Fusion - Fission :

→ Noyaux stables

→ Noyau radioactif : → β^+ :
→ β^- neutron → proton + e^- + $\bar{\nu}$ (anti-neutrino) trop de neutro
→ α :
→ fission spontané

→ Notes **Théorie des collisions** Taylor

proba rencontre $= \dfrac{\text{surface des cibles}}{\text{surface totale}} = \dfrac{n_{cib}\, A\, \sigma_{cib}}{A}$

nb cibles par unité surface

aire d'une cible

surface totale

nombre de particules diffusée

$N_{dif} = N_{inc}\, n_{cib}\, \sigma$

Généralisation de la notion de section efficace

collision élastique : conservation de l'E_c des particules

Différent processus : → diffusion élastique (avant $E_c$projectile = après $E_c$projectile si la cible a une masse très gde)

→ diffusion inélastique

→ capture (ex: e^- incident capturé)

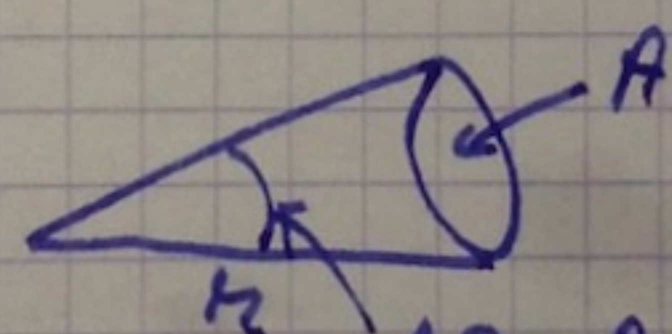
→ ionisation

On imagine dans sa tête que une partie de la surface de la cible est lié au processus de capture, une autre à l'ionisation et une autre à la diffusion élastique etc aire effective

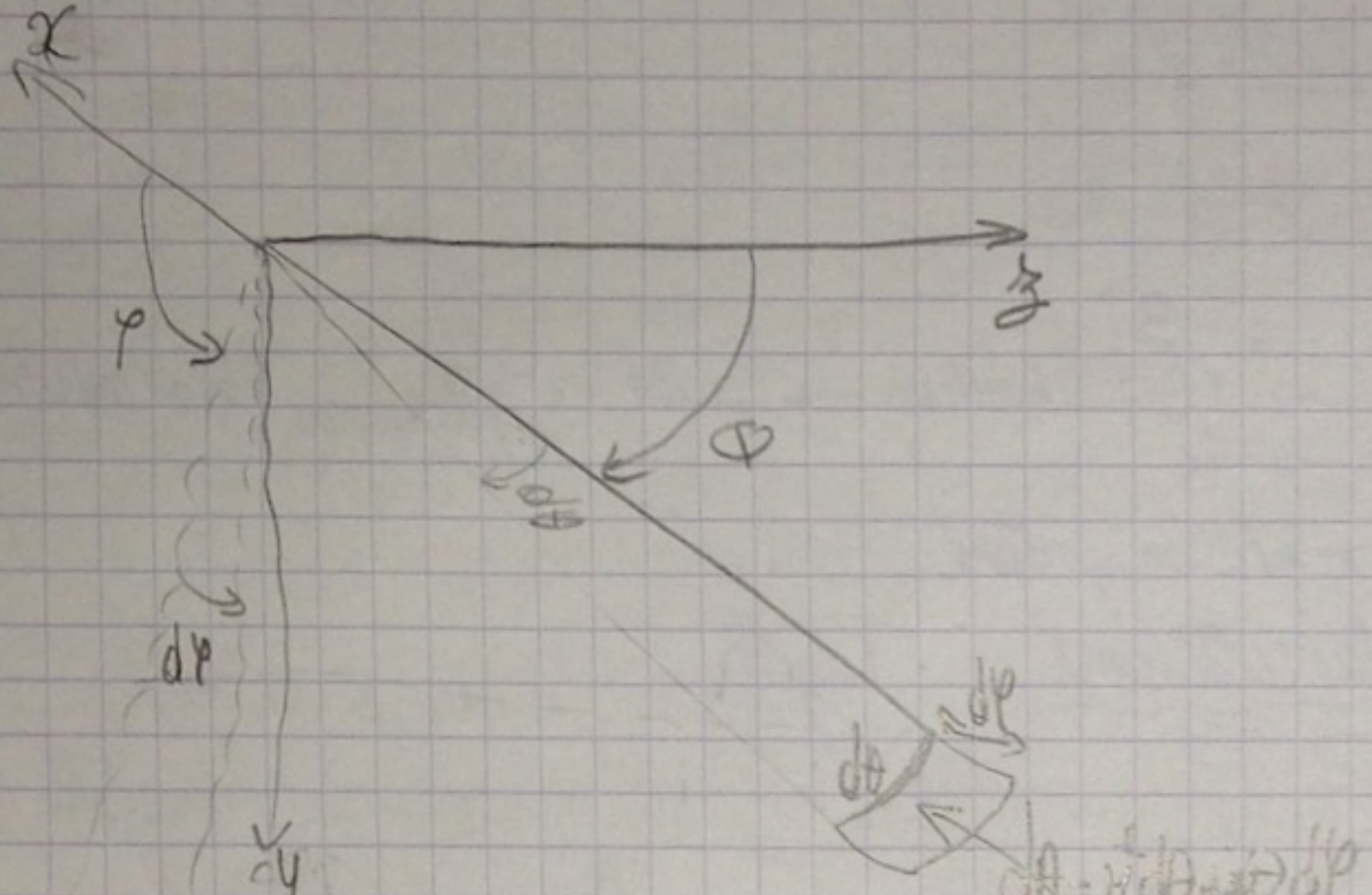
$$\sigma_{tot} = \sigma_{dif} + \sigma_{capt} + \sigma_{ionisa}$$

