

... Acceso UNED, programa de radio cultural y educativa para los oyentes en general, y en especial para los alumnos del curso de mayores de 25 años. Física Física

Los alumnos de física, tomad nota por favor de lo que vamos a decir. Vamos a reestructurar todos los programas de física que nos quedan pendientes en este mes de mayo. Hoy concretamente, como hemos anunciado, vamos a hablar de fusión fría, tema de enorme actualidad. El programa del próximo 16 de mayo estará dedicado a la superconductividad. Nos acompañará Emilio Morán. El programa del 16 de mayo tocará el tema de superconductividad. Estos temas pueden ser objeto de examen en la parte de temas del examen final. Y eso sí, los dos últimos programas de este mes y de este curso, concretamente los de los días 26 de mayo y 2 de junio, 26 de mayo y 2 de junio, ambos programas, estarán dedicados a informar.

pormenorizadamente sobre el examen final comentando cuestionarios, cuestionarios de preguntas de las que podrían caer en la parte de test del examen. Os acompañamos, como sabéis, por Radio Nacional de España, Radio 3 en frecuencia modulada, Radio 4 también en frecuencia modulada en Cabra, Calahorra, Badajoz, Palencia, Ciudad Real, Ávila y Soria, Radio 5 en Onda Media en Barbastro y emisoras asociadas de Radio Reynosa y Radio Aragón de Calatayud también en frecuencia modulada hasta las once y media de la noche de lunes a viernes, una hora menos en Canarias. Reestructuramos pues nuestra programación de física durante este mes de mayo como hemos anunciado. Hoy hablaremos de un tema de gran actualidad.

Fusión Fría con Claudio Gutiérrez de la C del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. El 16 de mayo de Superconductividad con Emilio Morán. Y el 26 de mayo y el 2 de junio, los dos programas estarán dedicados a comentar cuestionarios y preguntas del tipo de las que podrán caer en el examen final. Bien, pues que sea el catedrático de la asignatura, Manuel García Velarde, quien nos presente a nuestro invitado de esta noche. El día 24 de abril tuve el gratísimo placer de asistir en el Aula Magna de la Universidad Complutense de la Universidad de Madrid.

la Universidad de San José de la Paz, la Universidad de San José de la Paz, un colega que no pertenecía a su universidad, para hablar del tema y en particular de un experimento que él había hecho unas semanas antes. Esas dos razones, a mi entender, hacen que efectivamente, de vez en cuando, uno pueda respirar y decir felizmente, ni todo se lo lleva el fútbol y el alterne, ni todos son envidias en nuestro país. El invitado del Consejo Superior de Investigaciones Científicas,

fue don Claudio Gutiérrez de la Fe, del Instituto Rocasolano, con quien tuvimos el placer de departir en abril 25 en nuestro espacio Cultura Científica. Pero aquello dio muy poco juego porque teníamos muy poco tiempo, era nuestro último programa. Hoy, queridos estudiantes de física para mayores de 25 años y queridos oyentes de la UNED, vamos a tener más tiempo para departir con don Claudio Gutiérrez de la Fe. Buenas noches, Claudio. Bienvenido a esta casa por segunda vez. Buenas noches. Llegar a un experimento sobre la fusión fría, que está de moda, que provoca intriga y pasión, de la que nos enteramos primero por la prensa antes que por la revista científica, no es una cosa que se hace de golpe. Es como si mañana se le ocurriera, pues no sé, al presidente del Real Madrid o del Barcelona, por decir los casos, o del Eléctrico de Madrid o del Eléctrico de Bilbao, contratar a cualquiera. Para jugar en el siguiente partido de Copa del Mundo.

