

**VITESSE,
IMPULSION ET LONGUEUR D'ONDE DE DE BROGLIE
D'UN NUCLÉON (PROTON OU NEUTRON),
EN FONCTION DE SON ÉNERGIE CINÉTIQUE.
- FORMULES ET COURBES -**

Án. ROGOZINSKI

Rapport C. E. A. n° 159

1952

COMMISSARIAT A L'ÉNERGIE ATOMIQUE
Service de Documentation
Centre d'Études Nucléaires de Seclay

Rapport C.E.A. N° 159

Date : Novembre 1952

Service : Division des Constructions Electriques

Auteur : An. ROGCZINSKI

Titre : Vitesse, impulsion et longueur d'onde de de Broglie d'un nucléon
(proton ou neutron), en fonction de son énergie cinétique.
Formules et courbes.

**VITESSE, IMPULSION ET LONGUEUR D'ONDE DE DEBROGLIE D'UN NUCLEON
(PROTON OU NEUTRON), EN FONCTION DE SON ENERGIE CINETIQUE**

C o n s t a n t e s e t n o t a t i o n s :

$$c = \text{vitesse de la lumière} = 3.10^{10} \text{ cm. sec}^{-1},$$

$$m = \text{masse au repos de l'électron} = 0,51 \text{ MeV. c}^{-2},$$

$$M = \text{masse au repos du proton} = 1836 m,$$

$$M c^2 = \text{énergie au repos du proton} = 938 \text{ MeV.},$$

$$h = \text{constante de Planck} = 6.62.10^{-27} \text{ erg. sec} = 4,14.10^{-21} \text{ MeV. sec.}$$

βc = vitesse du nucléon,

p = impulsion,

λ = longueur d'onde de de Broglie,

E = énergie cinétique,

$$W = \text{énergie totale} = M c^2 + E = \sqrt{p^2 c^2 + M^2 c^4} = M c^2 / \sqrt{1 - \beta^2},$$

Remarque : Nous avons négligé la différence de masse entre le neutron et le proton et admis ainsi que, pour une énergie cinétique donnée, les β , p et λ des deux nucléons sont égaux.

F o r m u l e s :

$$\text{Dans le cas général,}$$

$$\beta = \sqrt{1 - \frac{M^2 c^4}{W^2}} = \frac{\sqrt{E^2 + 2M c^2 E}}{E + M c^2} = \frac{pc}{\sqrt{p^2 + M^2 c^4}} = \frac{pc}{W},$$

$$pc = \sqrt{W^2 - M^2 c^4} = \sqrt{E^2 + 2M c^2 E} = M c^2 \beta / \sqrt{1 - \beta^2} = W \beta,$$

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{hc}{\sqrt{E^2 + 2M c^2 E}} = \frac{hc}{W \beta}.$$

Pour $\epsilon = E/Mc^2 \ll 1$

$$\beta = \sqrt{1 - \frac{1}{(1 + \epsilon)^2}} = \sqrt{2\epsilon} \theta;$$

$$\theta = \frac{\sqrt{1 + \frac{1}{2}\epsilon}}{1 + \epsilon} = 1 - \frac{1}{4}\epsilon + \frac{23}{32}\epsilon^2 - \dots$$

$$\beta = 4,62 \cdot 10^{-6} \sqrt{E \text{ (eV)}} \theta,$$

$$\beta c = 13,9 \sqrt{E \text{ (eV)}} \theta \text{ Km.sec}^{-1}.$$

$$pc = Mc^2 \sqrt{2\epsilon} \varphi;$$

$$\varphi = \sqrt{1 + \frac{1}{2}\epsilon} = 1 + \frac{1}{4}\epsilon - \frac{1}{32}\epsilon^2 + \dots$$