Sections efficaces différentielles

- ex : diffusion élastique d'une particule α sur des noyaux lourds.
- définition angle solide : $\Delta\Omega = \dfrac{A}{r^2}$



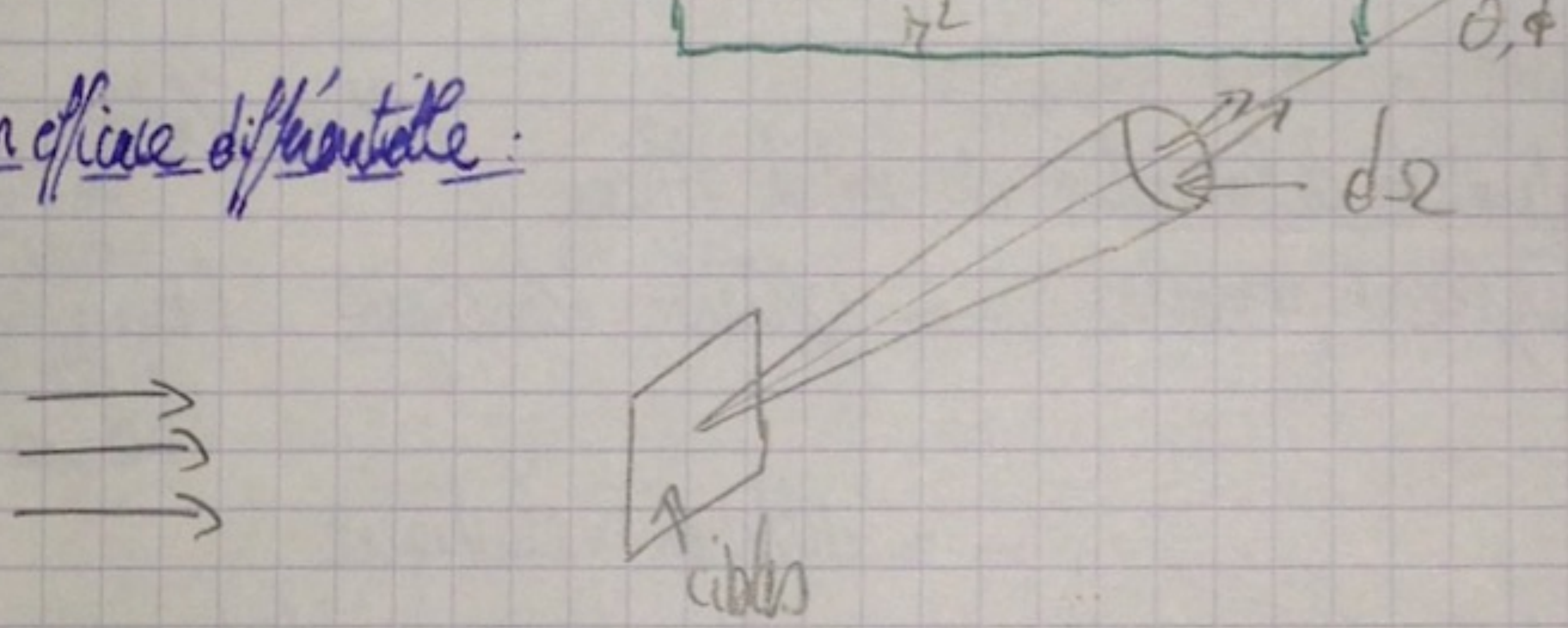
$\Delta\Omega = \dfrac{A}{r^2}$



$$dA = r^2 d\theta \sin\theta \, d\varphi$$

$$\boxed{d\Omega = \frac{dA}{r^2} = \sin\theta \, d\theta \, d\varphi}$$

• Section efficace différentielle :



$$dN_{dif}(\text{dans } d\Omega) = N_{inc} \, n_{cib} \, d\sigma(\text{dans } d\Omega)$$

aire effective des particules diffusé ds dΩ

De plus $d\sigma_\Omega = \dfrac{d\sigma}{d\Omega}(\theta,\phi) \, d\Omega$

Donc $dN_{dif}(\text{dans } d\Omega) = N_{inc} \, n_{cib} \boxed{\dfrac{d\sigma}{d\Omega}(\theta,\phi)} d\Omega$

↳ section efficace différentielle.
dépend de θ et φ

$$\sigma_{dif} = \int \frac{d\sigma}{d\Omega}(\theta,\phi) \, d\Omega = \int_{\theta=0}^{\pi} \sin\theta \, d\theta \int_{\phi=0}^{2\pi} d\phi \, \frac{d\sigma}{d\Omega}(\theta,\phi)$$

