

CUESTIONARIO PARA GRUPOS DE FÍSICOS TEÓRICOS Y EXPERIMENTALES
DE ALTA ENERGÍA

RESPUESTA DEL GRUPO DE FÍSICOS TEÓRICOS ESPAÑOLES QUE TRABAJAN
ACTUALMENTE EN EL CERN

3

1. Nombre
2. Universidad o Centro
3. Especialización
 3. 1. ¿En qué campos de la física han realizado investigación? Enunciar los grandes temas de investigación que han desarrollado.
 3. 2. ¿Cuál es el programa actual de investigación? Especificar temas, duración aproximada, número de colaboradores para cada tema y costo.
 3. 3. ¿En colaboración con qué centros científicos extranjeros desarrollan el programa de investigación?

Dadas las peculiaridades de nuestro trabajo, a este primer apartado responderemos sucesivamente los seis físicos del grupo, por orden alfabético:

1. Manuel G. DONCEL
2. Universidad de Barcelona
3. 1. Breve investigación experimental en el Reactor Nuclear FR2 de Munich. Investigación teórica bajo la dirección del Prof. L. Michel en l'Ecole Polytechnique (Paris) y en l'Institut des Hautes Etudes Scientifiques (Bures-sur-Yvette) durante los años 1964-67 sobre las Simetrías Superiores de las partículas elementales de interacción fuerte, y los tests de dicha simetría fundados en medidas de polarización de resonancias. Publicaciones correspondientes: (en colaboración con E. de Rafael) Test of SU_{6W} from Predictions on Spin Alignments, Nuovo Cimento 42, 426 (1966); Polarization of Resonances in a Simple Peripheral SU_{6W} Model, Nuovo Cimento 52A, 617 (1967); Comunicación a The Heidelberg International Conference on Elementary Particles (1967), cfr. Abstracts n.43 y Proceedings p.518, n.6; Test de la simetría SU_{6W} , Tesis en la Universidad de Barcelona y resumen correspondiente.

3. 2. Actualmente en el CERN (aunque como "visitante no remunerado", dado el anuncio de la intención española de retirarse) trabajo en las desintegraciones semileptónicas de los mesones K y la aparente violación en ellas de la inversión temporal. Investigación de las correcciones radiativas correspondientes. Por otra parte, en colaboración con los Profs. L. Michel y P. Minnaert proyectamos un estudio sistemático de los parámetros de polarización y correlación de polarizaciones medibles en reacciones a dos cuerpos.

3. 3. Fundamentalmente con el CERN.

1. Ramón PASCUAL DE SANS

2. Profesor Agregado de la Facultad de Ciencias. Universidad de Madrid.

3. 1. Los temas de investigación que he desarrollado se refieren a la física de las partículas elementales (On the $\Delta S=0$ Baryonic Current coupled to the muonic current, Phys. Rev. Letters 16, 1057 (1966); Soft photon emission approach to the decays $\omega, \phi, \rho \rightarrow 2\pi, \gamma$, Nuovo Cim. 54A, 835 (1966); Computation of $K_{\rho 4}$ form factors with kaon PCAC and Veneziano or Weinberg models, CERN preprint TH 1015), y a las interacciones de las partículas elementales con núcleos (Optical model analysis of the reaction cross sections, Anales de la R.S. de F. y Q. 63A, 229 (1967)), especialmente en problemas de absorción de piones (un trabajo extenso sobre el tema aparecerá próximamente) y de muones (Muon Capture by He-3 and wave Function of the Trion, Phys. Letters 19, 221 (1965); On muon-capture by He-3, Nuovo Cim. 44B, 434 (1966); Study of the $n+d+v$ channel in muon capture by He-3, Nuovo Cim. 48A, 963 (1967); On break-up channels in muon capture by He-3, Nuclear Phys. 32B, 561 (1967); Captura de muones por núcleos, JEM, 1966).

3. 2. Por hallarme integrado en el Departamento de Física Teórica de la Universidad de Madrid, remito al informe presentado por dicho Departamento.

3. 3. Exclusivamente con el CERN, especialmente con el Prof. T. Ericson en lo que a los temas de interacción partículas-núcleos se refiere.

1. Eduardo DE RAFABE

2. CERN

3. 1. Física de partículas elementales. Problema de correlaciones angulares en interacciones fuertes (publicaciones nos. 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9 del anexo I) y en interacciones electromagnéticas (publicaciones 3, 9).

Aplicaciones de la Teoría de Grupos (publicaciones 7, 8, 9). Teoría de interacciones débiles (publicaciones 10, 11, 12, 14, 15). Interacciones electromagnéticas (publicaciones 13, 15, 16, 17).

3. 2. Correcciones radiativas al factor g del muón. Correcciones radiativas en interacciones débiles.

3. 3. Con el CERN.

1. Alvaro DE RÚJULA Y ALGUER

2. Universidad de Madrid, Junta de Energía Nuclear y CERN.

3. 1. a) Física experimental de altas energías. Participación en el experimento " μ^+ beta decay", realizado en el sincrociclotrón del CERN en 1963, y el más preciso hasta el presente para comprobar el valor de la teoría de la conservación de la corriente vectorial débil (CVC) en procesos puramente leptónicos. (J. Duclos, J. Heintze, A. de Rújula y V. Soergel, Measurement of e^+ Polarisation in Muon Decay by means of Bhabha Scattering, Phys. Letters 2, 62 (1964)).

b) Física teórica de reactores nucleares. Predicción de parámetros en las solución de las ecuaciones de difusión de neutrones en un reactor por medio de la teoría de "varios grupos" de distribuciones energéticas. (A. de Rújula, Cálculo de secciones eficaces de rethermalización, FTCR-40 JEN (1965))

c) Desintegraciones electromagnéticas de kaones neutros, en conexión con los experimentos de violación de CP en las desintegraciones de dichas partículas, llevados a cabo en el CERN y Brookhaven. (A. Della Selva, A. de Rújula y M. Mateev, Neutral k Decays into $\pi^0 \gamma \gamma$, Phys. Letters 24B, 468 (1967)).

d) Difusión de mesones pseudoescalares por nucleones; relaciones de dispersión y álgebras de corrientes sobre la capa de masas. Se ha estudiado este tema desde hace un año y medio, en un intento de dar una explicación teórica sencilla a los hoy en día abundantes y precisos datos sobre aquellos procesos, que han sido sistematizados en un detallado análisis en ondas parciales por C. Lovelace y colaboradores, gracias a las únicas facilidades de computación ofrecidas por el CERN. Publicaciones sobre este tema y otros relacionados con él: Subtracted Dispersion Relations and On-Mass-Shell Current Algebra: Pseudo-scalar Meson - Baryon Scattering Lengths (en colaboración con M. Mateev y M. Swiecki), Phys. Review 166, 1727 (1968); Álgebra de Corrientes sobre la Capa de Masas y Difusión Mesón-barión, Tesis doctoral, Madrid (1968); Álgebras de Corrientes, Monografía para una beca March (1968);

Revisión de la Difusión Pión-Nucleón, Comptes Rendus de la Reunión de Física de Partículas Elementales, Madrid 1968, GIFT, Zaragoza; Pion-nucleón Partial Waves, PCAC, Mass Shell Current Algebra and Dispersion Relations (en preparación para Phys.Review, en colaboración con B. Carreras.

3.-2. El programa actual de investigación se centra aún en el tema detallado en 3. 1.d), y está prácticamente finalizado.

3. 3. El actual programa se realiza en el CERN, en colaboración con la Universidad de Glasgow. Se inició en colaboración con el Centro Internacional de Física Teórica de Trieste (Italia), cuando España poseía en él las ventajas de ser considerada aún como "país subdesarrollado". Su finalización sólo ha sido posible gracias a las facilidades de computación existentes en el CERN y a los lazos establecidos con este organismo durante la permanencia de España en el mismo.

1. Sergio SANTIAGO Y PAEZ

2. Staff Member. División de Tratamiento de Datos. CERN

3. 1. En relación con los estudios llevados a cabo a partir de 1959 en la JUNTA DE ENERGÍA NUCLEAR de Madrid sobre Física de Plasmas, colaboré primero en los aspectos experimentales de Constricción lineal de Plasma, haciéndome cargo posteriormente de la investigación sobre la aplicación de Redes Analógicas al cálculo de campos electromagnéticos en descargas gaseosas, así como de la puesta a punto de métodos analógicos y digitales de cálculo de trayectorias de iones en configuraciones de campo no abordables por métodos analíticos.

El siguiente tema de investigación abordado se centró en estudios teóricos y experimentales de Física de Neutrones Polizados. La primera parte de este programa se desarrolló durante una estancia de dos años en el Brookhaven National Laboratory de EE.UU., y se continuó en Madrid, JEN, centrado sobre el campo de "Difusión Anisotrópica de Neutrones en medios Moderadores".