$$pc = 43,3 \sqrt{E \text{ (eV)}} \varphi \text{ MeV},$$

$$\lambda = \frac{hc}{Mc^2} \frac{1}{\sqrt{2\epsilon}} \psi;$$

$$\psi = 1/\varphi = 1 - \frac{1}{4}\epsilon + \frac{3}{32}\epsilon^2 - \dots$$

$$\lambda = \frac{0,286 \cdot 10^{-8}}{\sqrt{E \text{ (eV)}}} \psi \text{ cm.}$$

Pour $\epsilon \gg 1$

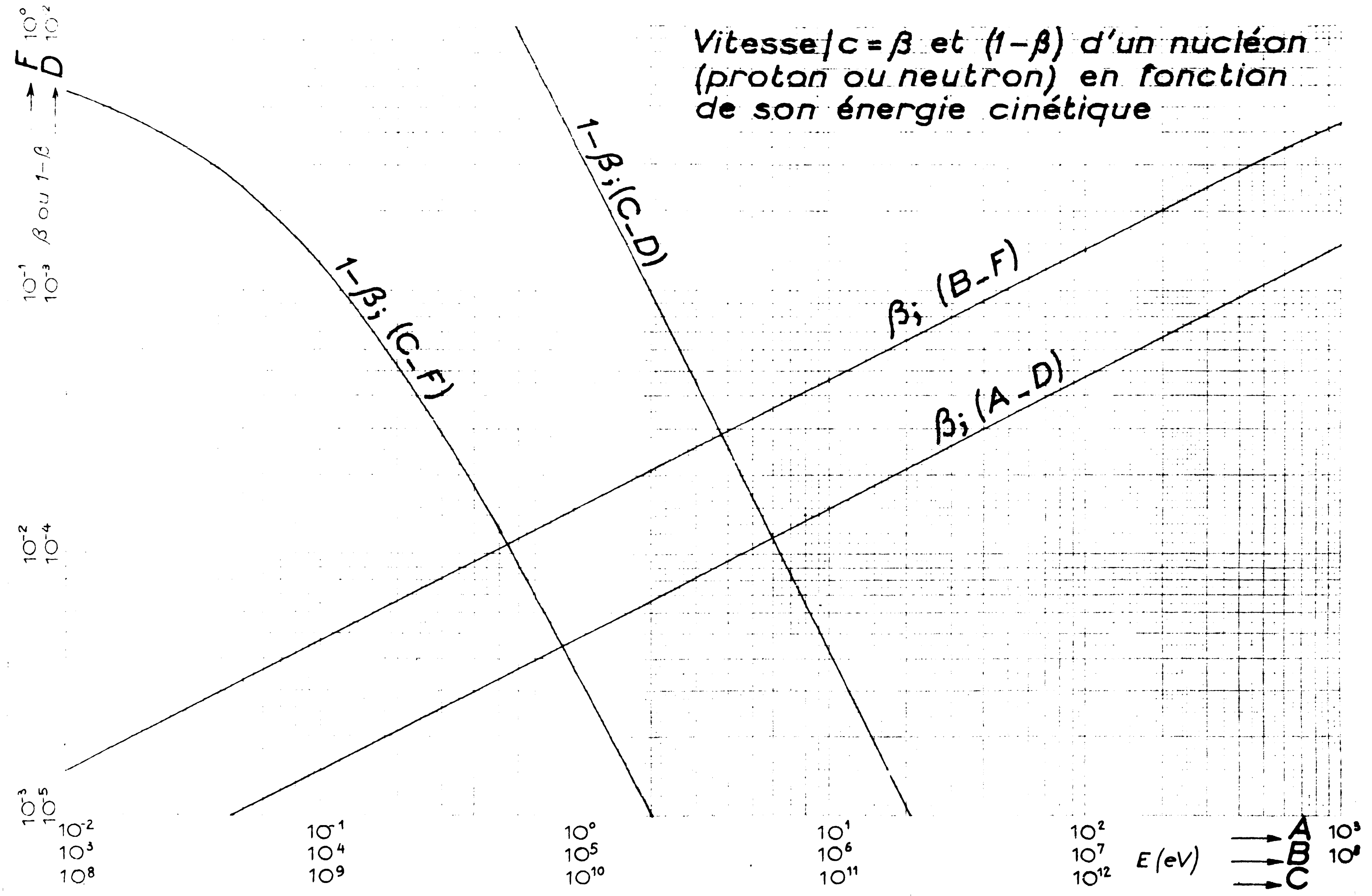
$$\beta = \frac{\sqrt{1 + 2/\epsilon}}{1 + 1/\epsilon} = 1 - \delta;$$

