= \left|\begin{matrix}(\vec{r}, d\vec{r}) = r\cdot dr \\ \text{см. } (5.17)\end{matrix}\right| = -GMm\int_r^{r_0}\frac{r\cdot dr}{r^3} = -GMm\int_r^{r_0}\frac{dr}{r^2} =$$

$$= -GMm\left[-\frac{1}{r}\Big|_r^{r_0}\right] = -GMm\left(\frac{1}{r}-\frac{1}{r_0}\right) = \frac{-GMm}{r} - \frac{-GMm}{r_0}.$$

Если принять, что $W^p(\vec{r})\Big|_{r_0\to\infty} = 0$, то



$$\boxed{W^p(\vec{r}) = -\frac{GMm}{r}} \qquad (5.20)$$

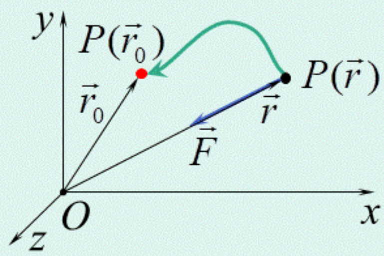
– ***потенциальная энергия МТ в центральном поле силы тяготения***.

Из (5.20) следует, что эквипотенциальными поверхностями в центральном поле силы тяготения являются <u>концентрические сферы</u>, центры которых совпадают с центром поля.

Вычислим $W^p(\vec{r})$ МТ массой m в т. $P(\vec{r})$ поля упругой силы

$$\vec{F}(\vec{r}) = -k \cdot \vec{r}.$$

$P(\vec{r}_0)$ – фиксированная точка.



По (5.13):

$$W^p(\vec{r}) = \int_{\vec{r}}^{\vec{r}_0} \left(\vec{F}(\vec{r}), d\vec{r} \right) = \int_{\vec{r}}^{\vec{r}_0} \left(-k \cdot \vec{r}, d\vec{r} \right) =$$

… Вычислить самостоятельно … $= \dfrac{kr^2}{2} - \dfrac{kr_0^2}{2}.$

Если принять, что $W^p(\vec{r})\Big|_{\vec{r}_0=\vec{0}} = 0,$ то

$$\boxed{W^p(\vec{r}) = \frac{kr^2}{2}} \qquad (5.21)$$

– ***потенциальная энергия МТ в поле упругой силы***.