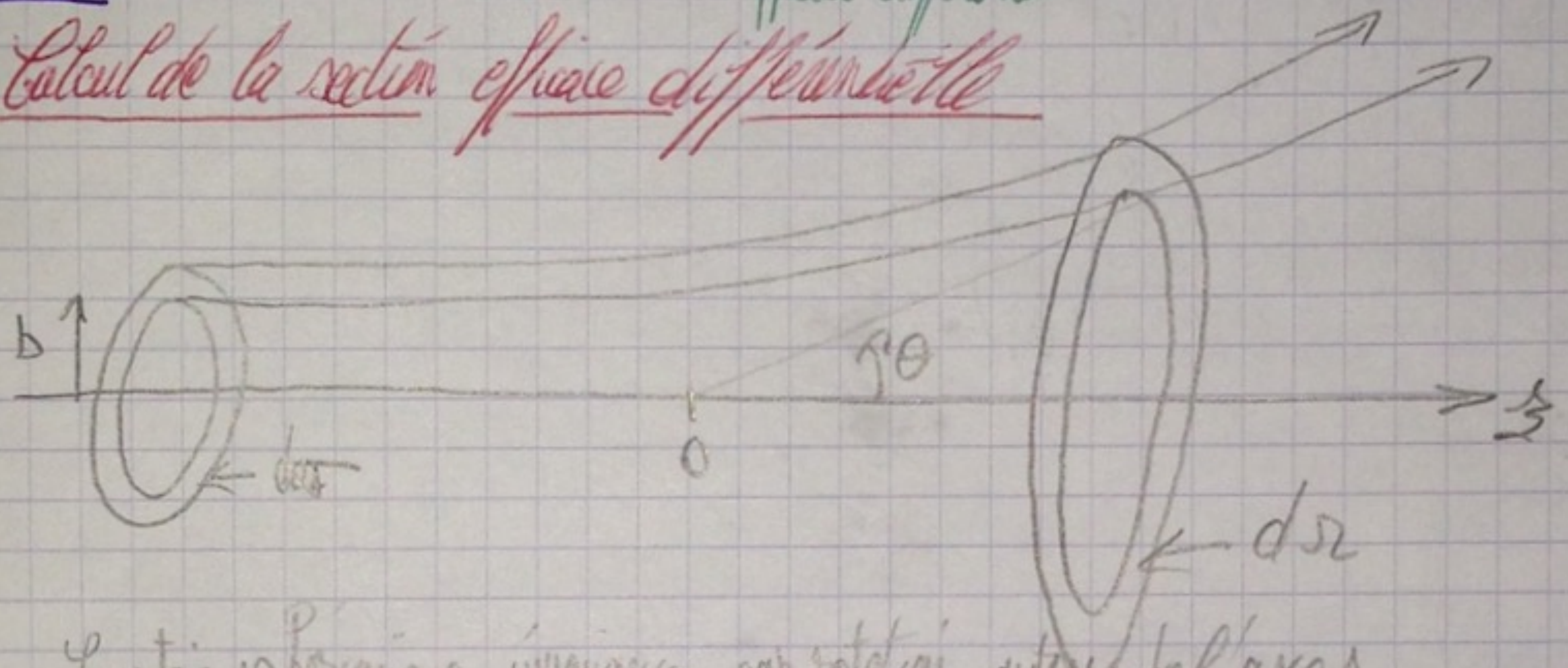
Résumé :

$$N_{dif} = N_{inc}\, n_{cib}\, \sigma$$

$$dN_{dif}^{\Omega}(\theta,\phi) = N_{inc}\, n_{cib}\, \underbrace{\frac{d\sigma}{d\Omega}}(\theta,\phi)\, d\Omega$$

↳ section efficace différentielle

Calcul de la section efficace différentielle



Symétrie sphérique : invariance par rotation autour de l'axe z.

