

Figure 4: A reproduction of curves from Fermi's paper (Ref. [5]) showing the shape of the  $\beta$  spectrum near the endpoint for the cases of zero and nonzero neutrino masses.

cosmological significance of a massive neutrino.

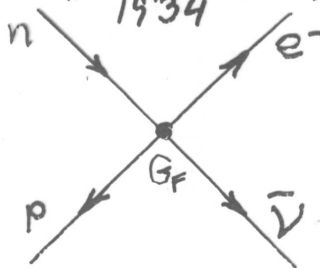
We are all aware that at the present time the universe is expanding. However, what will be its ultimate fate? Will it continue to expand forever.

versuch einer theorie der  $\beta$ -strahlen. Z.f.V. 38161(1934)

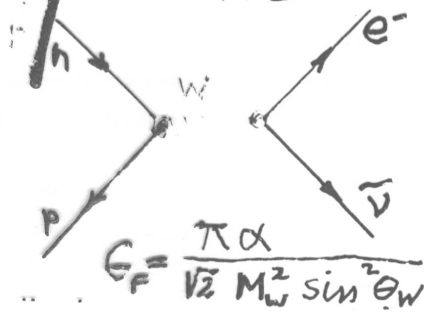


Fermi

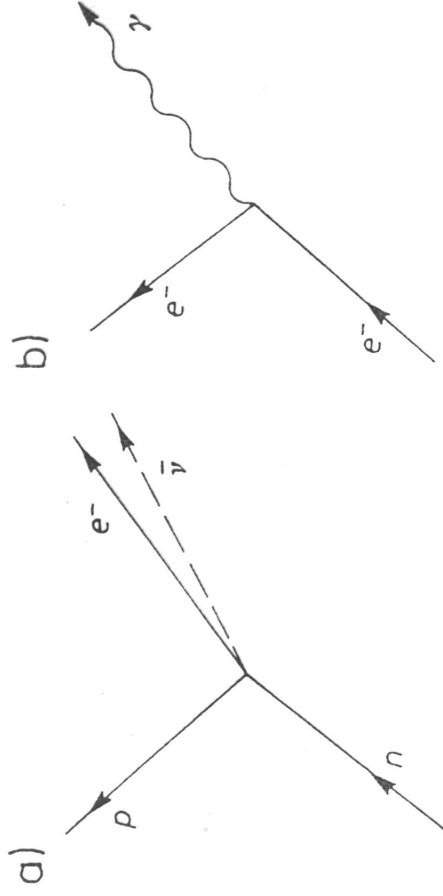
Theory of  $\beta$  decay  
1934



Electroweak Theory  
1970



## O siłach rządzących światem



Rys. 5.5. W swej teorii rozpadu  $\beta$  Fermi przyjął, że neutron, przechodząc w proton, emituje parę elektron - antyneutrino (a), podobnie jak w elektrodynamice kwantowej elektron emituje foton w procesie elementarnym (b)

ki. Założył, że przemiana neutronu na proton następuje tu w jednym punkcie z emisją pary elektron - antyneutrino (rys. 5.5), podobnie jak w elementarnym procesie QED elektron może emitować w jednym punkcie foton. Również przez analogię do QED Fermi przyjął, że elektron i antyneutrino składają swoje

składowe na spin całkowity równy 1

co później pionu jako cząstki oddziaływań jądrowych usunęło tu wszelkie wątpliwości. Cząstka odkryta przez Andersona, a nazwana mionem  $-\mu$ , wykazywała własności zbliżone do elektronu. Pojawia się ona w rozpadzie pionów pod wpływem oddziaływania słabego, gdzie towarzyszyć jej musi również neutrino: