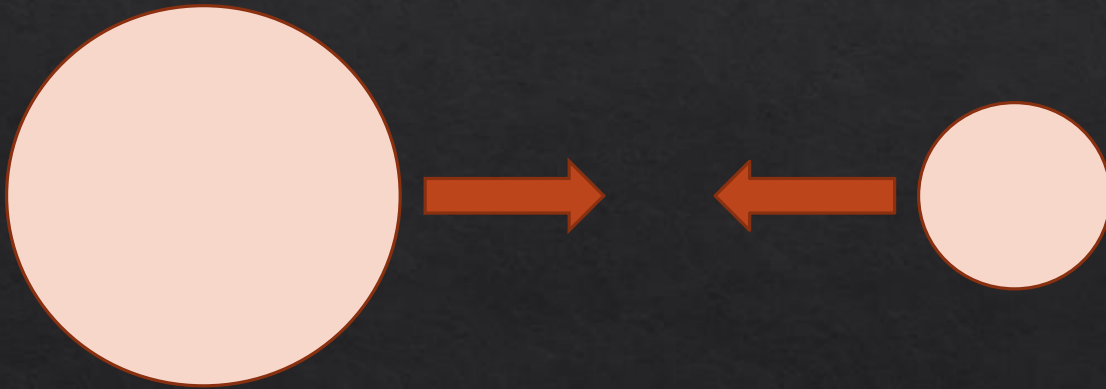


უარყოფითი ენერგია

გრავიტაცია და დირაკის განტოლების ამონახსნები

თსუ-ს ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი
კოსმოლოგია და ელემენტალური ნაწილაკები
მახარაძე ლუკა

გრავიტაციული ურთიერთქედება



$$U = -G \frac{Mm}{r}$$

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

$$E=0$$

დირაკის განტოლება

$$\left\{ \left(\frac{\hat{E}}{c} + \frac{e}{c} \varphi \right) - \left(\boldsymbol{\alpha}, \hat{\mathbf{p}} + \frac{e}{c} \mathbf{A} \right) + \alpha_4 mc \right\} \psi = 0 \quad \psi = \begin{bmatrix} \psi_1 \\ \psi_2 \\ \psi_3 \\ \psi_4 \end{bmatrix}$$

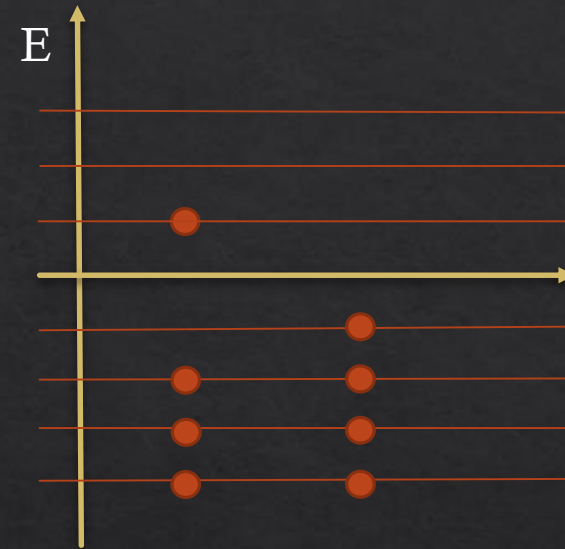
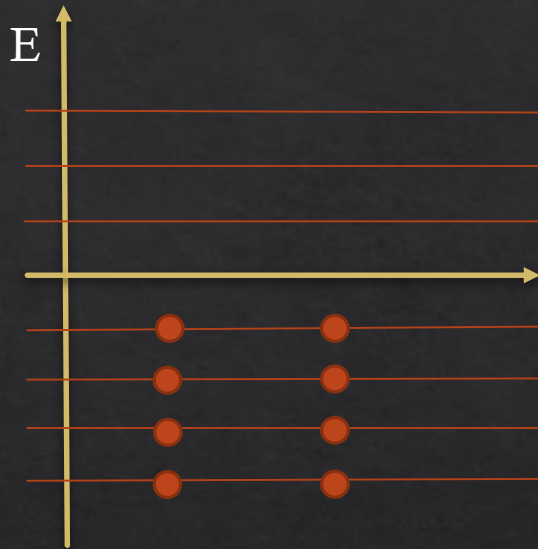
$$E = \pm \sqrt{p^2 c^2 + m^2 c^4}$$

$$\hat{E}^* = -\hat{E} \quad \hat{\mathbf{p}}^* = -\hat{\mathbf{p}}$$

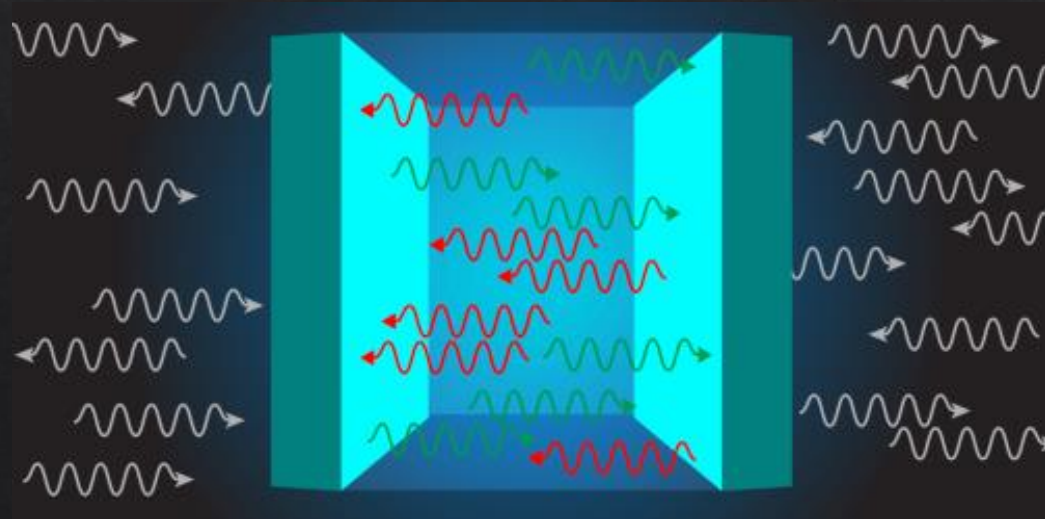
$$\left\{ \left(-\frac{\hat{E}}{c} + \frac{e}{c} \varphi \right) - \left(\boldsymbol{\alpha}, -\hat{\mathbf{p}} + \frac{e}{c} \mathbf{A} \right) + \alpha_4 mc \right\} \psi^* = 0$$

$$\left\{ \left(\frac{\hat{E}}{c} - \frac{e}{c} \varphi \right) - \left(\boldsymbol{\alpha}, \hat{\mathbf{p}} - \frac{e}{c} \mathbf{A} \right) + \alpha_4 mc \right\} \psi^* = 0$$

დირაკის ზღვა (ხვრელის თეორია)



კაზიმირის ეფექტი



ფეინმან-შტიუკელბერგის ინტერპრეტაცია

პოზიტრონი დადებითი ენერგიით, რომელიც მოძრაობს დროში წინ =
ელექტრონი უარყოფითი ენერგიით, რომელიც მოძრაობს დროში უკან



მადლობა ყურადღებისთვის