$$d\sigma = 2\pi b\, db$$

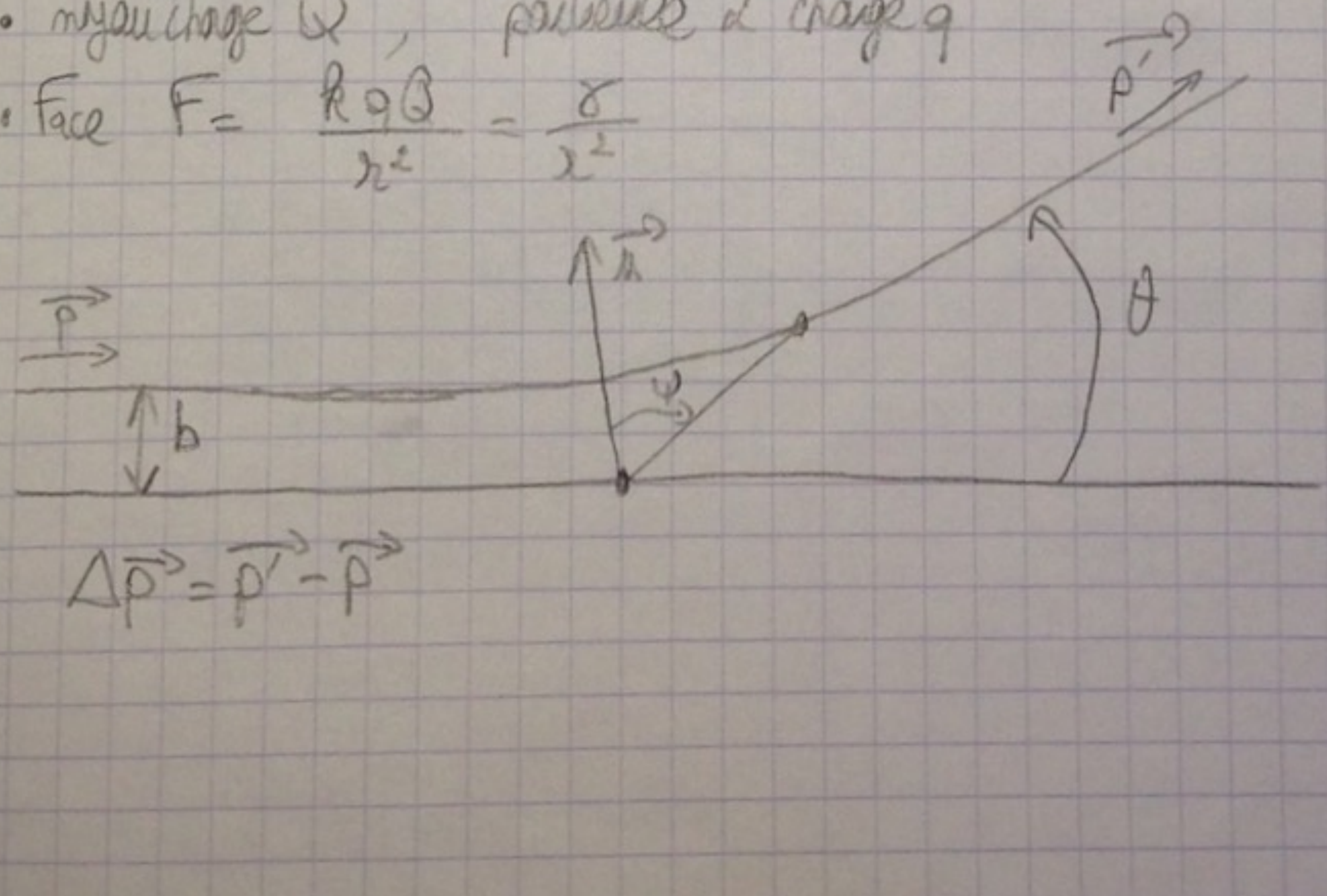
$$d\Omega = \int_{\phi=0}^{2\pi} \sin\theta\, d\theta\, d\phi = 2\pi \sin\theta\, d\theta$$

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{b}{\sin\theta}\left|\frac{db}{d\theta}\right|$$

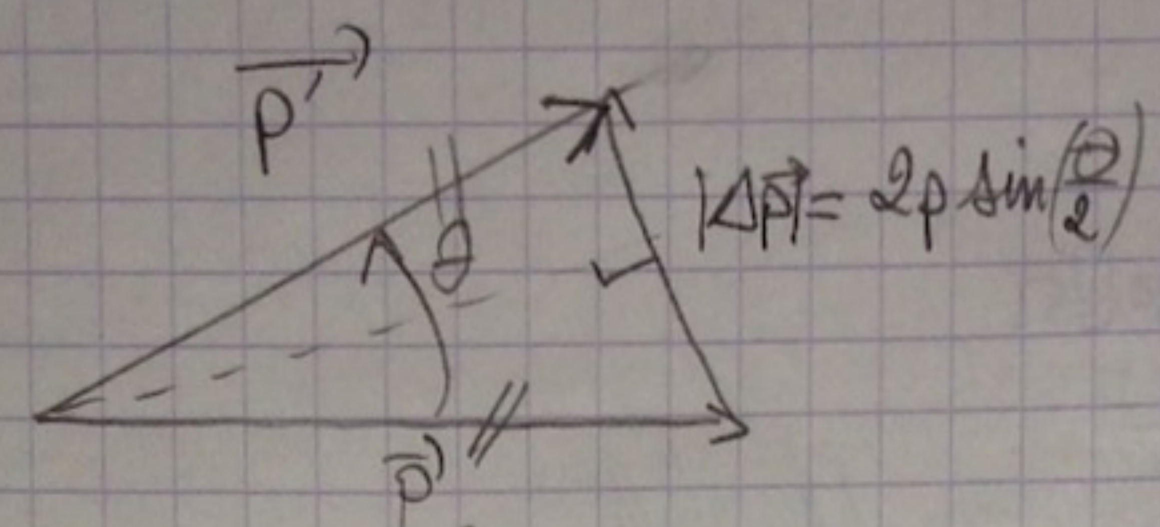
Si on connaît $b(\theta)$, on peut calculer la section efficace de diffusion