La especial atención prestada mientras trabajaba en este campo, a los métodos de recogida de datos, tratamiento y análisis mediante calculadoras electrónicas, fue la base de la especialización adquirida en estos aspectos, y que me permitió primeramente poner al día los métodos de cálculo usados en la JEN para la experiencia de Neutrones Polizados y de Análisis de Espectros de materias radioactivas, y después, conseguir un puesto como miembro permanente (staff) de la División de Tratamiento de Datos del CERN.

3. 2. La labor en este último puesto, encuadrada en el grupo de Desarrollo de Programas, se centra alrededor de los métodos de vanguardia para la adquisición automática de datos a partir de las fotografías de cámaras de burbujas, mediante el uso de las grandes calculadoras del CERN, así como la verificación de la compatibilidad desde un punto de vista físico experimental de los resultados adquiridos.

3. 3. CERN.

1. Francisco J. YNDURÁIN

2. Profesor Agregado de Física Teórica, Universidad de Madrid, ausente con permiso; actualmente en la División de Estudios Teóricos del CERN.

3. 1. Sobre teoría de campos cuánticos (publicaciones nos. 3, 4, 5, 6, 15, 22, y 27 del anexo II); sobre los fundamentos de la mecánica cuántica (publicaciones 1 y 2); sobre teoría general de colisiones nucleares (publicaciones 9, 10, 25, y 28); sobre relatividad e invariancia relativista (publicaciones 7, 11, 12, 18, y 26); sobre interacciones nucleares débiles (publicaciones 13, 19, y 29); sobre colisiones a muy alta energía (publicaciones 17, 20, 21, 23, y 24); sobre problemas matemáticos relacionados con la física de alta energía (publicaciones 8, 14, y 16).

3. 2. Continuar las investigaciones comenzadas en las publicaciones 24 y 26, fundamentalmente sobre relatividad e invariancia relativista y sobre colisiones nucleares a muy alta energía.

3. 3. En colaboración con el CERN, del que formo parte actualmente.

- 1) Campo Estacionario con Simetria Cilindrica en Electrodinamica no Lineal de Born-Infeld. (with J. Fernandez), Anales Fis. y Quim. 56, 273 (1960).
- 2)
- 2) Strong Interaction Symmetries and Relations between Polarizations for $\bar{p}p - \bar{Y}Y$. Nuovo Cimento 25, 320 (1962).
- 3) $\Sigma^0 - \Lambda^0$ Relative Parity from $\Lambda^0 \rightarrow \Sigma^0$ Conversion Induced by the Coulomb Field of a Nucleus. Phys.Rev. 128, 2435 (1962).
- 4) Some Remarks Concerning Hyperon-Antihyperon Production by Antiprotons on Hydrogen. Nuovo Cimento 30, 443 (1963) (with J. Nuyts).
- 5) A New Test for the Spin-Parity Determination of Strange Baryonic Resonances. Nuovo Cimento 33, 237 (1964).
- 6) Test for the spin of the $\bar{N}^*(1310)$ Resonance from its Decay Angular Distribution. Phys.Letters 11, 260 (1964).
- 7) Relativistic Theory of Angular Correlations in Successive Two-Body Decays of Unstable Particles. Ann.Institut H. Poincaré 2, 87 (1965) (with Claude Henry).
- 8) Tests of $SU(6)_W$ from Predictions on Spin Alignments. Nuovo Cimento 42, 426 (1966) (with M.G. Doncel).
- 9) Théorie Relativiste des Corrélations Angulaires et Application à l'Analyse Phénoménologique des Particules et Résonances. Thèse. Faculté des Sciences d'Orsay. Ann.Institut H. Poincaré 5, 83 (1966).
- 10) Theory of Neutral Leptonic Currents. Phys.Rev. 151, 1194 (1966) (with M.L. Good and L. Michel).
- 11) Neutral Semileptonic Decays of K Mesons. Phys.Rev. 157, 1486 (1967).
- 12) Phenomenological Analysis of $K \rightarrow \bar{N}N$ ($\bar{N}=2$) Amplitudes and Violation of CP Invariance. Phys.Rev. 162, 1453 (1967).
- 13) Suggested Boson Lepton Pair Couplings and the Anomalous Magnetic Moment of the Muon. Phys.Rev. 168, 1620 (1968) (with S.J. Brodsky).

- 14) Decay Rates of $\Delta S = -\Delta Q$ Transitions and Possible $\Delta S = 2$ Leptonic Decays. Phys.Rev.Letters 20, 522 (1968) (with M. Goldhaber).
- 15) Phenomenological Description of $K_S \rightarrow 2\gamma$ and $K_L \rightarrow 2\gamma$ Decays Nuclear Phys. B8, 131 (1968) (with *B. R. Martin*)
- 16) Calculation of the 6th Order Contribution from the 4th Order Vacuum Polarization to the Difference of the Anomalous Magnetic Moments of Muon and Electron. Phys.Rev. 114, 1835 (1968) (with B.E. Lautrop).
- 17) Hadronic Contributions to the Muon g Factor. To appear in Nuclear Phys. (with M. Gourdin).

ANEXO II - LISTA DE PUBLICACIONES DE F.J. YNDURAIN

- 1) On Parastatistics. *Nuovo Cimento* 30, 1040 (1963) (with A. Galindo).
- 2) Estadísticas Cuánticas y Desintegraciones Pionicas del Protonio. *Anales de Fis. y Quim.* 60A, 15 (1964).
- 3) Definición de Hamiltonianos y Renormalización. *Rev. Acad. Cienc. (Zaragoza)* 20, 4 (1965).
- 4) Renormalización de Masa y Espectros de Energía en Teoría de Potenciales y de Campos. *Fundación J. March* (1965).
- 5) S* Matrix Formalism, Charge Renormalization and Definition of the Hamiltonian in a Simple Field Theoretical Model. *J. Math. Phys.* 6 1133 (1966).
- 6) The Schrodinger Equation in the NG Sector of the Relativistic Lee Model. *Anales de Fis. y Quim* 67A, 317 (1966).
- 7) Acoplamiento de Simetrías Internas y Espacio-Temporales. *University of Zaragoza Preprint* (1966) (with A. Galindo).
- 8) Formalismo de Grupos No-Compactos. *J.E.N.* (1966) (I Reunión Española de Física Teórica, Santander).
- 9) Singularidades Esenciales de Amplitudes de Colisión. *J.E.N.* (1966).
- 10) Essential Singularities of Scattering Amplitudes. *Nuovo Cimento (letters)* 45A, 789 (1966).
- 11) Little Groups of the (n+1) Dimensional Lorentz Group. *Nuovo Cimento (letters)* 45, 239 (1966).
- 12) On the Continuity of Causal Automorphisms of Space Time. *Commun. Math. Phys.* 4, 349 (1967) (with J.L. Alonso).
- 13) Symmetries of Weak Interactions of Leptons. *Anales de Fis. y Quim.* 63A, 99 (1967).
- 14) The Heisenberg Algebra and Constructions of the Relation Algebra. *Nuovo Cimento* 50, 308 (1967).
- 15) Algunas Técnicas y Resultados en Teoría General de Campos. *Física (UCV)* Vol. 1, Suplemento (1967).
- 16) General Representation of Causal Distributions. *New York University* (1967) (with J.L. Gervais).
- 17) Regge Cuts Imply Vanishing Total Cross Sections or Essentially Constant Diffraction Peaks. *Phys. Rev. Letters* 20, 27 (1968) (with J.L. Gervais).
- 18) On Lorentz Covariant Distributions. *J. Math. Phys.* 9, 1415 (1968).

Remark on Neutral Transitions in $SU(3)$ Subgroup Invariance Scheme for Weak Interactions. Bull.Amer.Phys.Soc. 13, 167 (1968).

New Criterion for Non-Oscillating High Energy Behaviour. Phys.Rev. 167, 1289 (1968) (with J.L. Gervais).

- 1) New Criterion for Non-Oscillating High Energy Behaviour. II : Applications. Phys.Rev. 169, 1187 (1968) (with J.L. Gervais).
- 22) "Haag Theorem" for the Point Coupling Relativistic Lee Model. J.Math. Phys. 9, 1423 (1968).
- 23) Asymptotic Computation of Forward Dispersion Relations in the Presence of Regge Cuts. Phys.Letters 27B, 581 (1968).
- 24) Asymptotic Contributions of Regge Cuts to Forward Scattering Amplitudes. I : Theory. Nuovo Cimento 60A, 405 (1969).
- 25) Computation of Forward pp Dispersion Relations. Nuovo Cimento, in press (with P. Pascual).
- 26) Analytic Form Factors for Vertices with any Spin. Cern Report TH. 951 (1968).
- 27) Teoria de Colisiones en Formulacion de Campos. G.I.F.T. (1969).
- 28) Positive Double Spectral Functions are Incompatible with the Existence of the f_0 Resonance. Phys.Letters, in press.
- 29) Computation of $K_{\frac{3}{2}^+}$ Form Factors with Kaon PCAC and the Veneziano or Weinberg Models. Cern Report TH. 1015 (1969) (with C.H. Llewellyn-Smith and R. Pascual).

A. Aspectos generales

- A. 1 - Qué prioridad o importancia relativa asigna a la física de altas energías
- a) dentro del propio campo de la física;
 - b) dentro de las ciencias naturales y exactas;
 - c) dentro del conjunto de los campos propios de la investigación en España.

Parece que la física de alta energía afronta una cierta crisis ¿cree que es así? ¿existen solamente razones de financiación o también científicas? ¿es o no aconsejable el promocionar la física de altas energías en España? ¿por qué?

A. 1

a) En lugar de dar una respuesta personal, citaremos sólo dos ejemplos:

i) Entre el grupo que, en Septiembre de 1968, fundó la Sociedad Europea de Física, se encontraban 22 físicos de altas energías sobre un total de 58 científicos presentes. Es también significativo que las reuniones preparatorias a la fundación de dicha SEF se celebraron en el CERN, bajo la presidencia del Prof. Gregory, Director General del CERN.

ii) Más del 50 o/o de los premios Nobel otorgados en los últimos 10 años, lo han sido a investigaciones en física de alta energía.

b) Es bien conocido que una gran parte de las matemáticas modernas (teoría de distribuciones, análisis funcional, teoría de grupos no-compactos, etc.) tienen su origen en problemas planteados por la física fundamental. Con respecto a otras ramas de las ciencias naturales, citemos los ejemplos de la física de los cuerpos sólidos, de la de muy bajas temperaturas, de la física del plasma o de la electrónica moderna, que utilizan de manera decisiva en sus estudios técnicos, resultados y métodos desarrollados por la física de altas energías: teoría de campos cuánticos, teoría de perturbaciones, o relaciones de dispersión. La relación de este hecho con el elevado porcentaje de premios Nobel que han recaído en investigaciones de física de altas energías es obvia.

c) Con otras pocas excepciones, la física de alta energía es la única rama de la ciencia española que, en este momento, puede codearse con la de los países más avanzados, fundamentalmente gracias al estímulo que la presencia en el CERN ha facilitado.

La pretendida crisis de la física de alta energía es, en nuestra opinión, una afirmación sin fundamento.

- i) Desde el punto de vista científico, si hay crisis es de abundancia. Tomemos un ejemplo: el Physical Review, órgano del American Institute of Physics, dedica un promedio del 25 o/o de sus publicaciones a altas energías. Si a esto sumamos las publicaciones sobre física nuclear, cuya interdependencia con la anterior es obvia, encontramos un total de más del 40 o/o.
- ii) Desde el punto de vista de su interés basta decir que, a pesar de las dificultades económicas (debidás en su mayor parte a la guerra del Vietnam) los EE.UU. han empezado ya la construcción del acelerador de 200 GeV; en Rusia el acelerador de 70 GeV está ya en funcionamiento, y en los países de Europa Occidental se ha decidido ya la construcción de un nuevo acelerador de 300 GeV (Es de notar que incluso Inglaterra que, por dificultades económicas bien conocidas, aún no se ha adherido a este nuevo proyecto, jamás la puesto en cuestión su permanencia en el CERN). Finalmente, Japón está considerando seriamente la construcción de un acelerador de 70 GeV. Estos nuevos proyectos y realizaciones representan con respecto a los aceleradores existentes (de unos 15 a 30 GeV) un incremento del mil por cien. No parece razonable suponer equivocado ese juicio unánime de todos los países desarrollados. ¿Dónde está la crisis? Digamos, para terminar, que en los últimos quince años (esto es, desde la existencia del CERN) los conocimientos sobre el mundo nuclear y subnuclear se han enriquecido notablemente: descubrimiento de la violación de la paridad en interacciones nucleares débiles, descubrimiento de los neutrinos, descubrimiento de las simetrías internas de las partículas de interacción nuclear fuerte, descubrimiento de la aparente asimetría respecto a la inversión temporal... Esos conocimientos repercuten profundamente en muy diversos dominios, desde la estructura del mundo subatómico (fundado en las propiedades de unas 25 partículas estables y más de cien inestables ya descubiertas), hasta los esquemas cosmológicos actuales (basados en el estudio de supernovas, quasars, fuentes de neutrinos...). Por citar un ejemplo de aplicaciones prácticas, el perfeccionamiento de la teoría de campos ha permitido resolver problemas como los de los lasers y masers, de la superconductividad a bajas temperaturas, de la superfluidez, etc.