Eso no ocurre. Se contrata o juega un profesional que lleva muchos años, que luego puede jugar en un partido o en otro dependiendo de las circunstancias. Así pues, me gustaría que nos hablase don Claudio Gutiérrez de la fe, de la fusión fría, pero nos contase cómo llega a su pequeño experimento, su experimentito de la fusión fría, como anécdota en una vida profesional. Por eso a mí me gustaría, Claudio, que nos contases un poco qué es lo que tú eres, químico, dónde estudiaste la licenciatura, qué hacías en la tesis doctoral, por dónde has ido brujuleando en este mundo científico y geográficamente. Y acabemos hablando de un experimentito que para tu diversión harías hace unas semanas, a la vista de todo el ruido que se ha armado de la fusión fría. Por tanto, tú eres canario, ¿no? Sí, nací en Las Palmas hace 46 años. ¿Aquí? Entonces tengo un año de antigüedad contigo, que ha sido. ¿Dónde hiciste la licenciatura?

en la licenciatura? En la Facultad de Ciencias de la Laguna, en la sección de químicas, y dado que en aquella época no había mucho por venir realmente a alguien que quisiera hacer investigación en la Laguna, me vine al Instituto Rocasolano, donde continué después de 24 años. Mi tesis doctoral la realicé sobre un problema que en aquella época despertaba bastante interés, que era la influencia del carácter

semiconductor del sulfuro de plomo en la absorción del santato de etilo. Dicho así, esto parece algo totalmente abstruso y sin ninguna relación con la vida real. Sin embargo, es algo muy importante, lo fue más todavía, porque está relacionado con la flotación de minerales. La flotación de minerales se descubrió a principios de siglo, casi por accidente, como la inmensa mayoría de los procesos industriales que funcionan. Ahora.

La flotación es un procedimiento muy bonito de aprovechar minerales con muy bajo contenido en mena. Cuando digo muy bajo, digo del 1% y a veces menos todavía. Y cuando digo muy bajo, hablo de las escombreras de minas cuyos minerales habían sido aprovechados por métodos menos... Más directos. Sí, métodos no tan capaces de exprimir el mineral. Algo parecido pasa con la extracción del petróleo. Cuando se ha hecho la primera extracción queda todavía un 70%. Es decir, ya se habla de un pozo seco al cual se le ataca con otras técnicas. Es decir, estás en un proceso que diríamos es segundo con respecto al primero, en cuanto que el primero es más brutal, más directo. Sin embargo, queda mucho por extraer. Ese proceso de flotación, descubierto a principios de siglo por azar, nos lleva a una gran relevancia. Muy bien. Gracias.

Entonces, en el caso del sulfuro de plomo, se había descubierto allá por los años 50 que es vital la influencia del oxígeno, es decir, que es necesario que haya oxígeno en la cuba de flotación para que flote bien la galena. Esto fue interpretado por un científico ruso, Plaxin, de una gran fertilidad. Antes de morir, murió tempranamente, había publicado ya cientos de artículos. A que el oxígeno tenía la misión de convertir a la galena, que es un semiconductor de tipo N, en un semiconductor de tipo P, mediante quimisorción con captura de electrones de la banda de conducción de la galena. Esto dentro de la teoría electrónica de la catálisis de Wolkenstein. Sobre esta galena ya de tipo P, sí se podía quimisorber el radical, mejor dicho, el anión santato. Y así, se iba cediendo un electrón a la misma.

Es decir, se trataba de resolver académicamente un problema que en la práctica no existía, porque en la práctica siempre se le añade suficiente oxígeno a la celda de flotación para que tenga lugar esta con eficiencia. Bueno, que no existía el problema en la medida en que muchas cosas funcionan sin que hayamos llegado a entenderlas. Exactamente. Si la gente supiese que los aviones vuelan y entendemos muy poquito de la estabilidad de la capa límite en torno al avión y de la turbulencia, la gente no se subiría tanto al avión. Pero es que mucho del progreso científico se ha hecho por lo que podríamos llamar artistas. Gente que descubre, o ingenieros artistas, que descubre un procedimiento con éxito, aunque luego no sea muy difícil el entenderlo. Lo que va a pasar probablemente con el tema que originó nuestro contacto primero, que fue la fusión fría.

En consecuencia, seguimos con tu carrera profesional porque queremos llegar a la fusión fría, pero intentando explicar cómo llegas a la fusión fría. Es decir, seguimos pues con lo que fue el objeto de tu tesis doctoral, tus años de postdoctoral. Bien, durante esta tesis utilicé unas técnicas que en aquella época, mediados de los 60, era tan atractiva como lo fue en la de los 70, la de los láseres. Me refiero a la radioquímica. Había surgido por entonces el empleo, en condiciones cómodas y con buenos instrumentos de medida, de isótopos como el carbono 14, de los más usados, fósforo 32 o azufre 35, para medir cantidades ridículas de materia. En la flotación se trata de un típico problema de absorción, es decir, en el cual se miden cantidades. De materia depositada sobre una superficie más o menos lisa. Cuando hablo de cantidades ridículas, hablo de cantidades ridículas de un tipo de material.

del orden de 10 a la menos 9 moles por centímetro cuadrado. 10 a la menos 9 es una milésima de una millonésima. Aprovecho para recordarte, puesto que han mencionado los láseres, que con los láseres efectivamente hay un salto adelante tremebundo. Lo digo para que nuestros oyentes que han seguido algunas sesiones sobre los láseres puedan ver en perspectiva todo este desarrollo científico-tecnológico de los últimos años. Hay pulsos hoy del orden de 10 elevado a 10 vatios, es decir, 10.000 millones de vatios en 10 elevado a menos 15 segundos, es decir, mil billonésimas de segundo, el centosegundo. Es decir, el láser permite ver cómo empiezas a romper una molécula al principio, pasito a pasito, casi punto a punto de ese proceso de rotura. Volvemos a la radioquímica, pues. Dentro de eso que acabas de decir, de los láseres, quizás conviene recordar que una central de las mayores tiene 10 a la...

9 vatios, o sea, ese pulso es tiene una potencia 10 veces mayor que el de la mayor central eléctrica que existe ahora pero en muy poquito tiempo, he ahí la situación la radioquímica de nuevo pues bueno, la radioquímica, el contacto con la radioquímica me sirvió para en las medidas que luego hice en este experimentito, como llamas, no experimentillo sino experimentito he dicho por pequeño el poder medir el tritio con confianza, con una técnica como la del centelleo líquido que se había descubierto por aquella época y una técnica muy eficiente que permite ver una de cada cinco desintegraciones que sufre un

átomo de tritio cuando se desintegra emitiendo una partícula beta de unos 12 kV de energía media bien después de haber utilizado técnicas convencionales de absorción en las cuales se miden cantidades de materia absorbida por unidad de superficie ...

pasé a utilizar medidas electroquímicas para el mismo fin, ya que el medir un potencial de electrodo después de todo, no es más que medir el nivel de Fermi de los electrones en ese electrodo, que en el caso de la galena es un semiconductor, y su nivel de Fermi variará en función de muchísimas cosas, más de las que uno puede controlar por desgracia, que puede ser el nivel de oxígeno en el medio, la presencia de santato, también, por supuesto, el carácter P o N de esa galena. Estos fueron unos trabajos que nos llevaron, fue muy interesante, porque se trataba de excluir el oxígeno a unos niveles del orden de una parte por millón. Y entonces así pudimos probar mediante lo que se llama una caja seca o caja de guantes, que es una caja hermética con unos guantes, para poder manipular dentro de ella, y dentro de la caja seca,

la cual se intenta reducir el nivel de oxígeno lo más posible. Así pudimos demostrar que la galena N, al ser lijada en esa atmósfera inerte e introducida en agua, tenía un potencial de electrodo más negativo que el de la galena P, lo cual puede tener influencia para la absorción de Santato. Así fue como comencé mi contacto con la electroquímica y además de semiconductores. Luego, dentro de este camino, que en muchas ocasiones me imagino que no es rectilíneo para la mayoría de los investigadores con un poco de curiosidad, cuando comenzó el auge allá por el año 72, en que Honda publicó en Nature aquel artículo en que demostraba cómo con un ánodo de TiO_2 , dióxido de titanio, de rutilo, sobre el cual se hacía brillar una luz,

se conseguía la fotodescomposición del agua en hidrógeno y oxígeno, con lo cual había la posibilidad en principio de, mediante energía solar, conseguir producir hidrógeno a partir de agua a poco coste. Esto era tan atractivo, y aquellos años coincidieron con la crisis del petróleo del 73 y luego con la que fue todavía peor, la del 79, que muchos investigadores se metieron en algo que parecía lo que ahora se diría socialmente relevante, es decir, investigación aplicada, en otras palabras, a resolver un problema de la sociedad, el problema de la energía. Y durante unos cuantos años realicé trabajos con el dióxido de titanio, con el titanato de estroncio, que era otro posible candidato, y también con el dióxido de nitrógeno, que era otro posible candidato.

algo de estados de superficie de estos semiconductores. Y después de eso, me dediqué más bien a trabajos de espectroelectroquímica. ¿Qué es la espectroelectroquímica? La electroquímica es la rama más antigua de la química física. Comenzó ya con Volta y con Galvani, allá por los años... ¿Tú lo sabes más o menos exactamente? Bueno, muy antiguo, muy antiguo. No mentemos la historia porque nos hacemos más antiguos todavía. Una de las cosas que yo aconsejo a nuestros estudiantes es que hagan un poco de historia, pero por su cuenta, que brujulen en bibliotecas, que aprendan a leer libros. Así que dejemos el siglo XVII, el siglo XVIII, la química empieza con Lavoisier, incluso nos lo han demostrado los filósofos, pero en fin, la electroquímica aparece como la primera química cuantitativa como ciencia. Muy bien. Entonces, la electroquímica es una ciencia...

barata, dicho sea, sin tono despectivo, en el sentido de que con un millón de pesetas, cualquier investigador se puede dedicar a realizar los experimentos que luego puede publicar en las mejores revistas de electroquímica. Bueno, un millón de pesetas y una cabeza adecuada. Por supuesto. Y eso te lo da tu padre y tu madre. He insistido numerosas veces en estos programas que la inteligencia y el talento no nos lo dan la cultura ni los millones. Nos lo dieron nuestro padre y nuestra madre. Y luego lo que pasa es eso, que hay sitios donde con una cabeza de talento necesitas muchos millones, los grandes aceleradores, o experimentos que necesitas menos. La cocina de una casa, que es donde acabaremos hablando de la fusión fría. Exacto. Pero en fin, vayamos pues poco a poco con tu carrera y el tiempo lo que pasa es que es terrible y tendremos que ir pensando en acelerar. Muy bien. Tienes toda la razón. Lo que la naturaleza nos da, Salamanca nos lo presta. Como decía el clave. Es un clásico.

Entonces, como decía, la electroquímica es una ciencia en la cual es prácticamente una cinética lo que se hace y entonces a partir de cinéticas solamente se pueden proponer mecanismos posibles. No se puede deducir nada seguro sobre qué es lo que está ocurriendo en la interfase de un electrodo cuando tiene lugar una reacción. Y eso, como ya había tenido algo de contacto con la foto electroquímica, me llevó también por razones de que en el departamento de electroquímica del Roca Solano hace como unos 30 años, quizás 40 años, que se trabaja en electroquímica de metales nobles y también en corrosión de hierro, a interesarme por el problema de los óxidos anódicos, que son las capas de óxido que se forman sobre metales cuando se aplica un potencial positivo. Te interesó bien corrosión y también en

electrocátalisis, es decir, utilizar electrodos para hacer transcurrir reacciones orgánicas.

de la espectroelectroquímica está en poder ver directamente qué especies son las que hay presentes allí y pasar de un simple análisis cinético para obtener un mecanismo. Bien, este era el estado de la situación. Había desarrollado técnicas de reflectancia modulada en otra dieta visible y está a punto de llegarme a un infrarrojo de transformada de Fourier para estos trabajos, cuando en el café, ahora a 10 días, nos llegó por el periódico la noticia de la fusión fría, llevada a cabo por Martin Fleischman, a quien conozco, y Stanley Pons, a quien no tengo el gusto de conocer. Y la primera reacción, por supuesto, era la de un escepticismo total. Era algo totalmente impensable que, mediante un experimento, que, como se ha dicho por ahí, se puede hacer en la... en la cocina de una casa...