14.6 Diffusion de Rutherford 592 - 595

- Diffusion de particules α par des noyaux d'or d'une feuille mince
- noyau charge Q, particule α charge q
- Force $F = \frac{kqQ}{r^2} = \frac{\gamma}{r^2}$



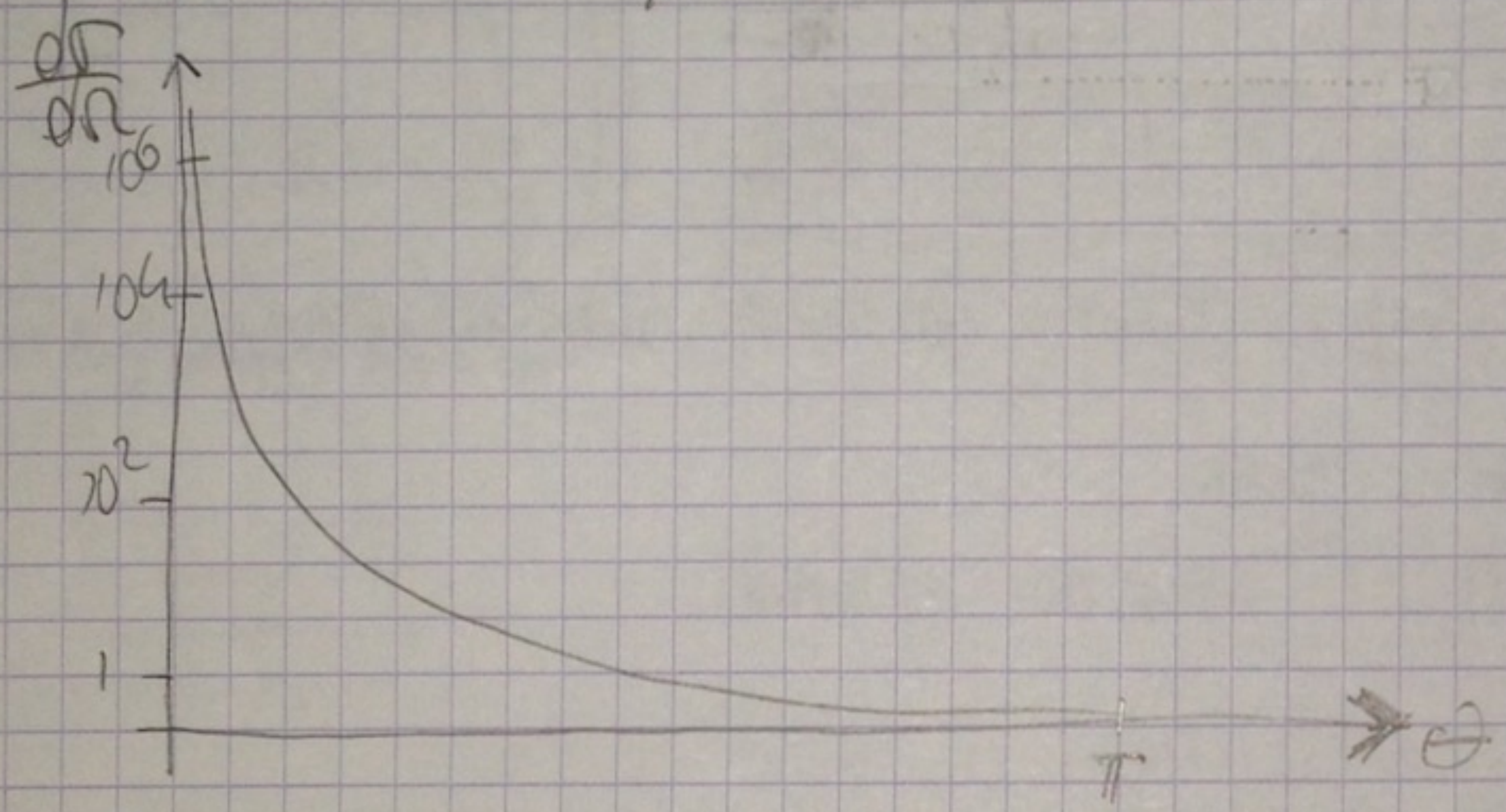
$$\Delta\vec{p} = \vec{p'} - \vec{p}$$



De plus $\Delta \vec{p} = \int \vec{F}\, dt$

cf Taylor

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \left(\frac{kqQ}{4E \sin^2\left(\frac{\theta}{2}\right)} \right)^2 \qquad k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$$