Contestemos, por último, a la pregunta ¿es aconsejable el promover la física de alta energía en España? Hagámoslo citando las palabras de un físico bien conocido, V.F. Weisskopf: "La física de alta energía es hoy la frontera de la ciencia fundamental, y, como tal, la punta de lanza de la ciencia moderna. Su desarrollo debe favorecerse, y no porque vaya a dar resultados de valor práctico; esto no nos importa, aunque los haya dado y es seguro que los seguirá dando. Lo que importa es que el avance de la física de alta energía arrastra al del resto de la física y de la técnica, y detener este avance significaría, a un plazo más o menos breve, un embotamiento de la capacidad de desarrollo de toda la física y, por ende, de la técnica." En España, la física de alta energía empieza ya a cumplir esta labor de punta de lanza: elevando el nivel de enseñanza e investigación en la Universidad y en otros centros (JEN, SSIC, etc.), y comenzando ya a dar, como subproducto, otros físicos (nucleares, de plasma, etc.) y técnicos (electrónicos, de cálculo, etc.). Detener este impulso de la física de alta energía en España, sería desperdiciar un enorme esfuerzo, y sus repercusiones, como dice Weisskopf en el citado discurso, no por indirectas serían menos funestas.

A. 2 - Valoren comparativamente la ayuda que hayan podido recibir del CERN en la formación de los miembros de ese grupo o en sus trabajos de investigación. ¿Qué apoyo han recibido directamente en los últimos años: i) del CERN; ii) de otros laboratorios con los cuales exista colaboración? Especificar la ayuda en forma de entrenamiento, películas, cálculos, interpretación de resultados, etc.

A. 2

La ayuda que hemos recibido y momentáneamente continuamos recibiendo del CERN, puede resumirse en tres grandes líneas:

a) Posibilidad de acceso a resultados experimentales incluso mucho antes de su publicación en forma de preprint. Esto se logra gracias al diálogo con físicos experimentales directamente interesados en las predicciones teóricas de nuestra especialidad. Ello nos permite por una parte perfilar con precisión los puntos de interés que requieren un cálculo preciso; por otra parte, sienta la base para la elaboración de modelos teóricos adecuados.

b) Grandes facilidades, de hecho únicas en Europa, para la realización de cálculos numéricos que aparecen en nuestro trabajo de investigación. Gracias al acceso a los programas de la biblioteca de la calculadora CDC 6600, y de otras 32 de menor potencia, nos ha sido posible emprender líneas de investigación que nos hubieran sido totalmente vedadas en otras circunstancias. Como ejemplos concretos citaremos la utilización de programas MINUIT (programa de fits), CAUCHY (programa que permite realizar cálculos de relaciones de dispersión), y SCHOKAL (programa que permite realizar la parte algebraica en el cálculo de diagramas de Feynman). Estos y otros programas han sido y son utilizados corrientemente por nosotros. Al mismo tiempo son perfeccionados continuamente por especialistas, ya que la demanda de potencia y rapidez de cálculo crecen de forma exponencial en el dominio de la física teórica de alta energía. La necesidad de posibilidad de acceso a un centro de cálculo frontera como el del CERN queda demostrada por el gran número de físicos experimentales y teóricos, españoles y de otros países, que regularmente acuden al CERN con este fin. El CERN es el único centro de cálculo de Europa suficientemente capacitado para la elaboración de problemas frontera.

c) Ayuda en la elaboración de nuestras ideas y trabajos, gracias a discusiones privadas y seminarios con otros físicos teóricos. En un gran centro como el CERN es siempre fácil encontrar especialistas del nivel más alto, interesados en los detalles técnicos de nuestros trabajos. Es cierto que el diálogo con otros físicos teóricos es posible también en otros centros europeos, como el Centro Internacional de Física Teórica de Trieste. Sin embargo esto sólo es posible a una escala menor, y por otra parte las facilidades, típicas del CERN, mencionadas en los puntos a) y b), no existen en ningún otro centro europeo.

Es totalmente ingenuo creer en la posibilidad de desarrollar la investigación en física teórica de alta energía, si las facilidades mencionadas en estos puntos desaparecen.