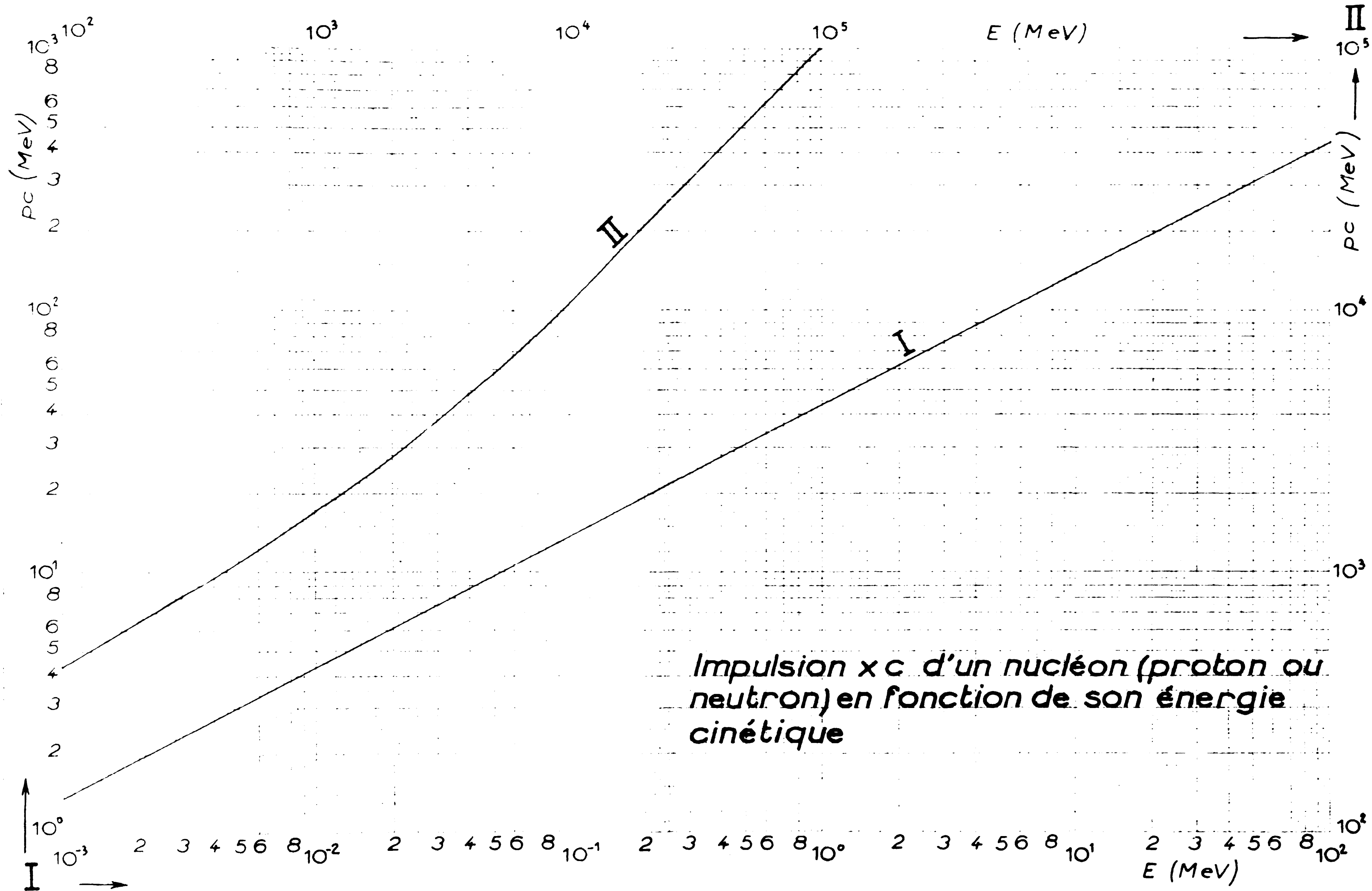
$$\delta = \frac{1}{2} \frac{1}{\epsilon^2} - \frac{1}{\epsilon^3} + \dots$$