Equation de Klein-Gordon

$$E^2 = p^2c^2 + m^2c^4$$

$$-\hbar^2 \frac{\partial^2}{\partial t^2}\Psi = c^2\hbar^2 \Delta\Psi + m^2c^4\Psi$$

$$\Delta\Psi - \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2\Psi}{\partial t^2} = \frac{m^2c^2}{\hbar^2}\Psi$$

$E \leftrightarrow i\hbar\frac{\partial}{\partial t}$

$\vec{p} \leftrightarrow -i\hbar\vec{\nabla}$

Potentiel de Yukawa

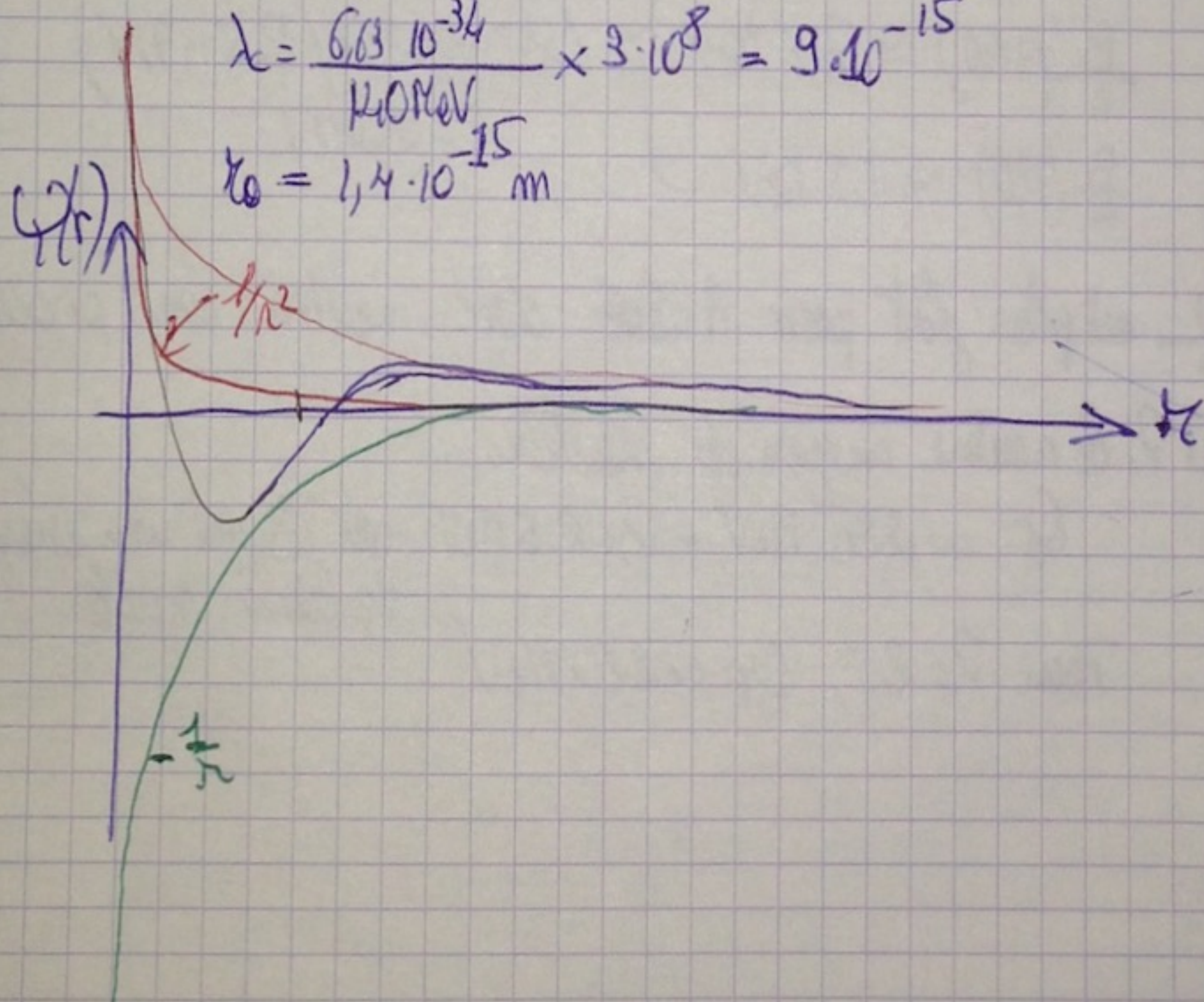
- Solut° de l'équat° de Klein gordon avec m la masse d'une particule médiatrice méson ou pion