se pudiera llegar a fusionar dos núcleos. Pero te animas a hacer el experimento. Por supuesto. Daba la casualidad de que tenía en mi archivador una plaquita de paladio de 25 por 25 por 2 milímetros, que tenía que haber sido utilizada por una becaria, quien en este caso afortunadamente se fue a trabajar a Repsol, y por lo tanto quedaba intacta esa plaquita de paladio. El platino es el pan del electroquímico, o sea que de ese había cantidad. Y el agua pesada me la suministró mi buen amigo Ivo Schmeyers, que la tenía para otros fines. Así que el experimento es de una sencillez increíble. Coger un vaso de precipitados, poner un poco, en mi caso 30 mililitros de agua pesada, introducir dos trozos de metal, uno que los electroquímicos le llaman el cátodo, que es el negativo de paladio, el otro, los electroquímicos le llaman el ánodo, que es de platino, y suelo poner un poco de agua en el vaso.

sobre los cuales se desprenden respectivamente el deuterio y el oxígeno en este caso. El paladio es un metal totalmente especial porque es como una esponja para el hidrógeno. Lo absorbe, no se sabe por qué, me imagino, y entonces llega a, como máximo, absorber 0,6 átomos de hidrógeno por cada átomo de paladio. Es decir, la composición sería PDH 0,6. Esto se conoce desde hace muchísimo tiempo. El paladio es el metal cuyo hidruro ha sido más estudiado de toda la vida. Se sabe de siempre. Hay muchos otros metales que forman hidruros. En general, los metales de transición forman lo que se llama hidruros metálicos. Es decir, tienen características de un metal. Tienen brillo, tienen conductividad. Lo cual quiere decir que hay electronismo. Son electrones libres. La teoría que parece más...

aceptada ahora es que dentro de estos hidruros de metales de transición o hidruros metálicos, el deuterio está desnudo, es decir, el electrón ha pasado a la banda de conducción y los deuterones, con su carga positiva, vagan libremente por dentro del paladio. Ese es pues el experimento. ¿Qué conclusiones has sacado después de este experimento que has realizado? ¿Cómo ves el trabajo de Fleischmann y colaboradores? ¿Cómo ves la perspectiva actualmente? Bien, la idea que tuve yo al comenzar el experimento era muy sencilla. Si yo consigo agua pesada que no tenga nada de tritio, y si yo consigo agua que no tenga nada de tritio,

Y entonces debo haber pasado una corriente eléctrica muy modesta, de fracciones de amperio, y observo la formación de tritio, contando, retirando una cierta cantidad, en este caso un mililitro, de esta vasija de reacción donde había 30 mililitros, llevándola a un contador de centelleo líquido, añadiéndole un líquido de conteo y poniéndola a contar. Es una técnica totalmente estándar. Los contadores de centelleo están a docenas y están por los pasillos en cualquier centro de investigaciones biológicas como el que tiene el Consejo en la calle Velázquez. Nosotros también hemos ido teniendo varios, el último es un equipo moderno, mandado por ordenador y con muchas comodidades. Y entonces mi idea era, si no había tritio y yo veo tritio, ahí ha habido una fusión. Aunque les moleste mucho. Nada más de un físico teórico. No, no, no, yo creo que cualquier físico teórico, cualquier científico sensato...

