

EUROPEAN ORGANIZATION FOR NUCLEAR RESEARCH

CERN LIBRARIES, GENEVA



CM-P00063251

CERN/ISRC/72-20

INTERSECTING STORAGE RINGS COMMITTEE

PROPOSITION D'EXPERIENCE CONCERNANT:

La production de protons, d'antiprotons,
de kaons et de pions, à des angles voisins de 90° ,
dans la gamme d'impulsions 100 MeV/c à 500 MeV/c

J.P. Alard*, H. Annoni*, J. Castor*, A. Cordaillat**,
A. Devaux*, G. Roche*

Clermont-Ferrand, le 26 juin 1972

* Université de Clermont, Laboratoire de Physique Nucléaire

** Visiteur CNRS, CERN, Genève.

LABORATOIRE DE PHYSIQUE NUCLÉAIRE
FONDAMENTALE et DÉVELOPPEMENT

34, Avenue Carnot, 34
F 63 - CLERMONT-FERRAND

Tél. (73) 92-97-32 (poste)

Professeur :

I - BUT DE L'EXPERIENCE

V/Réf. :

N/Réf. :

La mesure des moments transverse $P_{\perp L}$ et longitudinal P_L constitue une méthode très intéressante pour étudier les processus d'interaction aux hautes énergies. Les nouvelles conceptions émises par Feynmann (1) d'une part, et par Yang (2) et ses collaborateurs d'autre part, ont renforcé l'intérêt de cette étude.

Les premiers résultats obtenus auprès des anneaux de stockage à intersections ont apporté une contribution complémentaire aux données provenant des accélérateurs de 5 à 70 GeV ou du rayonnement cosmique.

La production à grand angle de protons et d'antiprotons aux I.S.R. pour des moments supérieurs à 500 MeV/c peut être décrite, comme annoncé à la conférence d'Oxford, par la relation :

$$\frac{d\sigma}{dp d\Omega} = A \frac{p^2}{E} e^{-Bp}$$

où A et B sont des constantes, et il a été surprenant de trouver un rapport R de protons/antiprotons de l'ordre de 2 :

$$R = N(p)/N(\bar{p}) \approx 2$$

Le bruit de fond élevé dû aux interactions parasites n'a pas permis de déterminer ce rapport R pour des traces d'antiprotons et de protons de 200 à 500 MeV/c dans les émulsions nucléaires exposées aux I.S.R. (expérience 69/06). Seul le rapport ρ d'antiprotons/pions a été estimé à 0,06

$$\rho = N(\bar{p})/N(\pi) \approx 0,06$$

Ces premiers résultats montrent l'intérêt d'une étude des phénomènes de production de particules aux grands angles. Nous pensons qu'il est nécessaire de travailler à très faible moment transverse. C'est en effet dans ce domaine de moments que de nouvelles données expérimentales permettront de vérifier la validité des différents modèles théoriques à hautes énergies. Pour de faibles moments transverses les données expérimentales actuelles (3) ne permettent pas de conclure sur la validité de l'hypothèse de fragmentation limitée. La normalisation des expériences à 19,26 ou 70 GeV/c (3) s'avère erronée le long de la ligne $p_{\perp} \approx 0$ dans un large domaine de P_L . Pour des expériences inclusives ($p + p \rightarrow \pi +$ autres particules) à des énergies de protons incidents de 12,8 et 24 GeV/c (4) il y a désaccord avec les prévisions de "scaling" pour des valeurs de $P_L \sim 0$.

L'étude proposée concerne la production de protons, d'antiprotons, de kaons et de pions éventuellement à des angles voisins de 90° dans la gamme d'impulsions de 100 MeV/c à 500 MeV/c. Elle est rendue possible grâce aux fenêtres minces dont sont équipées la plupart des régions d'interaction. Elle serait réalisée à l'aide de détecteurs semi-conducteurs et de scintillateurs.

Une telle expérience permettrait de vérifier si les désaccords indiqués précédemment subsistent à très haute énergie. Il serait intéressant de vérifier l'hypothèse énoncée par Pavini et al (5) concernant la grande section efficace de production à faible moment transverse. L'étude du moment transverse moyen $\langle p_T \rangle$ en fonction de p_L devrait nous donner des renseignements précis sur la validité du modèle thermodynamique de R. Hagedorn et J. Ranft. Par ailleurs, des données expérimentales dans ce domaine d'énergie présentent un intérêt sur le plan astrophysique.

II - PRINCIPE DE DETECTION

Nous utilisons le dispositif de base représenté sur la figure 1.

Les détecteurs DE_1 et DE_2 sont des détecteurs (diodes au silicium) utilisés en ΔE .

Le détecteur AB peut être une diode au silicium ou un simple scintillateur plastique. Il joue le rôle d'absorbant et fournit en même temps un signal de passage de la particule.

Le détecteur DA est un scintillateur Na I (Tl) permettant la mise en évidence de l'étoile d'annihilation des antiprotons, ainsi que l'interaction ou la désintégration des kaons en fin de parcours.

Les détecteurs S1 et S2 sont des scintillateurs plastiques d'assez grande dimension (recouvrant un angle solide voisin de 4π autour de DA). Ces détecteurs enregistrent la présence des pions de haute énergie émis lors de l'annihilation des antiprotons ou de la désintégration des kaons.

III- IDENTIFICATION DES PARTICULES

L'identification des particules fait intervenir :

- les informations ΔE_1 et ΔE_2
- l'épaisseur d'absorbant AB
- l'information fournie par DA correspondant soit à l'interaction avec annihilation des antiprotons soit à l'interaction ou la désintégration des K
- la présence de π de haute énergie détectés par les scintillateurs S1, S2.

Considérons pour fixer les idées, les épaisseurs suivantes :

DE_1 : ~~700~~ \rightarrow 4 mm

DE_2 : ~~700~~ \rightarrow 2 mm

AB : ~~1000~~ \rightarrow 4 mm (silicium)

L'épaisseur de DA n'est pas critique pour l'instant.

La figure 2 donne ΔE_1 en fonction de ΔE_2 pour les trois types de particules p, K et π . Est également indiqué la largeur du pic ΔE_1 pour un E_2 fixé compte tenu des fluctuations de perte d'énergie.

On observe que dans les gammes d'énergie suivantes, les trois types de particules sont identifiables :

p : de 45 à 60 MeV soit de 300 MeV/c à 340
 K : de 34 à 39 MeV soit de 183 MeV/c à 197
 π : de 20 à 21 MeV

Les antiprotons étant par ailleurs discriminés compte tenu des informations fournies par DA, S1, S2.

IV - ANALYSE EN IMPULSION DANS LA PLAGE 100 MeV/c à 500 MeV/c

Par l'association de plusieurs cellules telles que celle représentée sur la figure 1, il est possible d'analyser de façon presque continue la plage d'impulsion de 100 MeV/c à 500 MeV/c. Le Tableau I donne les épaisseurs à titre d'exemple, certaines épaisseurs de détecteur pouvant être utilisées et les plages d'analyse correspondantes pour les trois types de particules.

V - DISPOSITIF EXPERIMENTAL

L'ensemble du dispositif de détection (sauf les scintillateurs tels que S₁, S₂ ...) est placé dans une enceinte où règne un vide primaire. Ses dimensions sont très réduites. ~~La figure 3 donne le principe du montage.~~

Le dispositif électronique comprendra un système logique pour traiter les différentes informations de coïncidence entre les détecteurs. Nous pensons enregistrer sur bande magnétique pour chaque événement ces informations logiques ainsi que les informations d'amplitude des signaux fournis par les détecteurs DE₁, DE₂ et DA.

Le traitement des résultats sera fait ensuite sur ordinateur. Néanmoins, une visualisation des pics d'identification des particules sur sélecteur multicanaux sera réalisée en cours de prise de données pour se rendre compte du bon déroulement de l'expérience.

Il est à remarquer la similitude avec l'expérience SC 33 réalisée par le laboratoire.

VI - TAUX DE COMPTAGE

L'angle solide sous lequel le dispositif de détection voit la région d'interaction est très faible : la section des diodes est comprise entre 0,25 et 1 cm². Par contre, il est possible de placer la première diode très près de la zone d'interaction. Avec une diode de 1 cm² placée à 30 cm du point central d'interaction et pour une intensité des faisceaux de 10 Ampères, ce dispositif permettrait la détection d'environ 50 à 70 antiprotons par heure de fonctionnement des ISR et donc de l'ordre de 1000 protons/H.

VII- BRUIT DE FOND

Le dispositif de détection n'analyse qu'une partie des événements de la zone d'interaction ~~figure 3~~. Si l'axe du cône de détection est horizontal le nombre d'interactions faisceau-gaz et faisceau-parois devra être faible comparativement aux interactions faisceau-faisceau.

Une estimation de ce bruit de fond sera obtenu dans le cas où il n'y a qu'un faisceau dans les anneaux de stockage à intersections.

VIII - DEMANDE DE FAISCEAU AU PS POUR UNE EXPERIENCE TEST

Nous présenterons la proposition d'expérience définitive sur un faisceau aux ISR ultérieurement. Dans l'immédiat, nous demandons un faisceau au PS afin de réaliser une expérience test permettant de vérifier la validité du principe de la méthode de détection (figures 1 et 2).

Pour cette expérience test, nous utiliserons simplement la cellule de détection représentée sur la figure 1 avec :

- DE1 et DE2 : diodes au silicium à barrière de surface de 700 d'épaisseur et 0.5 cm² de section
- AB : scintillateur plastique de 10 mm d'épaisseur associé à un PM 56 AVP
- DA : scintillateur NaI(Tl) de 80 mm d'épaisseur et 20 mm de diamètre associé au un PM EMI 9584
- S1 et S2 : palettes de scintillateur plastique de 400 cm² de surface et 1 cm d'épaisseur, associées à des PM 56 AVP.

Le dispositif expérimental est pratiquement le même que celui de SC 33 avec simplement en plus les scintillateurs plastiques. L'électronique associée sera également le système utilisé pour SC 33 avec en plus un ou deux circuits de coïncidence supplémentaire.

La figure 3 donne le schéma synoptique de l'électronique utilisée pour cette expérience test. Les spectres d'identification seront simplement relevés sur un analyseur multicanaux.

L'expérience pourra être faite dans l'air compte tenu des énergies mises en jeu.

Nous demandons 10 shifts (en 2 périodes de 5 shifts si possible) auprès d'un faisceau d'antiprotons du PS. Le fait que le faisceau d'antiprotons soit contaminé par d'autres particules (p,K, π) n'est pas un inconvénient, puisque cela nous permettrait au contraire de mettre en évidence l'identification de ces particules. On peut en particulier utiliser un faisceau d'énergie assez élevée traversant un absorbeur afin de la ramener dans la gamme d'énergie que nous voulons étudier.

FIGURE CAPTION

FIGURE 1 - Schéma général du dispositif expérimental

FIGURE 2 - DE1 perte d'énergie dans le détecteur

DE1

DE2 perte d'énergie dans le détecteur

DE2

Exemple : un proton de 40 MeV à l'entrée du premier détecteur (DE1) aura une perte de 1,02 MeV dans le premier détecteur et une perte de 0,485 MeV dans le détecteur DE2

FIGURE 3 - Vue générale de l'installation aux ISR

FIGURE 4 - Schéma synoptique du dispositif électronique

PA	préamplificateur
A	amplificateur
DCO	delayed cross-over
D	delay
Sh	shaper
C1	coïncidence rapide
SM	sélecteur monocanal
T	trigger
C2	coïncidence lente
TMC	sélecteur multicanaux