$$\Psi(r) = -g^2 \times \frac{1}{r} \exp\left(-\frac{2\pi m_0 c}{h} r\right) \qquad \frac{2\pi m_0 c}{h} \to \frac{1}{\lambda_c}$$

Avec $\lambda_c = \frac{h}{m_0 c}$. Si on prend $m_0 = 140$ MeV, alors

$$\lambda = \frac{6{,}63\ 10^{-34}}{140\text{MeV}} \times 3\cdot10^8 = 9\cdot10^{-15}$$

$$r_0 = 1{,}4\cdot10^{-15}\ \text{m}$$



La fission

1) Énergie nucléaire

fission : $^{A}X_{Z} \longrightarrow {}^{A_1}X_{Z_1} + {}^{A_2}X_{Z_2} + Q_F$ F : Fission

fusion $^{A_1}X_{Z_1} + {}^{A_2}X_{Z_2} \longrightarrow {}^{A}X_{Z} + y + Q_f$ f : fusion

$$Q_F = B(A_1, Z_1) + B(A_2, Z_2) - B(A, Z)$$
$$Q_f = B(A, Z) - B(A_1, Z_1) - B(A_2, Z_2)$$

2) Energie de fission

$Q \sim 200\ \text{MeV}$!

Supposons
$$\left.\begin{array}{l} A = 240 \\ A \simeq 120 \\ \frac{B}{A}(240) \simeq 7{,}6\ \text{MeV} \\ \frac{B}{A}(120) \sim 8{,}5\ \text{MeV} \end{array}\right\} Q_F = 240(8{,}5 - 7{,}6) \sim 220\ \text{MeV}$$

(R) $\frac{N}{P}$ est plus fort pour A élevé donc neutrons sont produits

soit ν, le nombre moyen de neutrons :

$Q_F \sim 220\ \text{MeV} - \nu \times 8{,}5\ \text{MeV}$ car ils ont une énergie de liaison nulle.

Pour $\nu = 2{,}5$ $Q_F \sim 220\ \text{MeV}$