A. 3 - ¿Qué medios económicos necesitarían para la promoción de ese grupo de investigación, en cada uno de estos dos casos:

- i) España miembro del CERN;
- ii) España fuera de la comunidad del CERN.

A. 3

i) El conjunto de físicos de altas energías teóricos y experimentales españoles necesitaría un presupuesto global creciente que alcanzase a ser del orden de lo que España venía contribuyendo al CERN. Para detalles nos remitimos al presupuesto presentado por el GIFT, a petición de ese Ministerio.

ii) No es posible pensar que pueda promoverse la física de altas energías a un nivel internacional, a menos que se realizase un gasto del orden del presupuesto total del CERN y las entidades que con él colaboran. El ejemplo de la notable disminución de calidad de las investigaciones realizadas en países (Japón, India...) que aun poseyendo veinte años atrás algunos de los científicos más destacados en este terreno, se han desentendido de la colaboración internacional en el aspecto experimental, lo comentaremos en el apartado siguiente.

B. Física Teórica

B. 1 - ¿Le ha sido o no útil, para la formación o investigación, la presencia en España de Físicos Experimentales en su campo?

B. 1 - La presencia en España de algunos grupos de física experimental de altas energías, era algo que repetidas veces habíamos echado en falta. Cuando, hace relativamente poco tiempo, comenzaron a funcionar estos grupos, se han ido produciendo sin tardanza colaboraciones entre teóricos y experimentales, de las que todos hemos salido beneficiados.

La necesidad de coexistencia de físicos teóricos y experimentales, tal como comenzaba a establecerse en España, queda bien corroborada por la experiencia de otros países. Es patente que los mejores grupos teóricos crecen junto a los grandes laboratorios, o en estrecho contacto con ellos (SLAC, UCRL, CERN, Orsay, etc.). Y por otra parte es muy significativo que países que en fecha no muy lejana han poseído un elevado nivel teórico (como Japón e India), pero que no han fomentado grupos experimentales, han ido degenerando en su nivel científico-teórico, con lo que sus mejores físicos han emigrado hacia Europa o EE.UU. Un claro ejemplo de esta degeneración lo constituye la revista japonesa Progress on Theoretical Physics, que hace unos años era indispensable en toda biblioteca especializada, y de la que hoy puede prescindirse tranquilamente. Que la mencionada degeneración se debe a la desconexión con los grupos experimentales, lo prueba el que los japoneses, conscientes de su problema, están planeando seriamente la construcción de un gran acelerador.

B. 2 - ¿Puede la Física Teórica en España alcanzar el debido desarrollo sin una promoción paralela de la Física Experimental?

B. 2
Muestra opinión al respecto es negativa, según se deduce del apartado anterior.

B. 3 - ¿Cuéntan en la actualidad con los medios financieros suficientes para llevar a cabo los trabajos de investigación de su grupo y para completar la especialización de sus miembros?

B. 3 - Dada nuestra actual presencia en el CERN, no poseemos datos suficientes para estimar las necesidades financieras de los grupos nacionales, por lo cual remitimos al estudio realizado por el CIPT y al presupuesto por él presentado a este Ministerio.

B. 4 - ¿Qué tipos de dificultades, si las hay, surgen al intentar enviar a otros centros extranjeros aquellos científicos que necesitan completar su formación o terminar algún programa específico de investigación?

B. 4 - De hecho, para físicos teóricos, no hay dificultades aparentes en este sentido, siempre y cuando el nivel de formación sea lo suficientemente alto para que sean admitidos en esos centros extranjeros. Si España continúa en el CERN este nivel será fácil de alcanzar y de hecho se ha alcanzado ya. Pero en caso de retirarnos del CERN, es inevitable que en un terreno de expansión acelerada, como es el de la física de alta energía, se pierda inmediatamente este nivel. Los pocos individuos que logren ser admitidos en centros extranjeros, se verán entonces científicamente obligados a expatriarse.

B. 5 - En relación con la pregunta anterior, ¿qué ayuda, directa o indirecta, puede prestar el CERN en este sentido? ¿Opina que con medios económicos suficientes para subvencionar la salida de estos científicos al extranjero desaparecerían estas dificultades, aunque continuásemos fuera del CERN?

