$\boxed{\text{Masse du } \pi^-}$

$\underset{\sim}{P}_\pi + \underset{\sim}{P}_p = \underset{\sim}{P}_n + \underset{\sim}{P}_\gamma$ soit $\begin{cases} (M+m)c = \dfrac{\mathcal{E}_n}{c} + \mathcal{E}_\gamma/c \\ \text{et} \\ 0 = \vec{p}_n + \vec{p}_\gamma \end{cases}$ (partie temporelle avec π^- et p initialement au repos)

(partie spatiale)

or $\dfrac{\mathcal{E}_\gamma}{c} = |\vec{p}_\gamma|$ (photon masse nulle) et $|\vec{p}_\gamma| = |\vec{p}_n| = c\beta$. On a donc =

$(M+m)c = \dfrac{\mathcal{E}_n}{c} + |\vec{p}_n|$ avec $\mathcal{E}_n = \dfrac{Mc^2}{\sqrt{1-\beta^2}}$ et $|\vec{p}_n| = \dfrac{M\beta c}{\sqrt{1-\beta^2}}$

cela donne $m + M = \dfrac{M}{\sqrt{1-\beta^2}}(1+\beta)$ soit = $\boxed{m = M\left(\sqrt{\dfrac{1+\beta}{1-\beta}} - 1\right)}$

(2) soit t^* l'instant de la désintégration.

on a $t - t^* = \dfrac{L}{v_n}$ et $t_0 - t^* = L_0/c$ en faisant la diffé-rence et en notant $\Delta t = t - t_0$ on obtient $\Delta t = \dfrac{L}{v_n} - \dfrac{L_0}{c}$

soit $\dfrac{v_n}{L} = \dfrac{1}{\Delta t + L_0/c}$ cad $\beta = \dfrac{L}{c\Delta t + L_0} = 0{,}1378$

et alors $m = 139{,}7$ MeV

<u>Note</u> = on peut retrouver le résultat encadré de manière plus besogneuse = on écrit

$$0 = (\underset{\sim}{P}_\gamma)^2 = (\underset{\sim}{P}_\pi + \underset{\sim}{P}_p - \underset{\sim}{P}_n)^2 = m^2c^2 + 2M^2c^2 + \underbrace{2\underset{\sim}{P}_\pi \cdot (\underset{\sim}{P}_p - \underset{\sim}{P}_n)}_{2mc\left(Mc - \frac{\mathcal{E}_n}{c}\right)} \underbrace{- 2\underset{\sim}{P}_p \cdot \underset{\sim}{P}_n}_{-2M\mathcal{E}_n}$$

cela donne une éq. du 2^d degré pour m =

$m^2 + 2m\left(M - \dfrac{\mathcal{E}_n}{c^2}\right) + 2M\left(M - \dfrac{\mathcal{E}_n}{c^2}\right) = 0$ $\begin{cases} \text{discriminant réduit} = \\ \Delta' = \left(M - \dfrac{\mathcal{E}_n}{c^2}\right)^2 \left(M - \dfrac{\mathcal{E}_n}{c^2} - 2M\right) \\ = \left(\dfrac{\mathcal{E}_n}{c^2}\right)^2 - M^2 \end{cases}$

racines = $m = \dfrac{\mathcal{E}_n}{c^2} - M \pm \sqrt{\left(\dfrac{\mathcal{E}_n}{c^2}\right)^2 - M^2}$

on écrit $\mathcal{E}_n/c^2 = M\gamma$ alors $\dfrac{m}{M} = \gamma - 1 + \sqrt{\gamma^2 - 1}$ (bien sûr il faut un signe "+" dans le "±", sinon $m<0$)

et $\gamma = \dfrac{1}{\sqrt{1-\beta^2}}$, $\sqrt{\gamma^2 - 1} = \sqrt{\dfrac{\beta^2}{1-\beta^2}}$ et $\boxed{\dfrac{m}{M} = \dfrac{1+\beta}{\sqrt{1-\beta^2}} - 1}$ c'est le résultat encadré plus haut