Te puede chocar, pero molestar no, más bien es un incentivo a darle a la cabezota para poder entender. De todos modos, de tu experimento, ¿qué es lo que puedes concluir? Aunque un solo experimento no es algo definitivo, pero ¿qué es lo que ya puedes atisbar? ¿Qué es lo que puedes concluir atisbando? Entonces, como digo, por desgracia, mi muestra de agua pesada ya contenía bastante tritio. Con lo cual, no podía ser un experimento de blanco o negro. Sin embargo, lo que sí pude ver es que a medida que pasaba el tiempo de paso de la corriente a través del electrolito, el nivel de tritio iba aumentando al nivel de un 2% de aumento de la actividad por día transcurrido. Este aumento de la actividad podría ser un efecto totalmente trivial y conocido. Desde hace ya...

unos 40 años, que es lo que se llama el efecto de separación electrolítica. Es decir, el hidrógeno más ligero se separa mejor en el cátodo, mientras que el tritio más pesado queda en el electrolito, donde quedaría enriquecido. Bien, entonces no podía concluir nada. Pero, afortunadamente, el cuarto día del experimento, la actividad de tritio, en lugar de subir un 1,8%, subió un 17,5%. ¿Esto es significativo?

¿Quiere decir algo? Yo creo que sí. ¿Compara positivamente con lo que se conoce de los experimentos de Fleischmann y de Jones? Sí. En primer lugar, el enriquecimiento máximo que podría haber tenido, si hubiera sido un efecto trivial, habría sido del 9%, y yo vi el doble. Por lo tanto, parece que sí. ¿Qué habría sido el efecto? Había habido una fusión.

Además, esto está apoyado por el hecho de que en otros casos hay, al parecer, un periodo de incubación antes de que comience una fusión. Algo así como un umbral después del cual consigues el fenómeno. Exactamente. Además, después de esa subida, la actividad de tritio comenzó a descender, lo cual está en contra de un efecto trivial de enriquecimiento. Si hubiera sido un enriquecimiento electrolítico, continuaría subiendo lentamente. Un solo experimento, como has dicho antes, no dice nada en absoluto, a menos que en ese experimento hubiera volado mi instituto. Gracias a muchas cosas no voló el instituto, sin embargo, a pesar de que un experimento no sea definitivo, sí es excitante. Supongo que habrás pasado por esos ratos que pasa cualquier científico, cualquier profesor. Profesional de calidad, de pronto ver más...

de la normal. Muchas gracias Claudio, se nos va el tiempo, confío en que en otra ocasión, el año próximo, puesto que ya las emisiones acaban este año, tengamos el placer de verte y confío en que nos veamos también con el éxito de más experimentos, no ya en la fusión fría, que puede ser una anécdota, sino de cualesquiera otras cosas por las que vayas ocupándote. Sí, los que ha habido a lo largo del año, a lo largo de los dos años que llevo de programas en esta universidad, tienen altos y bajos, me gustaría ver que van para arriba continuamente, y que van para arriba más unos que otros, porque eso significa que hay gracia en la vida y hay competitividad. Así pues, queridos oyentes, nos despedimos de don Claudio Gutiérrez de la Fe, muchas gracias por estar con nosotros. Gracias. Buenas noches. Gracias.

Fue el catedrático Manuel García Velarde que habló con Claudio Gutiérrez de la Fe del Consejo Superior de Investigaciones Científicas de Fusión Fría. Música Música Recordamos que en este mes de mayo los programas que nos quedan de física reestructuramos sus contenidos. El programa del 16 de mayo estará dedicado a superconductividad con Emilio Morán. Y los dos últimos programas del curso, concretamente el del 26 de mayo y el del 2 de junio, 26 de mayo y 2 de junio, ambos, estarán dedicados a orientar sobre los exámenes finales, con comentarios sobre los cuáles...

en los cuestionarios o las preguntas de tipo test que podrían caer en el examen final. Muchas gracias por la atención prestada, buenas noches y hasta mañana. El curso de acceso despide hoy, como todos los días, la programación que prepara la UNED. Nuestra próxima cita mañana jueves a la misma hora, de 9 a 11 y media de la noche. Os acompañaremos entonces con nuevos programas, principalmente referidos a la educación y a una de las asignaturas del curso de acceso. Gracias por la atención que nos habéis prestado, buenas noches y hasta mañana.

¡Suscríbete al canal! ¡Suscríbete al canal!

No es demasiado rápido, pero déjalo llover de tiempo de espera y seguramente pasará. Y seguramente pasará. ¡Viva!

¡Suscríbete al canal! ¡Suscríbete al canal!