$$pc = W\beta = [E \text{ (MeV)} + 938] (1 - \delta) \text{ MeV}.$$

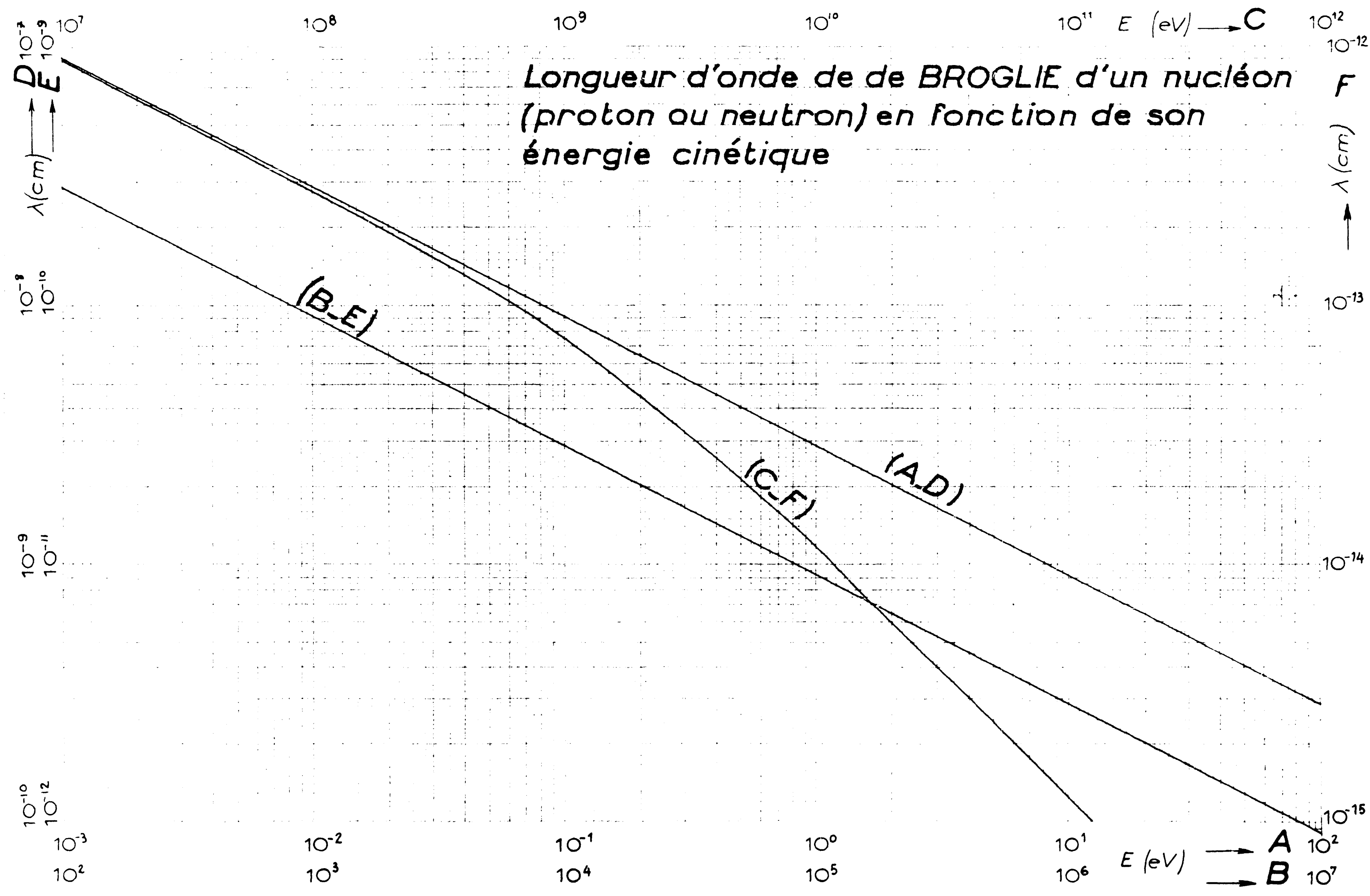
$$\lambda = \frac{hc}{W\beta} \approx \frac{1,24 \cdot 10^{-10}}{E \text{ (MeV)} + 938} (1 + \delta) \text{ cm.}$$

Vitesse $|c = \beta$ et $(1-\beta)$ d'un nucléon
 (proton ou neutron) en fonction
 de son énergie cinétique





Longueur d'onde de de BROGLIE d'un nucléon
 (proton ou neutron) en fonction de son
 énergie cinétique



FIN