Références bibliographiques

- (1) R.P. FEYNMANN, Phys. Rev. Let. 23 (1969) 1415
- (2) J. BENECKE, TT. CHOU, C.N. YANG et E. YEN, Phys. Rev. 188 (1969) 2159
- (3) J.V. ALLABY, F. BINON, A.N. DIDDENS, P. DUTEIL, A. KLOVNING, R. MEUNIER, J.P. PEIGNEUX, E.J. SACHARIDIS, K. SCHLUPMANN; M. SPIGHEL, J.P. STROOT, A.M. THORNDIKE and A.M. WETHERELL, soumis à la Conf. Int. sur la Physique des Hautes Energies, Vienne, (1968)
- E.W. ANDERSON, E.J. BLESER, G.B. COLLINS, T. FUJII, J. MENES, F. TURKOT, R.A. CARRIGAN Jr, R.M. EDELSTEIN, N.C. HIEN, T.J. McMAHON and I. NADELHAFT, Phys. Rev. Letters, 19, 198, (1967)
- Yu.B. BUSHNIN, S.P. DENISOV, S.V. DONSKOV, A.F. DUNAITSEV, Yu.P. GORIN, V.A. KACHANOV, Yu.S. KHODIREV, V.I. KOTOV, V.M. KUTYIN, A.I. PETRUKHIN, Yu.D. PROKOSHKIN, E.A. RAZUVAIEV, R.S. SHUVALOV, D.A. STOYANOVA, J.V. ALLABY, F. BINON, A.N. DIDDENS, P. DUTEIL, G. GIACOMELLI, R. MEUNIER, J.P. PEIGNEUX, K. SCHLUPMANN, M. SPIGHEL, C.A. STAHLBRANDT, J.P. STROOT and A.M. WETHERELL, Phys. Letters, 29 B, 48 (1969)
- F. BINON, S.P. DENISOV, P. DUTEIL, V.A. KACHANOV, V.M. KUTYIN, J.P. PEIGNEUX, Yu.D. PROKOSHKIN, E.A. RAZUVAIEV, R.S. SHUVALOV, M. SPIGHEL and J.P. STROOT, Phys. Letters, 30 B, 507 (1969)
- (4) D.B. SMITH, R.J. SPRAFKA et J.A. ANDERSON, Phys. Rev. Lett, 23 (1969) 1064
- (5) R.S. PANVINI, R.R. KINSEY, T.W. MORRIS, J. HANLON, E.O. SALANT et W.H. SIMS, Phys. Lett. 32 B (1970) 641