B. 5 - Las ventajas fundamentales del CERN sobre cualquier otro centro se pueden resumir como sigue:

- a) Calidad. No existen más de otros dos centros en el mundo y ninguno en Europa en los que la calidad de los equipos investigadores, tanto teóricos como experimentales, sean comparables con los del CERN.
- b) Continuidad. La puerta de entrada al CERN está continuamente abierta a cualquier físico español (no necesariamente de altas energías) y

a muchos técnicos españoles. Esto es imposible de conseguir en ningún centro en el que no se participe.

c) Participación. En el CERN existe la posibilidad de participar en la elaboración de los programas de investigación que se quieran llevar a cabo. En otros centros, los investigadores españoles estarán sujetos a los programas elaborados por otros científicos. Ligado a esto está el punto siguiente:

d) Labor de grupo. Los miembros de un grupo investigador en España serían incapaces de llevar a cabo una labor coherente si el entrenamiento y los programas de trabajo que hubieran de realizar sus miembros en el extranjero estuviera dictado por el azar de colaboraciones, necesariamente esporádicas, con distintos centros de investigación.

e) Evitar la fuga de cerebros. La experiencia demuestra que la mayor parte de los científicos españoles que se han formado en centros extranjeros se han quedado en ellos. Por otra parte y debido, sin duda, a haber sido España miembro del CERN, los científicos y técnicos españoles que se han formado en el CERN han regresado.

f) Acceso a Serpukhov y Dubna. El CERN mantiene colaboración con los dos laboratorios más grandes de la Unión Soviética, a saber el de Dubna, con un acelerador de 30 GeV, y el de Serpukhov, con un acelerador de 70 GeV. De esta manera los científicos de países miembros del CERN tienen, por este hecho, la puerta abierta a dos de los mayores centros del mundo. Es de notar que el CERN es el único centro occidental admitido por la URSS a sus dos aceleradores gigantes.

g) Ventajas económicas. Se calcula que la proporción óptima de físicos teóricos y experimentales es de 1 a 5. Antes de abandonar España el CERN, había en este cinco teóricos españoles. Si se tiene en cuenta que los salarios a científicos representan en el CERN menos del 10 % del presupuesto, y que España pagaba 80.000.000 de pesetas, resulta que, cada uno de estos teóricos costaba a España menos de 270.000 pts. por año. Si descontamos los gastos de viaje y traslado (pagados por el CERN), y que pueden evaluarse en unas 30.000 pts., resulta un gasto por mes de 20.000 pts. Sin embargo, el CERN pagaba a estos teóricos salarios de unas 40.000 pts (necesarios debido al alto coste de vida en Suiza), esto es, aproximadamente el doble. Como es lógico esto no debe causar sorpresa, y se explica por la gran cantidad de servicios (personal administrativo, calculadoras, gastos de mantenimiento de instalaciones, etc.) que no necesitan duplicarse, ya que su carga se reparte proporcionalmente entre los países miembro.

D. Conclusión

- D. 1 - Elija, con justificación, una de estas dos alternativas:
- i) España fuera de la comunidad del CERN, pero con los medios necesarios para promover y desarrollar la física de altas energías en España.
 - ii) España dentro del CERN,
 - a) con los mismos medios económicos que ha tenido hasta el presente para investigaciones en el país;
 - b) con medios económicos adicionales, ¿cuánto?

D. 1 - Todo lo anteriormente expuesto nos conduce a escoger, a nuestro parecer sin posible alternativa, la solución ii)- b): España en el CERN con medios económicos adicionales, adecuados al óptimo aprovechamiento de las ventajas irremplazables que la colaboración internacional a través de esta organización nos ofrece. Ya hemos indicado que estos medios adicionales deberían alcanzar el orden de nuestra participación en el presupuesto del CERN, de modo que el esfuerzo económico que se haga, y el que se ha hecho, no resulte en modo alguno desaprovechado. Porque, como se ha afirmado en diversas ocasiones, es precisamente en el momento actual que comienzan a madurar los frutos primeros de ese influjo innegable del CERN en la investigación física y en la Universidad españolas, como promesa de avances ulteriores en el camino del desarrollo científico y tecnológico de España.

Creemos, pues, que cualquier solución de recambio al CERN es ilusoria. Y que la ventaja fundamental que ofrece el CERN, y evidentemente no puede ofrecer ningún otro centro extranjero, es que el CERN constituye, en la medida en que participemos en él, un centro de investigación español.

- D. 2 - Si es Vd. favorable a la alternativa i) ¿cree que dentro de ella podría alcanzar la Física Teórica un total desarrollo? ¿Y la Física Experimental?

D. 2 - No ha lugar.