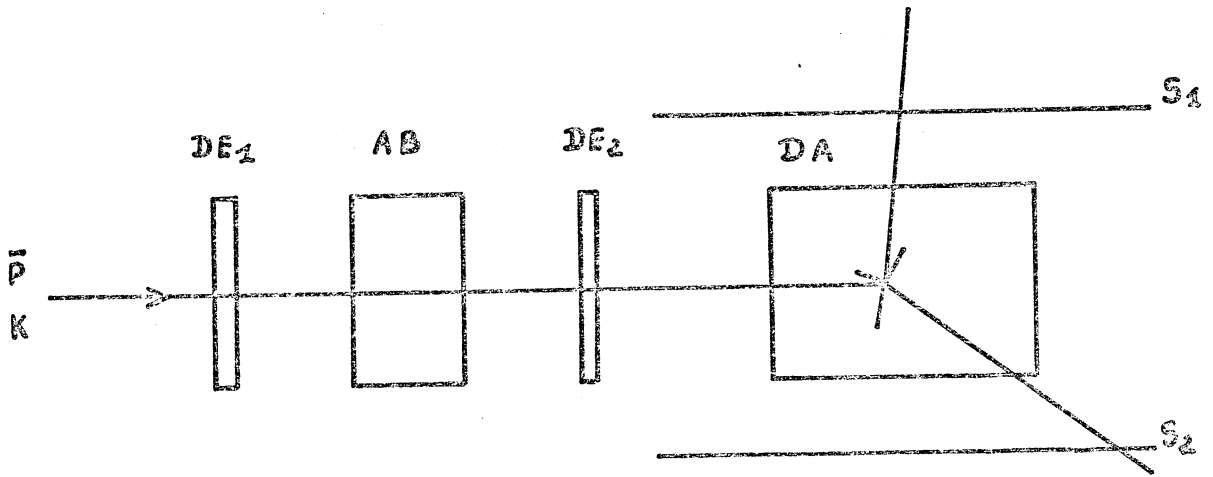


Fig. 1

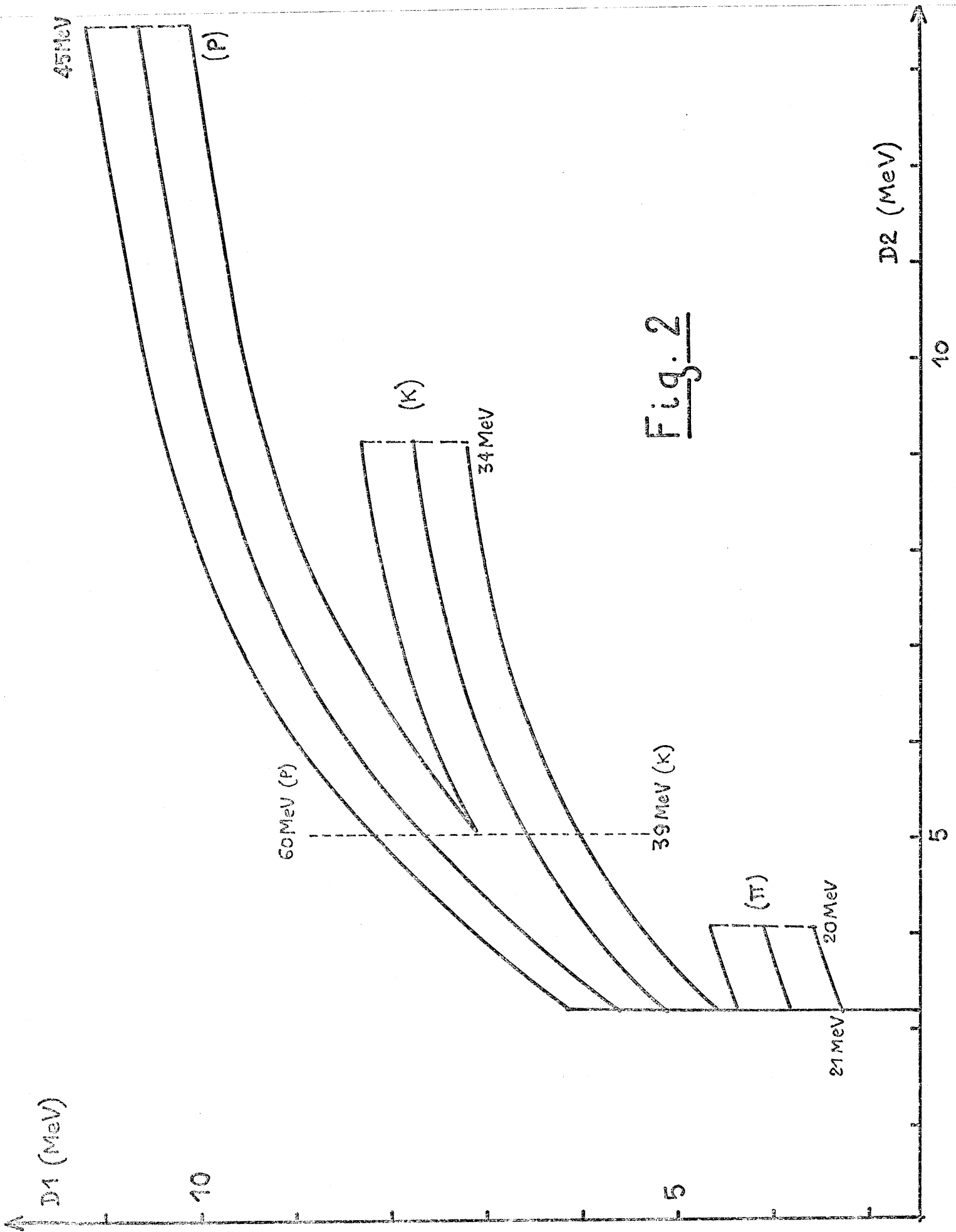


Fig. 2

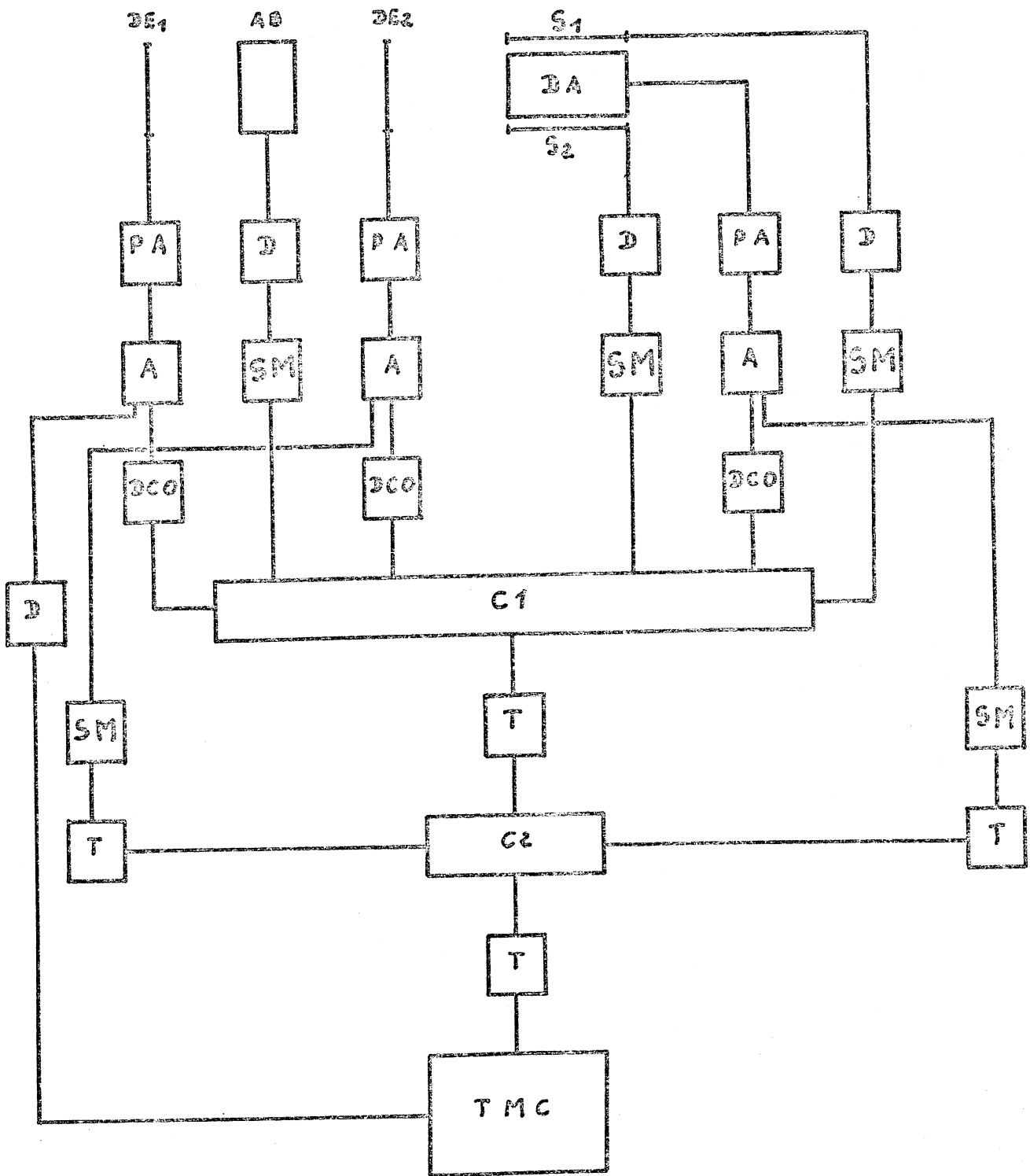


Fig. 3